



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN AVANZADA

Acta de Aprobación de Tesis

Entre presidente y jurados del Trabajo de **“Las Relaciones que Establece el Profesor Universitario de Biología, con la Disciplina que Enseña. Una Explicación Epistemológica en dos Estudios de Casos en la Universidad Tecnológica “Diego Luis Córdoba”**, presentado por la estudiante **Dary Stella Barajas Perea**, como requisito para optar al título de de la Maestría en Educación con énfasis en **Docencia de las Ciencias Experimentales**, hemos acordado calificar este, después de su presentación y sustentación como:

Aprobado:

No aprobado:

A los Trabajos de investigación que merecieren ser destacados, el jurado podrá recomendar las siguientes distinciones:

Sobresaliente:

Meritorio:

Medellín, 22 de mayo de 2006


Fanny Angulo Delgado
Presidente


Luz Victoria Palacio M.
Jurado


Carmen Alicia Martínez
Jurado

LAS RELACIONES QUE ESTABLECE EL PROFESOR UNIVERSITARIO DE
BIOLOGIA CON LA DISCIPLINA QUE ENSEÑA. UNA EXPLICACIÓN
EPISTEMOLÓGICA EN
DOS ESTUDIOS DE CASO EN LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
DEL CHOCO “DIEGO LUIS CORDOBA”

Trabajo de investigación realizado por:

DARY STELLA BARAJAS PEREA

Dirigido por:

Dra. FANNY ANGULO DELGADO
Grupo de Investigación Educación en Ciencias
Experimentales y Matemáticas - GECEM

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Facultad de Educación - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
Énfasis Docencia de las Ciencias Experimentales

Medellín, enero 2006

LAS RELACIONES QUE ESTABLECE EL PROFESOR UNIVERSITARIO DE
BIOLOGIA CON LA DISCIPLINA QUE ENSEÑA. UNA EXPLICACIÓN
EPISTEMOLÓGICA EN
DOS ESTUDIOS DE CASO EN LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
DEL CHOCO “DIEGO LUIS CORDOBA”

Trabajo de investigación realizado por:

DARY STELLA BARAJAS PEREA

Para optar por el título de Magíster en Educación que ofrece la
Universidad de Antioquia

Medellín, enero 2006

AGRADECIMIENTOS

En este espacio quiero hacer mención a aquellas entidades sin cuyo apoyo no hubiera podido realizar este trabajo de investigación:

A la Secretaría de Educación del Departamento del Chocó (con la cual trabajo desde mayo de 1996), que me concedió una comisión de estudio por dos años, para realizar mis estudios de Maestría en Educación con la Universidad de Antioquia.

A la Universidad Tecnológica del Chocó “Diego Luis Córdoba”, especialmente a la Decanatura de Educación y al Programa de Química y Biología, en las personas de la Mg. Carmen Judith Asprilla y el Esp. Jairo Peña, respectivamente. Gracias al apoyo de estas personas tuve a disposición los profesores universitarios de Biología, del programa de Química y Biología de la Facultad de Educación de dicha universidad.

Mis más sinceros agradecimientos:

En este espacio quiero hacer mención a las personas que con su participación y colaboración hicieron posible realizar este trabajo de investigación.

A la Dra. Fanny Angulo Delgado, por su gran aporte en mi formación como investigadora, por sus valiosas ideas y recomendaciones para este estudio, por su paciencia y su respeto hacia mis decisiones, por la amistad que me brindó en el transcurso de la Maestría y posteriormente, durante la asesoría de este trabajo, lo cual contribuyó a que se generara un óptimo ambiente de aprendizaje.

A los profesores de Biología del Programa de Química y Biología de la Universidad Tecnológica del Chocó “Diego Luis Córdoba”, por haber colaborado con esta investigación. Por su tiempo, por dejarnos conocer en detalle sus concepciones epistemológicas sobre la Biología, por facilitarnos sus evaluaciones escritas, programaciones de curso, guías de laboratorio y talleres.

A mis compañeros de Maestría: Luz Stella Mejía, Yesenia Andrea Rojas, Tiberio Restrepo, Sonia López, María Mercedes Jiménez, Yirsén Aguilar, Oscar Meneses, Willian Marroquín, Lucila Medina, Juan Diego Gómez. Por estar siempre prestos a escuchar y a debatir mis ideas en los cursos del programa y en particular, a Yesenia y Ma. Mercedes por prestarse al juicio de pares que realizamos previos a la concreción de este trabajo.

A Berta Lucila Henao, Marta Luz Ramírez, Carlos Soto, Luz Victoria Palacio y a todos los demás miembros del Grupo de Investigación Educación en Ciencias Experimentales y Matemáticas – GECM, de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, porque estuvieron siempre pendientes de escuchar y colaborar con sus sabios aportes durante la socialización de los avances, los juicios de expertos y la revisión del proyecto de investigación.

A Ma. Victoria Alzate y Rodrigo Covalada, profesores de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Antioquia, quienes también participaron en la socialización, los juicios de expertos y la revisión del proyecto de investigación.

A mis hijos, quienes con su comportamiento, comprensión y dedicación a sus estudios me dieron gran tranquilidad para poderme dedicar y concentrar en la ejecución de este trabajo.

A mi esposo, quien con su dedicación a mis hijos, su gran amor y confianza en mí, hizo posible este sueño se convirtiera realidad.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	8
-------------------	---

ANTECEDENTES

1. La formación de los profesores universitarios de Ciencias.....	10
2. El pensamiento del profesor de Ciencias	11
2.1. Concepciones de los profesores de ciencias.....	13

EL PROBLEMA A INVESTIGAR Y LOS OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....16

MARCO TEÓRICO

Capítulo 1. El profesor universitario de Ciencias.....	19
1.1. Características generales de los profesores universitarios de ciencias.....	19
1.2. ¿Qué se entiende por concepciones?	22
1.3. Las prácticas de enseñanza, la práctica investigativa y la formación didáctica de los profesores universitarios de ciencias.....	23
1.4. El ejercicio profesional de los profesores universitarios.....	26
1.5. La construcción del conocimiento científico en objeto de enseñanza.....	27
1.5.1. La transposición didáctica.....	27
1.5.2. La Modelización.....	28
1.5.3. El conocimiento científico.....	30
1.5.4. El conocimiento del profesor.....	31

Capítulo 2. Naturaleza de la Biología	34
2.1. Fines de la ciencia.....	34
2.2. Procesos seguidos por los científicos en la construcción de la ciencia	36
2.3. Naturaleza del conocimiento científico	40
2.3.1. Estatus epistemológico de las teorías y leyes científicas	41
2.4. Relación Ciencia – Tecnología - Sociedad	42

DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN45

1. Análisis descriptivo.....	46
2. La interpretación o construcción de sentido.....	47
3. Contexto de la Investigación	47
3.1. Contexto Socio - cultural de la Universidad Tecnológica del Chocó.....	48
3.2. Nivel de formación de los docentes de la Universidad Tecnológica del Chocó.....	48
3.3. El programa de Química y Biología.....	48
4. Tipo de estudio	49
4.1. El estudio de caso	49
5. Criterios para la selección de los participantes en la investigación	51
6. Fuentes para recolectar la información	51
6.1. Documentos escritos.....	51
6.1.1. Evaluaciones escritas.....	52
6.1.2. Programaciones de Curso	52
6.1.3. Guías de laboratorio.....	53
6.2. Entrevistas.....	53
6.2.1. Diseño del instrumento para las entrevistas	56
7. Criterios para la elección de los documentos escritos.....	57
8. ¿Cómo se eligieron los documentos escritos?.....	58

9. Criterios para seleccionar la información a utilizar	58
10. Las categorías de análisis.....	58
11. Proceso de clasificación de los datos	59

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

1. El proceso de Triangulación	61
2. La construcción de los estudios de caso.....	61
3. Los estudios de caso . El caso del profesor A y B.....	62

CONCLUSIONES.....	97
--------------------------	-----------

SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES.....	104
---	------------

ANEXOS

Nº 1 Programaciones de curso

Nº 2 Evaluaciones escritas

Nº 3 Guías de laboratorio

Nº 4 Talleres

Nº 5 Transcripción de entrevistas a los profesores

Nº 6 La Universidad en el sistema educativo colombiano

Nº 7 Certificado de la participación en el VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias en el marco de un Simposio, con la comunicación oral “Relaciones que establece el profesor universitario de Biología con la disciplina que enseña. Dos estudios de caso en la Universidad Tecnológica del Chocó”.

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCIÓN

El penetrar a la universidad puede proporcionar nuevos horizontes a la investigación en Didáctica de las Ciencias, puesto que son enormes las posibilidades de realizar estudios sobre el profesor universitario de ciencias. Más allá de lo que se refiere a sus creencias sobre la enseñanza y el aprendizaje, es muy importante entender la influencia que su contacto diario con la ciencia y la construcción del conocimiento científico, ejerce en sus concepciones epistemológicas y en su forma de razonar y comprender, por ejemplo, las cuestiones de filosofía de la ciencia que constituyen uno de los fundamentos de esta área de conocimiento.

Este interés por el profesor no es meramente especulativo, sino que se hace totalmente a la luz de numerosas investigaciones que dan cuenta de su papel como mediador del proceso de enseñanza - aprendizaje. Al interior del Grupo de Educación en Ciencias Experimentales y Matemáticas – GECEM de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, se han hecho importantes discusiones fundamentadas en la idea de que el soporte de las decisiones que toma un profesor universitario, se pueden comprender si se analiza cómo son las relaciones que establece con la disciplina que enseña. En este contexto de trabajo surgió la investigación que presentamos en este informe final.

La revisión de la literatura sobre los profesores universitarios, nos muestra que no existe un conocimiento riguroso de ellos, de ahí la necesidad emergente de que se hagan esfuerzos por producir conocimiento en torno a su pensamiento, las concepciones, las teorías, los procesos cognitivos y su formación didáctica, para contribuir al conocimiento en educación superior. En relación con lo anterior hemos identificado numerosas investigaciones (la mayoría, con profesores de ciencias de Educación secundaria) que centran la atención en las concepciones que subyacen a las prácticas docentes, con las que compartimos algunos resultados.

En esta investigación proponemos que las evaluaciones, que aplican los profesores universitarios de Biología, sus programaciones de curso, guías de laboratorio, talleres y entrevistas, pueden usarse como indicadores de la relación que establecen con la disciplina que enseñan. A través de estos instrumentos analizamos las concepciones epistemológicas de los profesores,

o sea, las ideas, que tienen acerca del conocimiento científico, su validez, su articulación y su producción.

Si bien nuestro trabajo aborda cuestiones relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje, el problema fundamental que guía nuestra investigación es describir la relación que establecen dos profesores universitarios de Biología, del programa de Licenciatura en Biología y Química de la Universidad Tecnológica del Chocó “Diego Luis Córdoba” - UTCh ¹, con la disciplina que enseñan y hemos considerado que estos es posible a través de los análisis de sus concepciones sobre la naturaleza de la ciencia y en particular, de la Biología.

Para estructurar la presentación y argumentación de las concepciones epistemológicas y las prácticas de enseñanza del profesor universitario de Biología, dividimos el Marco Teórico en dos capítulos. El primero se dedica al profesor universitario de ciencias, especialmente en lo que respecta a sus concepciones epistemológicas, las prácticas de enseñanza e investigativas y la modelización del conocimiento científico.

El segundo capítulo, se centra en la naturaleza de Biología, es decir, en los fines, procesos de construcción, naturaleza del conocimiento científico y relación C-T-S, para lo cual hemos tomado el trabajo de Thomaz, Cruz, Martins y Cachapuz (1996).

Para el diseño metodológico, optamos por una investigación de carácter cualitativo haciendo énfasis en las dimensiones descriptivas e interpretativas de los documentos escritos y del pensamiento de los dos profesores. Para cada profesor -identificado con una letra-, se realizó un estudio de caso apoyado en las entrevistas y documentos escritos.

El capítulo sobre los resultados, presenta los estudios de caso de los cuales se concluye que la deficiencia en la formación científica de estos profesores universitarios, es un obstáculo para que hagan una representación adecuada de los contenidos científicos como objeto de enseñanza (modelización) y también, hemos destacado que la forma como estos profesores se relacionan con la Biología se identifica con dos tendencias, una basada en los procesos y la otra que hace referencia al dominio de los contenidos y conceptos disciplinares.

Por último proponemos que los resultados de esta investigación se tomen como referencia en los programas de formación de profesores y promuevan estrategias para que la UTCh atienda al fortalecimiento profesional de sus profesores.

¹ En esta investigación, la UTCh, es la Universidad Tecnológica del Chocó “Diego Luis Córdoba”

La transcripción de las entrevistas y los documentos escritos (evaluaciones escritas, talleres, guías de laboratorio, programaciones de curso), se presentan como anexos en un disco compacto.

ANTECEDENTES

La educación colombiana a través del tiempo, se ha caracterizado por aplicar casi que directamente, modelos diseñados y desarrollados en otros países, los cuales por razones obvias, no responden ni a las necesidades, ni a las condiciones, ni a la cultura propia de las diferentes regiones de nuestro país. Esta situación ha traído como consecuencia, que se repitan los paradigmas educativos más corrientes en otros países y latitudes. Como resultado de lo anterior, diferentes investigadores han identificado la persistencia de un modelo transmisionista de la educación, caracterizado por una excesiva atención a los contenidos y por la reproducción memorística de la información. Adicionalmente, en muchos casos los profesores tienen una concepción de ciencia como conocimiento acabado y aunque tratan de aplicar soluciones a los problemas detectados, en la mayoría de los casos estas respuestas, debido a los fundamentos en que se apoyan, no contribuyen a la superación del problema.

De acuerdo con Lilia Reyes (1998), en Colombia se propende por una nueva concepción de la ciencia (Biología), la cual está asociada con el reto de contribuir al conocimiento del *pensamiento del profesor* y a aclarar cuales son los planteamientos dominantes acerca de la relación que éste construye con la *disciplina que enseña*. Esto implica por una parte, auscultar cómo son las concepciones propias de los profesores en torno a la biología, a su *naturaleza* y por otro, explorar nuevas alternativas que contribuyan a satisfacer las necesidades de aprendizaje de la biología de los profesores en formación inicial.

1. La formación de los profesores universitarios de Ciencias

Hasta ahora, a los profesores universitarios no se les ha prestado suficiente y adecuada atención desde su formación continuada. A partir de la década de los 80's, se detecta un aumento de investigaciones que tienen como protagonistas a los *profesores de ciencias*, desarrollándose un enfoque que centra su estudio en el pensamiento del profesor (Marcelo, 1987). No obstante lo anterior, a la hora de abordar la formación didáctica de los **profesores universitarios de ciencias** nos encontramos con que en contraste con el número relativamente elevado de estudios centrados en los profesores de otros niveles, existe una escasez notable de investigaciones sobre esta población. Además los pocos trabajos disponibles, han abordado sólo algunas de las variables que inciden en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Mellado, 1999).

La formación didáctica de los profesores universitarios plantea numerosos problemas al área de Didáctica de las Ciencias. Si tenemos en cuenta que nos enfrentamos a un reto formidable, para el que existen escasos antecedentes, hemos de decir que tal vez, la relación de problemas que debemos plantear y resolver es abrumadora.

Dado que no existe un conocimiento riguroso de los profesores universitarios, fruto de procesos continuados de investigación, hemos de conformarnos con los escasos resultados publicados (Mellado, 1999), las impresiones personales o las conclusiones de los muy numerosos artículos periodísticos y de opinión que abordan directa o indirectamente el tema.

En contextos como España, las primeras propuestas para la formación pedagógica de los docentes universitarios se plantean a finales de los ochenta, si bien pueden encontrarse algunos antecedentes previos que han tenido escasa incidencia. En los años noventa cuando la evaluación del profesor universitario, (primero a partir de las encuestas de los alumnos y más adelante, en el contexto de la evaluación institucional de la calidad de la universidad) comienza a asumirse que *“la formación pedagógica del profesor universitario, entre otras variables, es un medio adecuado para asegurar la calidad de la enseñanza y hacer posible su mejora si se estima necesaria”* (Cruz, 2000, p.22). Aunque desde entonces no son escasos los congresos y las jornadas celebradas sobre este problema, lo cierto es que este tema no logra suscitar la atención que merece.

Cruz ha revisado la breve historia de la formación pedagógica del profesor universitario en España (Cruz, 2000). Comenta que en las publicaciones de referencia en el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, ni siquiera se aborda el nivel universitario con una mínima profundidad en los capítulos dedicados a plantear y analizar la formación del profesorado de ciencias. En 1993, Calatayud y Gil calificaban de “necesidad emergente” la preparación docente del profesorado de facultades de ciencias y según parece, doce años después, todavía no se ha pasado al estadio de “necesidad abordada sistemáticamente”.

La formación pedagógica de profesores en Colombia, ha permanecido hasta ahora muy al tanto de las propuestas investigativas norteamericanas y europeas. Desde la antigua Dirección de Investigación para la Educación (DIE, actual IDEP), así como desde la Escuela Pedagógica Experimental (EPE) y en las Universidades Pedagógica Nacional, Distrital, Antioquía y Valle –entre otras-, se han hecho importantes esfuerzos por producir conocimiento en torno al pensamiento, las creencias, las teorías y los procesos cognitivos de los profesores de ciencias (Angulo, 2003), pero no se reportan aún, estudios sobre la formación didáctica del profesorado de ciencias universitario.

Esto explica por qué para esta investigación, la mayoría de antecedentes lo constituyen los trabajos que se han hecho con profesores de ciencias de Educación secundaria.

2. El pensamiento del profesor de ciencias

Las relaciones que establece el profesor universitario de biología con la disciplina que enseña, es un tema que se inscribe dentro de la línea de investigación "*pensamiento del profesor de ciencias*", inmersa en el campo de la *formación del profesor de ciencias*.

Existen intentos de establecer propuestas que buscan reconocer diferentes aspectos del pensamiento del profesor. Porlán, et al. (1997) algunas de ellas, caracterizan el conocimiento profesional de los profesores como yuxtaposición de cuatro tipos de saberes de naturaleza diferente, relativamente independiente y que se manifiestan en distintas situaciones profesionales: Los saberes académicos, los saberes experienciales, las rutinas y guiones de acción y las teorías implícitas.

El pensamiento del profesor, visto desde el conocimiento profesional *de los profesores de ciencia*, ha sido estudiado por Carlos Marcelo García (1992) (adaptando la propuesta de Grossmann, 1990). Dentro del conocimiento profesional de los profesores distingue cuatro componentes: *el conocimiento pedagógico*, **el conocimiento del contenido**, *el conocimiento del contexto* y *el conocimiento didáctico del contenido*.

En general, cuando se hace referencia al pensamiento del profesor, se suele abarcar mucho más que el mero ámbito conceptual, involucrando en realidad y según los enfoques y perspectivas de los investigadores, diferentes aspectos tales como **concepciones**, creencias, valores, actitudes, conocimiento profesional. Los investigadores utilizan incluso una diversidad de términos, para referirse al pensamiento de los profesores (Pajares, 1992), son ellos: Concepciones, constructos, creencias, criterios, perspectivas, visiones, ideologías, teorías implícitas, teorías intuitivas, teorías subjetivas, imágenes, guiones, esquemas, metáforas, rutinas, conocimiento práctico, estrategias, dilemas, expectativas, modelos mentales, modos de ver el mundo, o cosmovisiones (world views), filosofías personales. En algunos casos, se usan diferentes denominaciones con significados similares y en otros, los mismos términos con distinta interpretación.

La utilización de un término u otro no suele ser aleatoria, sino que responde en cada caso, a la perspectiva teórica que orienta el estudio realizado. Sin embargo, existen posiciones diferentes respecto a esta cuestión. Algunos autores asumen una posición acrítica, no considerando útil establecer mayores precisiones sobre los términos que utilizan. Otros en cambio, trabajan con constructos específicos a los que otorgan significados precisos.

Hemos optado por clarificar la frontera entre las concepciones y las creencias de los profesores universitarios, utilizando el término de **creencias** del profesor sobre **enseñanza y aprendizaje** y restringiendo la acepción de **concepciones** a las ideas **sobre la biología**. Para hacer esta diferenciación, nos hemos basado en una investigación realizada en el contexto de enseñanza

universitaria con profesores, por María del Mar Moreno (2001). Por las características de nuestro trabajo de investigación, se hace necesario indagar las concepciones que tienen los profesores universitarios sobre la naturaleza de la Biología.

2.1. Concepciones de los profesores de ciencias

En adelante, nos referiremos a las concepciones de los profesores de ciencias, entendiéndolas como las ideas que tienen los profesores sobre la naturaleza de la ciencia. En el primer capítulo del marco teórico, se presentará la definición de 'concepción', adoptada para este estudio, mientras tanto, haremos una breve reseña sobre el tema para aclarar que con el concepto "naturaleza de la ciencia" los investigadores y profesores se refieren comúnmente a los valores y suposiciones que los individuos tienen respecto al desarrollo del conocimiento científico.

Las **concepciones**, son tal vez el constructo más ampliamente estudiado aunque vagamente definido. Las concepciones son interpretadas como *núcleos conceptuales, que expresan la manera como los profesores, conciben íntimamente aspectos concretos referidos a su actividad docente o a su conocimiento personal. Algunos autores consideran las concepciones como ideas sueltas o aisladas, débilmente articuladas, fuertemente contextualizadas y que pueden presentar incoherencias e inconsistencias* (Utges, 2003. p.p 55).

Las concepciones son entendidas por Rodríguez (1999) *como el conjunto de construcciones mentales personales que surgen de la integración con el entorno, le dan sentido y se evidencian en las formas en que los sujetos actúan en su cotidianidad* . (p.p 236)

Hemos identificado numerosas investigaciones que centran la atención en el pensamiento y las prácticas docentes, recogiendo aportes que dan respuesta a múltiples interrogantes relacionados con las concepciones que subyacen en la práctica.

Thomaz et al. (1996), consideran que *la visión de cada profesor universitario de Ciencias sobre los objetivos, procesos, construcción del conocimiento científico e implicaciones de la Ciencia en la sociedad*, influye en lo que se enseña y cómo se enseña,

Desde una perspectiva constructivista (Hewson y Hewson, 1989), se considera que los profesores de ciencias tienen *concepciones* sobre la ciencia y sobre la forma de aprenderla y enseñarla, fruto de sus años de escolaridad, que están profundamente arraigadas. El estudio de las concepciones de ciencia cobra así una especial importancia, como un primer paso para generar en los propios profesores unas concepciones y prácticas más adecuadas (Hewson y Hewson, 1988).

En relación con el contenido específico, los trabajos de la línea vinculados al pensamiento del profesor, se han centrado fundamentalmente en dos aspectos: las denominadas *concepciones alternativas*, y **las concepciones epistemológicas de los profesores**, o sea, las ideas que tienen acerca del conocimiento, su validez, su articulación y su producción. Este trabajo de investigación se inscribe en este último aspecto.

Las *concepciones epistemológicas de los profesores* han sido ampliamente investigadas en los últimos tiempos (Lederman, 1992; Abd-El-Khalick y Lederman, 2000; Kouladis y Ogborn, 1995; Porlán et al., 1997, 1998; Acevedo, 2002). Los trabajos destacan que los docentes desarrollan concepciones inadecuadas sobre naturaleza de la ciencia y el conocimiento científico. Esas concepciones (compartidas por los profesores y, en muchos casos, por los textos escolares), presentan una visión reduccionista de la ciencia, empirista y atórica (la evidencia experimental como fuente fundamental del conocimiento científico), rígida (metodología científica, reducida prácticamente a un único método entendido como una sucesión de etapas prefijadas), aproblemática y ahistórica (no se relacionan los conceptos y principios científicos con los problemas que los originaron), acumulativa, lineal (no - consideración de crisis, remodelaciones y retrocesos) y de sentido común (los conocimientos científicos surgen de la observación y son considerados como evidentes) (Gil, 1993; Vázquez, Acevedo, Manassero y Romero, 2003).

En una investigación sobre las concepciones epistemológicas de los *alumnos de Magisterio* (profesores en formación inicial), Porlán (1994) pudo constatar creencias inadecuadas sobre la neutralidad e infalibilidad del método científico y sobre la superioridad absoluta del mismo (autoritarismo epistemológico).

Por su parte, Acevedo (2002) encontró en una muestra de 24 aspirantes a profesores (titulados universitarios), que la mayoría creía en la objetividad de la ciencia y de los científicos en su trabajo, y asociaba su objetivismo a la existencia de un riguroso método científico (con la clásica secuencia Observación – Hipótesis – Experimentación – Teoría). Otro aspecto observado fue que, si bien los futuros profesores admitían en muchos casos la influencia en la ciencia de factores contextuales, no aceptaban que los mismos tuvieran ningún efecto en lo que se refiere a la objetividad e imparcialidad de la ciencia. Por otra parte, los cambios de teorías eran en realidad considerados apenas en un sentido acumulativo, sin admitir por ejemplo, la coexistencia de teorías rivales.

Varios autores (*Pope y Gilbert, 1983; Gordon, 1984; citados por Utges (2003) y (Kouladis y Ogborn, 1989, 1995; Lederman, 1992)*) encuentran que los profesores transmiten una imagen deformada del conocimiento y del trabajo científico que poco toma en cuenta las aportaciones de la epistemología.

Gilbert y Meloche (1993), realizaron un estudio con futuros profesores de ciencias sobre sus concepciones. La idea de ciencia que fundamenta la investigación, concibe “el saber científico como una construcción intelectual en un contexto social, histórico y político”.

Guasch, De Manuel y Grau, (1993) analizaron cómo el estilo usado por los profesores, los contenidos seleccionados en sus actividades de aprendizaje y el contexto en que se presentan los conceptos científicos, son elementos que reflejan la imagen de ciencia que poseen los profesores.

Las investigaciones relacionadas con las concepciones, arrojan resultados similares en contextos como el nuestro. Es el caso del estudio que adelantó *Perafán (1997)*, en un seminario de postgrado en la Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá, donde desarrolló una investigación cuyo compromiso era la explicación de las concepciones de conocimiento de los maestros para posibilitar la reflexión individual y colectiva. *“En el caso específico de la investigación, las distintas discusiones han permitido poner en evidencia que las resistencias para comprender el pensamiento sobre la naturaleza operativa del conocimiento, están en relación con una concepción que ha sido privilegiada históricamente y que se presenta como constitutiva e instituyente de los sujetos, en la que dicho conocimiento es comprendido como cosa independiente e independizable de los sujetos concretos, como mercancía susceptible de ser acumulada y transmitida y, por lo tanto como algo que puede tener realidad óptica independiente del sujeto”* (p. 131).

Esta ha sido una breve revisión bibliográfica acerca de las investigaciones que tienen alguna relación con el profesor universitario de ciencias y con las concepciones epistemológicas de los profesores. A continuación, nos detendremos a revisar el problema a investigar y los objetivos del estudio.

EL PROBLEMA A INVESTIGAR Y LOS OBJETIVOS DEL ESTUDIO

La presentación del problema que pretendemos desarrollar en esta investigación, comienza con una breve mirada a la historia de las ideas que lo inspiraron. En el 2003, el Grupo de Investigación Educación en Ciencias Experimentales y Matemáticas – GECEM, de la Facultad de Educación – Universidad de Antioquia, presentó a una convocatoria de COLCIENCIAS² el proyecto de investigación “Dime cómo evalúas y te diré como enseñas ciencias – Análisis del modelo didáctico del profesor y propuesta de formación permanente”.

La revisión de esta propuesta de investigación, nos permitió inicialmente darnos cuenta que la evaluación podría ser utilizada como indicador del modelo didáctico³ de los profesores universitarios de biología. Los momentos de socialización y discusión de las propuestas de investigación, permitieron aclarar que el soporte de las decisiones que toma un profesor universitario, se puede comprender si se analizan cómo son las relaciones que establece con la disciplina que enseña. En este sentido, era más importante centrarse en uno de los componentes del modelo a saber, la concepción de ciencia de los profesores – fundamento epistemológico.

Desde el enfoque que maneja el Grupo GECEM en la línea de investigación Formación de Profesores de Ciencias, nos identificamos con la idea de que así como los alumnos construyen explicaciones sobre el mundo, los profesores también lo hacen sobre la ciencia y sobre su enseñanza. Formar profesores de ciencias en cualquier nivel, incluye la meta de que su modo de comprender la ciencia, llegue a corresponder con puntos de vista acordes con los modelos epistemológicos actuales.

Es así como en esta investigación pensamos que los profesores de ciencias (universitarios o de cualquier otro nivel) utilizan concepciones (Porlán, 1994, 1997, 1998; Lederman, 1992; Abd-El-Khalick et al. 2000; Kouladis y Ogborn, 1995; Acevedo, 2002; Gil, 1993; Vázquez, Acevedo, Manassero y Romero, 2003; Gilbert y Meloche, 1993; Guasch, De Manuel y Grau, 1993, Rodríguez, 1999, Perafán, 1997) implícitas que orientan su acción en el aula. Para el caso de los profesores universitarios, surge como problema la carencia de un cuerpo teórico de conocimientos en didáctica de las ciencias, que les permita tomar como objeto de reflexión la ciencia que enseñan y proponer metodologías a

² El Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología – COLCIENCIAS, es la entidad que organiza el macro - sistema de producción de conocimiento científico y tecnológico en el país, y en asocio con diferentes Ministerios, las Universidades, otras instituciones de educación superior y la empresa pública y privada, financia proyectos de investigación.

³ El modelo didáctico definido por Estany e Izquierdo (2001), sugiere que hay tres tipos de fundamentos a considerar, cuando se piensa en el conocimiento que el profesor de ciencias despliega en torno a su práctica: epistemológicos, psicológicos y sociopedagógicos; que hay un conjunto de elementos (la finalidad, los contenidos, la organización de la enseñanza, la comunicación) y que de las relaciones entre fundamentos y elementos, se desprenden unos principios sobre los cuales se cimienta el conocimiento del profesor.

través de las cuales el estudiante se adentre en el conocimiento científico como tal.

A modo de **hipótesis** podemos decir, que la actuación de los profesores universitarios de biología que hacen parte de este estudio de caso, ha estado marcada enormemente por una concepción muy alejada de la actualmente defendida por los filósofos contemporáneos, respecto a la naturaleza de la Biología – sus objetivos, los procesos seguidos por los científicos en su construcción, la naturaleza del conocimiento y su papel en la sociedad -.

Respecto a la visión de estos profesores universitarios de Biología sobre el **objetivo del trabajo científico**, es posible que éstos consideren que tal objetivo es la búsqueda del conocimiento sobre los seres vivos independientemente de su aplicación, lo que permite inferir que la enseñanza a la que probablemente hayan estado sujetos a lo largo de su formación básica y universitaria, no les permitió apreciar el papel que tiene la Biología en el complejo mundo de la ciencia y la tecnología y en la solución de problemas sociales.

El hecho de que una gran mayoría de profesores de Ciencias presenten una **visión empirista-positivista de la ciencia** (Porlán, R., Rivero, A. y Martín del Pozo, R, 1997,1998) nos hace pensar que los dos profesores analizados están adoptando estrategias de enseñanza con características de “transmisión cultural”. Esta visión determina en buena parte la relación del profesor que enseña Biología en la Universidad, con el conocimiento disciplinar. Intentar develar dicha relación, es la meta que persigue esta investigación.

De acuerdo con autores tales como Salmon, 1988; Lakin y Wellington, 1994, citados por Thomaz et al. (1996), *la visión de cada profesor de Ciencias sobre los objetivos, procesos, construcción del conocimiento científico e implicaciones de la Ciencia en la sociedad* (p.p 315), influye en lo que se enseña y cómo se enseña. Esta apreciación se extrapola al profesor universitario de biología.

Para esta investigación, por tratarse de profesores de Biología en una Facultad de Educación, las implicaciones que tiene este problema se extienden al dominio de la educación básica y media. En efecto, como señalan Cartaña y Comas “*la deficiente formación didáctica, que tienen en general, los profesores de ciencias de las facultades (y que, dicho sea de paso, no suelen reconocer) la han transmitido a sus alumnos (profesores de secundaria) y estos a su vez a sus alumnos*” (1994, p.262).

Los vacíos en la formación didáctica del profesor universitario de ciencias y el poco conocimiento de su pensamiento (Utges, 2003), muestra que el panorama referido a la investigación en este campo es complejo y hay un largo camino por recorrer, sobre todo las investigaciones orientadas a abrir el espacio del conocimiento de la didáctica para la formación del profesor universitario de Biología.

Consideramos que es apropiado, valernos de las evaluaciones escritas, programaciones de curso, guías de laboratorio, talleres y entrevistas a los profesores, para establecer las relaciones que establece el profesor universitario de biología con la disciplina que enseña, ya que la naturaleza de éstos instrumentos nos permite acceder a cierto tipo de información, en la cual se pone de manifiesto qué biología le interesa que sus estudiantes aprendan, porque en definitiva, es la que planifica y evalúa.

A continuación nos permitimos dar forma y plantear **el problema de investigación**, a través del siguiente interrogante:

¿Cómo se pueden explicar las relaciones que establece el profesor universitario de Biología con la disciplina que enseña?

Una vez planteado el problema en el que se centra esta investigación, podemos presentar los objetivos que intentamos desarrollar:

Objetivo General:

Describir la relación que establecen dos profesores universitarios de Biología, del programa de Licenciatura en Biología y Química de la Universidad Tecnológica del Chocó, con la disciplina que enseñan, a través del estudio de casos.

Objetivos Específicos:

- Explorar las relaciones que establecen los dos profesores universitarios de biología con la disciplina que enseñan, por medio del análisis de las evaluaciones escritas, las programaciones, guías de laboratorios, talleres y entrevistas.
- Caracterizar las relaciones que establecen los dos profesores de Biología de la UTCh con la disciplina que enseñan, a partir de sus visiones sobre los fines, procesos de construcción, naturaleza del conocimiento biológico, y relación Biología - Tecnología - Sociedad.
- Contribuir al desarrollo de la línea de investigación sobre Formación de Profesores de Ciencias, a través de los dos estudios de caso sobre profesores universitarios de Biología.

MARCO TEÓRICO

Para estructurar la presentación y argumentación de los fundamentos teóricos de nuestra investigación dividimos el marco teórico en dos capítulos con los siguientes aspectos: *El profesor universitario de ciencias* y *Naturaleza de la biología*.

1. El profesor universitario de ciencias.

Esta investigación se centra en los estudios de caso de dos profesores universitarios de la UTCh (Quibdó, capital del Chocó - Colombia), que dirigen los cursos de biología, para estudiantes del programa de Licenciatura en Biología y Química. Sobre el profesor universitario y sobre su conocimiento profesional hay poca investigación en el ámbito mundial (Porlán et al, 1997) igualmente, en Colombia casi no existen resultados de investigaciones en los que se muestre en qué se basan estos profesores para tomar decisiones sobre la enseñanza y menos aún, cuáles y cómo son las relaciones que establecen con la biología como disciplina y como objeto de enseñanza. Las ideas que se presentan a continuación, son producto de algunas reflexiones sobre profesores universitarios en general, que sirven de punto de partida para el análisis.

1.1. Características generales de los profesores universitarios de ciencias

De acuerdo con Campanario (2002), entre las características generales más comunes de los profesores universitarios de ciencias, se pueden citar las siguientes, que podrían ajustarse a las de los profesores de biología:

En general, los profesores universitarios de ciencias no son demasiados entusiastas en lo que respecta a admitir la necesidad, por su parte, de una formación pedagógica y didáctica.

-Se tiende a considerar que las investigaciones sobre problemas de aprendizaje son más fáciles de realizar que las que se llevan a cabo en otros dominios y los resultados que se obtienen en ellas sólo son útiles cuando son directamente aplicables.

- Otra característica de los profesores universitarios, es que conciben la enseñanza *“como una actividad simple para la que bastan conocimientos científicos, sentido común, experiencia y algunos complementos sobre educación”* (Calatayud y Gil, 1993, p.36).

- A los profesores universitarios de ciencias, les resulta difícil admitir que uno no hace su trabajo tan bien como cree y tiene probablemente una parte de “culpa” en las dificultades de aprendizaje de sus alumnos.

- Los profesores universitarios de ciencias consideran que los únicos problemas de enseñanza de las ciencias achacables al profesor universitario, tienen que ver con la falta de conocimientos de la asignatura propia. Esta es casi la única responsabilidad que muchos profesores de universidad están dispuestos a admitir (y no en ellos, naturalmente, sino en otros).

- Son comunes las objeciones por parte de los profesores universitarios de ciencias a las propuestas docentes que hagan los didactas de las ciencias. Estas objeciones se basan en actitudes negativas implícitas o explícitas.

- Los docentes universitarios son realmente hábiles encontrando problemas, inconsistencias, puntos débiles y posibles efectos secundarios no deseados en casi cualquier idea o método docente alternativo que se someta a su consideración.

- Los docentes universitarios de ciencias consideran que en los niveles de enseñanza universitaria el alumno debería haber alcanzado ya un cierto nivel de madurez y, por tanto, no se necesita una formación didáctica del profesor. Además argumentan que los alumnos son pasivos y en este contexto la mayor parte de la responsabilidad recae en el profesor y consiste en explicar, y explicar bien quiere decir explicar según la lógica de la disciplina que, con el devenir de los siglos, ya está bastante bien estructurada.

- Los profesores universitarios de ciencias expresan que en el pasado siempre ha habido físicos y químicos, sin que existiese formación didáctica de los profesores y sin que se sintiese la necesidad de la misma.

- Además de la masificación (obstáculo inamovible al que se achacan todos los males), la objeción más común que suelen plantear los profesores de ciencias de la universidad cuando se analiza con ellos un nuevo enfoque docente es que todo resulta muy bonito y perfecto en teoría, pero las cosas son muy diferentes en la práctica.

- Un tema en el que siempre se ha observado un gran interés por parte de los profesores universitarios es el de la evaluación y calificación de los alumnos. Al contrario de lo que sucede con otras tareas docentes, la evaluación se deja exclusivamente en manos de los profesores y es de responsabilidad total y absolutamente suya (Campanario, 1998).

Si bien esta caracterización del profesor universitario se acerca en algunos aspectos a la de los casos estudiados en esta investigación y permite cierta aproximación al problema, surgen otras características que los diferencian y les dan a una identidad particular en lo que tiene que ver con el ejercicio de su práctica de enseñanza, en el contexto propio de una Universidad de provincia, con escaso recurso humano adecuadamente formado a nivel profesional. De la complejidad de este contexto, se toman *como eje central* para el *análisis de los dos casos, las concepciones de los profesores de la UTCh sobre la naturaleza*

de la biología porque asumimos que afectan sus prácticas de enseñanza. No obstante, hay que tener en cuenta la influencia de su formación en la enseñanza de ese saber, su ejercicio profesional en instituciones educativas y la práctica investigativa; las metas de la formación universitaria; además se tienen en cuenta factores de orden socio - cultural, entre otros. La reflexión acerca de las relaciones que establece el profesor universitario de Biología con la disciplina que enseña se conecta con la pregunta: ¿Cómo es que el profesor universitario de Biología reconstruye el conocimiento científico como objeto de enseñanza?. En este punto es donde toma sentido el proceso de modelización (ver numeral 1.5.2. capítulo 1, Marco Teórico).

Utges (2003) plantea que la actividad que los profesores desarrollan en sus aulas parece estar orientada por sus *concepciones*. Éstas actúan como un filtro que regula los modos de enseñar y las decisiones que toman los profesores, es decir, las opciones que adoptan respecto del *conocimiento*, de los métodos, recursos e interacciones educativas en el aula. Los profesores ajustan el currículo de acuerdo a sus propias creencias y convicciones, transmiten sus valores y operan en las clases a partir de sus visiones personales sobre la enseñanza y el aprendizaje.

Esta autora también señala que “probablemente, una parte importante del denominado “currículo oculto” está fundado en esas perspectivas personales. *La visión que los alumnos adquieren de una disciplina y sus propósitos en el currículo, los valores socioculturales que pueden llegar a atribuirle, el significado y el sentido de las actividades de aprendizaje que realizan, dependen en gran medida de la interacción con el profesor; que actúa, consciente o inconscientemente sobre la base de sus creencias y concepciones” (p.p 53).*

Es innegable que cada profesor tiene una visión personal sobre la educación, que moldea y limita lo que está dispuesto a hacer o no hacer, un conjunto de concepciones sobre la *naturaleza del conocimiento* y sobre cómo lo adquieren los estudiantes y un conjunto de valores personales, que determinan lo que prioriza en el aula y regulan la toma de decisiones. Los resultados de un número cada vez mayor de trabajos coinciden en señalar, además, que las *concepciones epistemológicas de los profesores, o sea, las ideas que tienen acerca del conocimiento, su validez, su articulación y su producción*, son de hecho un factor que influye en la forma como éstos interpretan el aprendizaje y la enseñanza de las disciplinas que imparten.

En este mismo sentido, estamos de acuerdo con Pope y Scott (1983), cuando afirman que la epistemología del profesor, como parte de sus constructos o esquemas personales de conocimiento, es una de las variables del conocimiento tácito y de reflexión en la acción que más incide en la toma de decisiones prácticas.

Las concepciones que los profesores tienen acerca del conocimiento y de la manera de facilitarlo, determinan en gran medida las opciones de diseño,

intervención y evaluación que adoptan en la práctica. En este sentido Gimeno (1988) afirma:

“La epistemología implícita, su idea de lo que es contenido de aprendizaje y conocimiento valioso, le llevará a seleccionar determinados elementos, a dar importancia a unos que a otros, a recrearse con actividades diversas, en unos sí y en otros no, a tener todo esto en cuenta a la hora de evaluar, etc” (pp. 216).

1.2. ¿Qué se entiende por ‘concepciones’?

En este apartado, vale la pena mencionar que cuando se habla de “concepción” se está haciendo referencia a las ideas que los profesores tienen sobre la biología, para diferenciarla de términos como ‘creencias’.

Para ser más precisos, estamos de acuerdo con Rodríguez (1999), en que las concepciones son el conjunto de construcciones mentales personales que surgen de la integración con el entorno, le dan sentido y se evidencian en las formas en que los sujetos actúan en su cotidianidad. En consecuencia, las *concepciones* que los profesores tienen sobre la *biología* y su naturaleza, determinan los modos como se *relacionan con la misma*. Así, *no será lo mismo el enfoque de enseñanza de la biología de un profesor que la concibe como una disciplina estática, que el de otro que la concibe de forma dinámica, sometida a cambios como resultado de nuevos descubrimientos y producto de la aplicación de otros campos de conocimiento*. Esta tesis, encierra una complejidad de la cual debemos dar cuenta para percibir mejor y de manera realista, cómo es que el profesor universitario de Biología comprende la disciplina que enseña.

En la última tendencia, el profesor universitario de Biología tiene una comprensión epistemológica de su disciplina desde la que entiende qué es y cómo se construye nuevo conocimiento científico al interior de las comunidades, reconoce el impacto de los artefactos en la sociedad y en la propia ciencia y favorece en sus estudiantes - que para el caso de esta investigación son futuros profesores de ciencias – una visión de la ciencia más acorde con los planteamientos desde la Nueva Historia y Filosofía de la Ciencia.

Grossman, Wilson y Shulman (1989) señalan dos tipos de concepciones del profesor dependiendo de si están referidas a las Ciencias como disciplinas científicas o las ciencias como objeto de enseñanza-aprendizaje. Las primeras, influyen en el *contenido que se enseña y la forma de enseñarlo*. Las segundas, incluirían la *orientación que el profesor da a la materia que enseña*, esto es, las concepciones del profesor sobre lo que es importante conocer y cómo llegar a ello.

En esta investigación, nos apoyamos en el segundo tipo de *concepciones (como guía de análisis) que los profesores tienen sobre la Biología como*

disciplina científica, ya que los dos casos analizados corresponden a profesores universitarios en situación de docencia. Esta condición a nuestro modo de ver, hace que la relación con la Ciencia como disciplina científica, surja como condición indispensable para el proceso de modelización que ellos deben hacer sobre dicho conocimiento y que a su vez, deben enseñar a hacer a sus estudiantes.

1.3. Las prácticas de enseñanza, la práctica investigativa y la formación didáctica de los profesores universitarios de ciencias

Siguiendo los modelos tipificados de enseñanza – aprendizaje, según la forma de presentar los contenidos de la ciencia, los profesores enseñan a sus estudiantes a entender y valorar las ciencias de una determinada manera. Por ejemplo, una enseñanza tradicional (dogmática, memorística y magistral) genera una imagen de ciencia verdadera, incuestionable, inmutable, incontestable, definitiva, acrítica y elitista (que todavía goza de buena salud en la formación inicial de los profesores de Ciencias, en el imaginario social y en los medios de comunicación masivos), en donde las teorías científicas se asumen como verdades descubiertas y las prácticas de laboratorio como guías que hay que seguir al pie de la letra para poder abstraer generalizaciones de lo observado.

Refiriéndose a la práctica docente, Gutiérrez (1990) dice que la práctica docente no coincide ni con la práctica científica de las disciplinas (la investigación) ni con su práctica tecnológica, lo que implica que el conocimiento que se pone en juego en la enseñanza tiene características epistemológicas diferentes. ¿Cómo son estas características para el caso de los profesores universitarios de Biología?. Si bien responder a esta pregunta sería tema de otra investigación, lo que sí podremos avanzar es que la práctica docente está determinada por la naturaleza de la Biología que conciba.

Las reflexiones del grupo GECM en torno a la formación del profesor universitario de ciencias, conducen a pensar que hay una estrecha relación entre la concepción de ciencia de un profesor de biología que hace investigación y/o se mantiene actualizado (frente a las preguntas de frontera en la disciplina que enseña) y sus prácticas de enseñanza, en cuanto incorpora a éstas, ya sea de un modo implícito, el conjunto de procedimientos, modos de pensar, toma de decisiones y en general, las acciones propias de la actividad científica. Se considera que cuando un profesor de ciencias durante su formación inicial, tiene la oportunidad de aproximarse a la práctica científica de la mano de un profesor(a) que la conoce en profundidad, este futuro profesor puede asumir una postura distinta cuando se enfrenta a la enseñanza de los contenidos científicos.

El profesor que investiga ofrece una mirada de las ciencias, desde la que se muestra cómo en la producción de conocimientos existen rupturas, obstáculos y paradigmas que orientan el pensamiento de la época. El profesor al conocer

y entender dichos obstáculos, orienta de manera diferente la enseñanza. Entender epistemológicamente cómo se forma -por ejemplo- un concepto, permite al profesor entender la ruptura entre conocimiento común y conocimiento científico.

El problema de la formación didáctica de los *profesores de ciencias* en la universidad, está de antemano mal condicionado. Es esta la típica situación en la que existe una necesidad que no va acompañada del nivel de demanda que correspondería para su adecuada solución, por lo que cualquier intento de intervención debe pasar ineludiblemente por un esfuerzo previo de sensibilización de los posibles beneficiarios. Desgraciadamente, todo se complica por las actitudes negativas (a veces hasta la irracionalidad), que mantienen muchos posibles beneficiarios hacia el área de la Didáctica de las Ciencias y el trabajo de investigación en la misma (Campanario, 2002).

Independientemente de cual sea finalmente el conjunto mínimo de conocimientos y destrezas que se consideran necesarios como base didáctica del profesor universitario de ciencias para desarrollar una docencia de calidad, habría que dedicar un cierto tiempo a eliminar (o al menos cuestionar) algunos mitos comunes muy extendidos entre el profesorado universitario por ejemplo, la concepción de la mente del alumno como un recipiente pasivo, vacío, que hay que llenar, la supuesta eficiencia - más allá de toda duda- de los trabajos prácticos, la idea de que las capacidades de los alumnos se distribuyen siguiendo una curva normal, etc., evidencias de sentido común (Campanario, 2002).

Si se extrapolan los resultados de las investigaciones realizadas sobre los profesores de ciencias de enseñanza secundaria, el origen de las ideas y las concepciones docentes de los profesores universitarios se ha de situar, en el proceso de formación implícita al que han sido sometidos a lo largo de tantos años de haber sido alumnos (Campanario, 1998). Es ahí sin duda, donde se han desarrollado sus concepciones acerca de la ciencia, de la enseñanza y el aprendizaje. En ese contexto, se originan también algunos mitos comunes en el imaginario de los profesores de ciencias que sirven como referentes y en algunos casos, como modelos a seguir o a evitar.

Al igual que los estudiantes de ciencias, llegan a las aulas universitarias equipados con un arsenal de ideas previas o preconcepciones acerca de los contenidos científicos (amén de pautas de razonamiento y concepciones epistemológicas inadecuadas), se ha de admitir que los profesores universitarios han desarrollado, primero durante su época de estudiantes y luego, durante su tarea docente diaria frente al tablero, en el campo o en el laboratorio, ideas y concepciones sobre cómo es y cómo debe ser la docencia universitaria.

¿Cómo influye la formación didáctica de los profesores universitarios de ciencias, sobre la interpretación que ellos hacen acerca del conocimiento científico?.

La influencia de esta formación es enorme porque responde a prácticas que se adquieren sin reflexión, como algo natural, obvio y de sentido común, convirtiéndose en un verdadero obstáculo didáctico para ejercer la docencia, en la medida en que pensamos que para construir los objetos de la ciencia como objetos de enseñanza, el profesor universitario debe tener en cuenta, no solamente su conocimiento disciplinar, sino también, el conocimiento que tiene sobre la disciplina y el conocimiento que trae sobre la enseñanza.

Algunos de los presupuestos de esta 'didáctica del sentido común', analizados por Gil, (1991) son:

- Reducir la enseñanza de los conceptos exclusivamente a la lógica de la ciencia, sin tener en cuenta la lógica didáctica para asimilarlos; en este caso, la pedagogía⁴ es reemplazada por los conceptos, olvidándose que, en un contexto de formación, el profesor en primera instancia interpreta pedagógicamente la teoría del científico, pone en práctica dicha interpretación haciendo uso de la didáctica y en un tercer momento la teoría científica, interpretada pedagógicamente por el profesor, es apropiada por el estudiante.

En este sentido, podemos decir que la didáctica de las ciencias, se caracteriza por tener un objeto o finalidad y una base teórica, que corresponde a los conocimientos científicos que utiliza para alcanzar la meta propuesta (decirnos como tendría que ser la enseñanza de las ciencias, para que un estudiante universitario tenga una educación científica propia de su nivel de formación, por ejemplo).

- Concebir los conceptos aislados de un contexto social y político donde se originan.

Esta concepción dominante ha sido poco analizada y algunos autores muestran que su complejidad supera los hechos asumidos. Bromme (1988) y Gil (1991) plantean que el conocimiento de una disciplina va más allá del dominio de un saber teórico y práctico del mismo y, por tanto, dicho saber debe incluir conocimientos profesionales, ausentes, por lo general, en los procesos de formación del profesorado.

1.4. El ejercicio profesional de los profesores universitarios

Según Garritz (1997), el profesor universitario de hoy debe estar comprometido con las cuatro funciones sustantivas de la Universidad: docencia, investigación, extensión y cooperación internacional (sin contar la administración).

⁴ En esta investigación, sería la Didáctica de las Ciencias.

Felder (1994), citado por Garritz (1997), se refiere a este profesor modelo, como algo prácticamente inalcanzable. Así, Felder asume que no es humano pedir a todo el personal académico de una institución de educación superior que realice con éxito todas las tareas universitarias, independientemente de su entrenamiento y experiencia.

Estamos de acuerdo con Felder, cuando afirma que seguramente encontraríamos muy pocos que cumplan con todas esas funciones; sin embargo, podríamos pensar en un mayor número de profesores que sobresalen en la enseñanza ó en la investigación y en otra cantidad de profesores que cumple decorosamente las otras funciones, pero que no es lo suficientemente grande como para poblar las facultades y departamentos de la universidad.

Como nuestro objeto de estudio se centra en los profesores universitarios de Biología, específicamente profesores de una Facultad de Educación, consideramos necesario definir al profesor del programa de Licenciatura que procura cumplir con al menos dos de las funciones mencionadas.

Definimos al **profesor de licenciatura** como la persona nombrada o contratada para desarrollar actividades de investigación, de docencia, de extensión y de administración académica, en la Facultad de Educación. La finalidad social del Estado a la cual atiende este funcionario, es la de contribuir a la educación científica, pedagógica y/o didáctica de quienes ejercen o ejercerán como profesores.

Cabe destacar que no consideramos situados en un mismo nivel la pedagogía y la didáctica, es decir, colocamos la práctica de la enseñanza como el campo amplio de la pedagogía en el cual se encuentra la didáctica (Zuluaga et al, 2003). En este sentido entendemos la **pedagogía** como “la disciplina que conceptualiza, aplica y experimenta los conocimientos referentes a la enseñanza de los saberes específicos en las diferentes culturas. Se refiere tanto a los procesos de enseñanza propios de la exposición de las ciencias, como al ejercicio del conocimiento en la interioridad de una cultura” y la **didáctica** como “el discurso a través del cual el saber pedagógico ha pensado la enseñanza hasta hacerla el objeto central de sus elaboraciones” (Zuluaga et al, 2003. p.p. 36).

La actividad docente de la Licenciatura, implica un compromiso profesional y ético con sus estudiantes, de la mayor trascendencia. La razón es que se trata de un profesor universitario que está formando a los profesores que tienen o tendrán en sus manos, la

responsabilidad de formar en Ciencias Naturales y Educación Ambiental a las generaciones futuras de colombianos. Por este motivo, el profesor de la Licenciatura tiene que ser un profundo conocedor de la realidad mundial, nacional, regional y local en torno a los avances, las dificultades y los retos de la educación en ciencias. De lo contrario, no podrá ejercer con autoridad académica y ética la labor que se le encomienda. Del mismo modo es de esperar que por una parte, sea un profesor capaz de llevar a su aula de formación de docentes, los principios, metodologías y perspectivas teóricas más actuales en lo relativo a la ciencia, o a la pedagogía, o a la didáctica y por otra, que su discurso y actuación sean consistentes y coherentes entre sí, ya que él/ella es un modelo a seguir o a evitar por sus estudiantes.

Si tenemos en cuenta que en la Universidad una de las funciones del profesor que ofrece la fundamentación científica, es introducir al estudiante en la Ciencia y en la actividad científica, esto debe ir acompañado de una alta formación científica e investigativa del profesor, como requisito para asumir el reto que le impone el ejercicio de la profesión “docente universitario” (Anexo 6 “La Universidad en el sistema educativo colombiano”).

1.5. La construcción del conocimiento científico en objeto de enseñanza

Este proceso está inmerso en la recontextualización del conocimiento científico. La elaboración de versiones didactizadas (discursos con propósito de enseñanza) acerca de los saberes científicos pone en tensión diversas rutas, que tienen que ver con *la intencionalidad curricular, dado el nivel del sistema educativo*. En esta investigación, consideramos que en todos los niveles ocurre la recontextualización del conocimiento científico y la modelización, puesto que la reelaboración epistemológica de los modelos o teorías científicas surge como condición indispensable para la enseñanza de las ciencias; pero a nivel universitario no tendría que haber transposición didáctica. En otras palabras, cualquiera que sea el nivel educativo, el profesor de ciencias modeliza el

conocimiento científico y le enseña a sus alumnos a pensar a través de modelos, no obstante, en educación infantil, primaria y secundaria el profesor lleva a cabo procesos de *transposición didáctica*, necesarios para aproximar a los alumnos a la ciencia.

1.5.1. La transposición didáctica

Es entendida como la transición por la cual aquellas *teorías o modelos científicos*, productos de la investigación en una comunidad de especialistas, se convierten en ciencia escolarizada (Chevallard, 1985), en donde, la vinculación de elementos del saber a los procesos de enseñanza implica la adecuación y transformación de estos en objeto de enseñanza (Chevallard, 1991). Es decir hay una “transformación” del objeto científico. Los profesores de ciencias naturales (quienes llevan a cabo el trabajo de convertir los modelos construidos por los científicos en contenido curricular y, por tanto, en objeto de trabajo en el aula) harán lo propio, con miras a que sus estudiantes de primaria y secundaria, se aproximen a una idea admisible de la construcción histórica de la ciencia y desde allí a la elaboración de una imagen no tergiversada de esta ciencia. Esto podría contribuir a que dichos estudiantes opten por hacerse practicantes en el campo de la ciencia.

Asumimos que en el nivel universitario no se lleva a cabo la “Transposición didáctica” porque no se espera que haya distancia entre el saber sabio y el saber a enseñar. Sin embargo, pensamos que al igual que en la educación básica y media, sí se lleva a cabo la Modelización, que en este caso implica, que el profesor no solamente haga una presentación de la teoría científica sin desvirtuarla, sino también, que enseñe a sus estudiantes a pensar a través de modelos. Para esta actividad el profesor, como experto, no solo debe conocer los contenidos, sino que debe comprender la estructura epistemológica, la evolución histórica y la dimensión didáctica de los mismos (Shulman, 1989).

1.5.2. La Modelización

Para el Grupo GECM, la modelización es un proceso de orden cognitivo y de naturaleza epistemológica a través del cual, una persona re-elabora los objetos de la ciencia (los modelos, leyes y teorías científicas) y los apropia. Este proceso es inicialmente de carácter individual, tiene diferentes resultados y ocurre en distintas formas, dependiendo del contexto en el que tenga lugar y de la finalidad específica –explícita o no- que lo oriente. Así entonces, si hablamos del entorno escolar, el profesor buscará que los alumnos re-elaboren los objetos de la ciencia como modelos de conocimiento escolar, útiles a los alumnos en cuanto les satisfagan para explicar su realidad, aceptables desde el saber erudito y consistentes con este, no obstante, sin su formalidad. Por otra parte, si hablamos de la modelización en el entorno universitario, la re-elaboración de los modelos de la ciencia implica que el estudiante se sumerja completa y profundamente en el saber y en la actividad científica, propios de la comunidad de especialistas. En ambos entornos existe algún tipo de recontextualización pedagógica, porque ambos son contextos de formación, sin

embargo es la finalidad (formar ciudadanos ó formar científicos), la que determina el carácter y la naturaleza de dicha recontextualización.

Así mismo, en ambos contextos se hace una recontextualización del saber sabio bajo condiciones diferentes. Para ilustrar esta idea, nos valemos de un ejemplo de Chevallard, (1985), como la reconstrucción que sufre una pieza musical de violín al piano: es la misma pieza, es la misma música pero ella está escrita de manera diferente para ser interpretada con otro instrumento.

A pesar de que en la Universidad no debe haber distancia entre el saber sabio y el saber a enseñar, debemos tener en cuenta que en el momento en que se re-construye el saber, este se hace sobre la base de un programa e involucra los avances en el campo de la investigación. De ahí que esté re-contextualizado. Para enseñar ese saber, se debe prever la presentación de los objetos de saber, estructurados en cierto orden. De esta manera en los sistemas de formación universitarios, se construye un tiempo didáctico, que es el tiempo que comprende el hecho de ordenar en la sucesión los objetos de saber: “el sistema didáctico no puede responder sobre una globalidad: debe entregar el conocimiento por fragmentos, sucesiones de capítulos y de lecciones. Necesita una introducción en la materia, un cuerpo del discurso y un fin, que es justamente el modelo de transmitir” (Joshua, Dupin, 1993, pp. 196-197), aun en los casos en que sea el mismo profesor el productor de ese saber, es decir, esto no lo salva del proceso de re-contextualización del mismo.

La recontextualización que se hace del conocimiento científico en la Universidad y en la Educación Básica y Media es un tema relativamente novedoso entre los didactas de la ciencia, por eso este trabajo de investigación no pretende hacer una disertación en torno a esta. Interesa en la medida en que permite explicar las implicaciones de la actividad docente universitaria.

Hablar de Modelización en el sentido en que se acaba de presentar, requiere la revisión de los fundamentos teóricos de esta idea, propuesta originalmente por Izquierdo & Sanmartí (2001), a partir de los trabajos de Ronald Giere (1988) sobre el modelo cognitivo de ciencia. Para Giere, los modelos teóricos intentan ser modelos de algo - y no solamente ejemplares para la construcción de otros modelos teóricos -, funcionan como los medios que los científicos usan para representar el mundo y son entidades abstractas que no tienen más realidad que aquella que les concede la comunidad científica.

De acuerdo con Tomasi, 1999; Del Re, 2000 y Caldin, 2002, para el concepto de modelo hay una pluralidad de significados; todo modelo es una representación abstracta de un conjunto de interacciones y la estructura de cada modelo es diferente de las descripciones de los hechos o fenómenos de los que cada modelo pretende dar cuenta. De la revisión histórica de los diferentes modelos científicos que en cada época han tenido vigencia, se

puede concluir que el desarrollo de la ciencia está caracterizado por la formulación y sustitución de modelos.

De conformidad con lo anterior, se sostiene que cada una de las ciencias de la naturaleza posee una historia en torno a la formulación, contrastación y abandono de modelos; cada uno de ellos construido en el lenguaje conceptual y metodológico con el que los especialistas atrapan cognoscitivamente y expresan los componentes y las interacciones de los objetos de conocimiento que son, han sido y serán de su interés en términos de producción de saber. En consecuencia, los modelos científicos serán diferentes para los físicos, los químicos y los biólogos, para hacer referencia sólo a estas ciencias; lo anterior se concluye sin negar los apoyos conceptuales y metodológicos que cada grupo de especialistas retoma de las diversas ciencias.

Desde nuestro punto de vista, para un profesor de ciencias es necesario re-elaborar para sí mismo los modelos científicos, tanto desde el contexto universitario –en cuanto tendría que ser un par académico en el terreno científico- como desde el contexto escolar –porque ese será su espacio y su tiempo de influencia-, entendiendo su naturaleza y alcance explicativo en cada caso. No obstante, son escasas las oportunidades que el profesor tiene para hacer esta reconstrucción, de manera que cuando enfrenta la realidad de la enseñanza de las ciencias, asume los modelos teóricos como entidades reales y se limita a la capacidad del modelo para describir los fenómenos, pero no para entenderlos.

Es comprensible la dificultad para la construcción del objeto de enseñanza, es decir la Modelización de la teoría en el campo didáctico, para quien no ha construido el modelo teórico (Profesor de Biología que no investiga o que no participa de una comunidad académica), ya que la puesta en escena en el aula, de los modelos teóricos de la ciencia, es decir la actividad de enseñanza, implica ir más allá de la descripción, para explicar la descripción, la argumentación y la interpretación.

En este sentido, el profesor debe ser conciente que su razón de ser no es saber la ciencia en sí -a no ser que sea un científico-, pero la debe conocer sobre todo en su estructura y racionalidad, y que él incorpora a su saber pedagógico y didáctico, un saber que es del científico y eso le da un carácter intersubjetivo. Cuando el profesor universitario es un científico, habla de lo que hace a través del lenguaje, aunque no puede expresar todo lo que sabe, puesto que el lenguaje se queda corto al no poder hacerlo todo evidente (Tamayo, 2004).

Cuando el profesor universitario es un científico y enseña lo que investiga, su puesta en escena en el aula no tiene por qué alejarse del saber sabio. La intencionalidad pedagógica de un profesor universitario que es investigador, y que tiene formación

pedagógica y didáctica, será distinta a otro que no la tenga. En el primer caso, el profesor está facultado para ser un vigilante epistemológico del conocimiento que se construye en el aula de la Universidad.

La reflexión acerca de las relaciones que establece el profesor universitario de Biología con la disciplina que enseña, se conecta con la pregunta: ¿Cómo es que el profesor universitario transforma el conocimiento científico en objeto de enseñanza? para responderla tomamos como referencia conceptual el conocimiento científico y el conocimiento del profesor. El primero, está dado por los contenidos, procesos y actitudes científicas de la práctica científica; el conocimiento del profesor, comprende los *contenidos científicos apropiados pedagógicamente por él con el propósito de enseñar*.

1.5.3. El conocimiento científico.

De acuerdo con Porlan (1997) el conocimiento científico aun siendo falible y cambiante, es capaz de formular, abordar y resolver problemas, comprender fenómenos naturales e intervenir en la transformación del mundo.

De igual forma, para Zambrano (2005), el conocimiento científico corresponde al *mundo conceptual* propio de una ciencia, que le permite al hombre interpretar, explicar, vivir y pensar el mundo. Dicho mundo conceptual se refiere a los problemas, teorías, métodos experimentales para resolverlos, resultados obtenidos, es decir, sus conceptos, fórmulas, constantes, leyes y su aplicación correspondiente al mundo de la vida. El contenido de las disciplinas representa el mundo conceptual de las ciencias. Este conocimiento científico se materializa en el aula como el conocimiento disciplinar en ciencias naturales.

En torno a y en la base de cada disciplina científica,” hay cierto número de reglas, principios, estructuras mentales, instrumentos, normas culturales y/o prácticas, que ponen orden en el mundo antes de que lo estudiemos más a fondo” (Fourez, 1994. Pp 76). Según Fourez el objeto de una disciplina no existe antes de que exista la disciplina; está constituido por ella. O, como dice Heidegger, (1958, pp. 199): “ La ciencia jamás alcanza lo que su forma propia de representación admitió previamente como objeto posible para ella”. En otras palabras una disciplina científica no está definida por el objeto que estudia, sino que es ella quien finalmente lo determina.

De acuerdo con Fourez (1994) en la base de toda disciplina hay una ruptura, una acción humana que “separa” y que impide la confusión, siempre en función de un proyecto. En Biología, dicha acción está influenciada por una idea determinada, compartida por un conjunto cultural dado, de la diferencia entre los seres vivos y los no vivos, pp 75.

1.5.4. El conocimiento del profesor.

Bromme (1988) y Gil (1991) plantean que “el **conocimiento del contenido de una disciplina** va más allá del dominio de un saber teórico y práctico del mismo, y por tanto, dicho saber debe incluir conocimientos profesionales. Dichos conocimientos tienen una base teórica pero es en el acto cotidiano de la enseñanza del profesor cuando ellos se expresan y demandan respuestas inmediatas, porque fuera de ese contexto carecen de sentido y significado.

En este sentido, cabe resaltar que, hay conocimiento profesional desde la disciplina, el currículo, la clase, sobre lo que los estudiantes aprenden, sobre cómo aplican los estudiantes su conocimiento y sobre el metac conocimiento, es decir, sobre la filosofía del profesor con relación a su disciplina y su enseñanza, que se evidencia en:

-El saber histórico sobre los problemas y contextos de descubrimiento y justificación que dieron lugar a la construcción de los conocimientos científicos y, en particular, a los obstáculos epistemológicos que se opusieron a su fundación, rectificación, progreso y lenguaje científico.

- El saber las estrategias metodológicas de orden teórico y práctico usadas en las construcciones científicas, es decir, la forma como los científicos abordan y solucionan los problemas.

- El conocer las relaciones entre ciencias, tecnología y sociedad involucradas en la producción de los conocimientos científicos, ya que, esto permite darle a la ciencia un contexto social relevante para su comprensión.

- Tener una visión actualizada de los avances científicos recientes y su perspectiva de desarrollo, para dar una imagen dinámica y no-cerrada de las ciencias.

- Tener conocimiento de otros contenidos y materias relacionadas para poder abordar los problemas de frontera que demandan interacción entre campos disciplinarios diferentes.

- Saber seleccionar contenidos adecuados a las necesidades científicas e intereses de los estudiantes.

Conocer una disciplina significa saber acerca de su contenido y su funcionamiento. Específicamente el contenido de una disciplina se le ha asociado generalmente con el conocimiento de sus problemas, conceptos, teorías, leyes y reglas de las disciplinas, considerándolos como datos o hechos dados. Pero los nuevos desarrollos pedagógicos de la enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias muestran que “el dominio de los contenidos científicos es un asunto complejo, que no se puede reducir únicamente a los conceptos como datos dados” (Furio, 1994).

Para enseñar a todos los estudiantes los profesores necesitan comprender los temas de las asignaturas en forma profunda y flexible para poder crear mapas cognitivos útiles y así relacionar una idea con otra y enfocarse en las ideas equivocadas. Los profesores necesitan ver cómo las ideas se conectan a lo largo de diferentes campos y en la vida diaria. Este tipo de comprensión nos da una base para el conocimiento de contenido pedagógico que capacita a los profesores para hacer que las ideas estén accesibles a otros (Shulman, 1987a).

Desde el modelo de razonamiento pedagógico y acción de Shulman (1987b) los profesores sostienen alguna comprensión del fundamento de la disciplina (Subject matter) que enseñan, de los propósitos que tienen lugar al enseñar, de los estudiantes que participan y del contexto en que ocurre la enseñanza. Entonces, los profesores se mueven a través de un escenario donde tienen que transformar su propio conocimiento en representaciones que puedan ser adaptadas a las construcciones de sus estudiantes.

El conocimiento de la disciplina que enseñan los profesores comprende lo que Bruner (citado en Shulman, 1992) llama la “estructura del conocimiento” – las teorías, principios y conceptos de una disciplina particular - . El conocimiento del contenido es particularmente importante ya que se relaciona con el proceso de enseñanza, incluyendo las formas más útiles de representar y comunicar el contenido y como los estudiantes aprenden mejor los conceptos específicos y tópicos de un tema.

Los profesores enseñan activamente en términos de esas transformaciones y adaptaciones, y entonces evalúan y reflexionan en sus enseñanzas y aprendizajes. Estas reflexiones dan la posibilidad de nuevas comprensiones para los profesores, y en esta forma poder enseñar desde sus experiencias (Shulman, 1987b).

En los profesores, los procesos de preparación, transformación, representación y adaptación funcionan constantemente si el profesor está planeando y reensayando mentalmente para la enseñanza futura, y está comprometido activamente con un salón lleno de estudiantes en “tiempo real” o reflexionando sobre sus interacciones y planes del pasado. Estos son procesos masivamente paralelos y concurrentes, más que secuenciales (Shulman, 1987b).

Además, algunas investigaciones (por ejemplo: Baird y Mitchell, 1986; citados por Gunstone R. et al., 1993 hacen claridad en el valor personal que los profesores vayan haciendo reflexiones en su práctica, en particular la interacción entre colegas con un proceso de reflexión. La buena voluntad para compartir experiencias y proveer soporte para los colegas es crucial para la enseñanza.

De acuerdo con Marcelo (1992), los conocimientos pedagógicos generales no existen separados del conocimiento que los profesores han de poseer de la materia que enseñan. Buchmann (citado por Marcelo, 1992) nos señala que “Conocer algo nos permite enseñarlo; y conocer un contenido con profundidad significa estar mentalmente organizado y bien preparado para enseñarlo de una forma general” (1984, pp. 37). Cuando el profesor no posee conocimientos adecuados de la estructura de la disciplina que está enseñando, su enseñanza se ve afectada en algunos aspectos que la investigación ha detectado: por ejemplo, cuando los profesores no conocen la estructura de la disciplina que enseñan, pueden representar erróneamente el contenido y la naturaleza en sí de la disciplina. El conocimiento que los profesores poseen del contenido a enseñar también influye en el qué y cómo enseñar. Por otra parte, la falta de conocimientos del profesor puede afectar el nivel del discurso en clase, así como el tipo de preguntas que los profesores hacen en clase (Carlsen, 1987, citado por García, 1992); y a la forma en que los profesores critican y utilizan libros de texto (Hashweh, 1987, citado por Garcia, 1992).

De acuerdo con lo anterior, el conocimiento del profesor universitario implica entre otros aspectos la apropiación de los modelos de la ciencia (modelización) y la presentación de los mismos a sus estudiantes, de modo que piensen los fenómenos desde la racionalidad científica y usen los modelos para explicarlos.

La presentación de los modelos a los estudiantes está condicionada por las concepciones del profesor acerca de la naturaleza de la ciencia y por su puesto, por su propia formación curricular universitaria, su práctica investigativa, su ejercicio docente y su comprensión sobre las metas de formación en la Universidad.

2. Naturaleza de la Ciencia. La Biología.

Hecha la revisión sobre las principales concepciones de la nueva epistemología de la Ciencia y desechada de plano, la creencia de que el conocimiento científico es un conjunto más o menos articulado y descrito de observaciones sobre los fenómenos de la naturaleza, absolutamente verdadero, indiscutible e inmodificable, hay que decir que esta creencia se presenta hoy como un realismo ingenuo, tan respetable como se quiera, que no se aviene con la complejidad y la dinámica de cambio propias de la actividad científica. Partimos de la idea de que toda propuesta epistemológica ha de articular explicativamente, las relaciones entre teoría y hechos, como también la permanencia relativa de unas concepciones exitosas en su momento y la sustitución por otras de mayor capacidad productiva. Dentro de las ciencias con una tradición de larga trayectoria como la biología, aun, hay quienes aceptan que primero sea la observación y luego la teoría. Sin embargo, desde los enfoques epistemológicos actuales se defiende que primero están las ideas y las suposiciones básicas acerca de la estructura y funcionamiento del ámbito que se asume como nuevo objeto de conocimiento.

Para poder describir las relaciones que establecen los dos profesores universitarios de biología con la disciplina que enseñan, es necesario explicitar qué supuestos les sirven de bases para concebirla como disciplina, de modo que se utilizarán como categorías de análisis, aquellas que de acuerdo con Thomaz et. al (1996), son útiles para explicar la naturaleza de la ciencia y sobre las que hay consenso tanto de parte de los filósofos y epistemólogos de la ciencia más actuales, como de los didactas de la ciencia. Estas categorías son: visiones sobre los fines de la ciencia, procesos seguidos por los científicos en su construcción, naturaleza del conocimiento y relación ciencia-sociedad. Thomaz et.al se refieren solamente a la relación Ciencia - Sociedad, pero los análisis y tendencias actuales involucran a la Tecnología.

2.1. Fines de la Ciencia

En sentido general, la ciencia, y entre ellas la Biología, tiene por fin la constante reelaboración del conocimiento científico así como, el aumento de este conocimiento en sí mismo (es decir, desligado de su función y la resolución de los problemas de la humanidad (desde el punto de vista social), del planeta e incluso del universo. Esto puede incluir la búsqueda-indagación de nuevos métodos e instrumentos. Así, la ciencia puede contribuir a desarrollar la tecnología, beneficiándose a su vez de ésta (Thomaz, et al. 1996).

Esta múltiple visión respecto a las finalidades de la ciencia (que la ciencia está hecha por individuos y para individuos, que se empeñan en crear conocimiento científico que ayudará a resolver los problemas existentes y evitará que aparezcan otros), es la visión aceptable que se desea que adquieran los estudiantes a lo largo de su formación científica, lo cual implica que así mismo

debe ser orientada, por los profesores universitarios, para sus estudiantes en formación inicial (futuros profesores de ciencias).

No obstante a lo anterior, hay quienes asumen los fines de la Biología desde su **aplicación** (Mayr, 1998), así que consideran que sus investigaciones deben generar resultados en campos como la medicina, la agricultura, la cría de animales y la nutrición humana, por citar solo unos pocos.

No siempre ha sido tan boyante la posición de la Biología. Desde la revolución científica del siglo XVII hasta bastante después de la segunda guerra mundial, para la mayoría de la gente sólo eran ciencias las ciencias “exactas” – física, química, mecánica, astronomía –, todas las cuales tenían una sólida base matemática e insistían en la importancia de ciertas leyes universales. Durante este tiempo, la física estuvo considerada como la ciencia modelo. En comparación, el estudio de los seres vivos se consideraba una ocupación inferior (Mayr, 1998).

Tal vez la consideración anterior tenga su origen en el hecho de que los objetos de estudio de la Biología y su naturaleza son muy diferentes a los de la física y la química ya que en estas se puede hacer generalizaciones a partir de hechos físicos y químicos. Con los hechos biológicos no se puede hacer lo mismo, esto hace que se plantee un desarrollo muy propio para la biología que la diferencia de las otras ciencias, no obstante sigue compartiendo elementos que la hacen tan experimental como las otras.

Los objetos de estudio de la Biología son:

- . El origen de la vida
- . El cambio en los seres vivos
- . El funcionamiento de los seres vivos

Desde una **posición academicista** hay quienes consideran que uno de los principales fines de la biología es explicar la naturaleza de esa entidad llamada “vida” (Mayr, 1998).

Por otro lado, hay que distinguir entre los fines de la ciencia y los fines de la enseñanza de la misma en los estudiantes de Licenciatura. La *finalidad del estudiante de Licenciatura* es la de reproducir el conocimiento científico, considerando que esa reproducción, tiene que tener en cuenta el conocimiento mismo y el saber cómo se consiguió ese conocimiento, porque su valor va a ser el de generar en sus futuros alumnos, el interés académico por entender cómo se produce la ciencia y desarrollar el espíritu científico. A su vez, el interés social es el de formar ciudadanos que valoren el conocimiento científico como una forma de comprensión de realidad, que hace parte del acervo cultural de la humanidad –y por ello es tan válido e importante como otras formas de conocimiento- que les permite tomar decisiones sobre la calidad de vida individual y colectiva.

Al respecto, Mockus (1995) dice que “el maestro es más científico que el científico” en la medida que él/ella debe saber cómo el científico produce ciencia, debe enseñar a otro cómo fue que el científico en su comunidad produjeron conocimiento, debe conocer la historia de la ciencia y la ciencia en sí misma.

2.2. Procesos seguidos por los científicos en la construcción de la Ciencia.

Para Thomaz et.al, (1996), en el contexto de la llamada “Nueva Historia y Filosofía de la Ciencia”,¹ compartida en lo fundamental por los filósofos de la ciencia contemporáneos, se reconoce que la metodología científica es diversa debido a la complejidad del trabajo científico, a las distintas posiciones filosóficas respecto a la epistemología de la ciencia y a las diferencias existentes entre los científicos, tanto en lo relativo a su área de conocimiento como a su personalidad (White, 1996; Giere, 1989; Gilbert, 1991).

Aunque no sea posible describir un único método, esto no significa que la ciencia no tenga métodos (Feyerabend, 1989). La construcción del conocimiento científico es una actividad social compleja, de modo que existe un pluralismo metodológico, una gran variedad de procesos disponibles; cada científico adopta los que considera más apropiados para el ámbito y estructura del tema a investigar, siendo compartidos por sus colegas. Además existe una multiplicidad de escuelas científicas y de formas de pensamiento (Chalmers, 1976). Los científicos no siguen esquemas metódicos previamente establecidos y perfectamente articulados (Feyerabend, 1989), en virtud de que la constitución de ese conocimiento se halla signada por la creatividad y en consecuencia, por una dinámica no lineal.

Por otro lado, con relación al *método científico*, estamos de acuerdo con Claxton, (1994), en que no es un conjunto de reglas fijas, cuya aplicación caracteriza a la investigación. Lo que debemos tener en cuenta son por un lado, los paradigmas o modelos teóricos (Kuhn, 1971) o los programas de investigación (Lakatos, 1998) y por otro lado, la aplicabilidad universal, ya que la metodología empleada para abordar la realidad por cada campo de estudio (Biología, Física, Geología etc.) puede ser diferente. Según Bunge, (1972) no

¹ La filosofía de la ciencia se había ocupado tradicionalmente de la justificación del conocimiento científico, pero en la actualidad su interés se ha centrado en cómo hacen ciencia los científicos reales: se ha pasado de considerar que la ciencia es un conjunto organizado y validado de conocimientos que explican como es el mundo en que vivimos a creer que la ciencia es un tipo de actividad humana, y por ello, compleja y difícil de describir. Entre los principales representantes de esta nueva historia y filosofía de la ciencia tenemos a Popper con el Falsacionismo (una teoría científica se rechaza por un experimento crucial que la contradice); Lakatos con los Programas de investigación científica (los programas de investigación tienen núcleos centrales resistentes al cambio); Laudan con tradiciones de investigación (el cambio de tradición se produce cuando hay cambio ontológico, metodológico y de teorías); Toulmin con el evolucionismo (las teorías científicas evolucionan gradualmente por presión selectiva. Coexisten conceptos de las viejas teorías y de las nuevas) y; Kuhn con el revolucionismo (el cambio de paradigma científico se produce en momentos de crisis de forma total y revolucionaria; entre otros, (Izquierdo et al., 1999).

existen recetas para investigar, si no más bien estrategias de investigación, cuyo aprendizaje –a nuestro entender en el contexto universitario- sólo es posible viviéndolas, es decir, investigando.

De igual forma, estamos de acuerdo con Claxton (1994) cuando dice que hay que tener claro que la actividad científica, depende de cierto tipo de pensamiento. Este estilo de razonamiento, en modo alguno es exclusivo de la ciencia, pero es uno de sus ingredientes principales, y podríamos decir que la ciencia es el intento falible de aplicar este pensamiento de una manera más pura y metódica que en cualquier otro lugar. En este plano más general, el “pensamiento científico” implica una interacción entre tres actividades de carácter más básico: observar, generar ideas y comprobarlas. La forma particular que adoptan estas actividades y su predominio relativo, varía mucho según cual sea el campo de la ciencia y según la fase de desarrollo en que pueda encontrarse cada campo.

Sin embargo, siguiendo a este autor, para comprender “la ciencia”, debe considerarse que estas actividades centrales se desarrollan dentro de tres anillos de influencia que las circundan. En primer lugar, encontramos la personalidad y el temperamento de cada científico: el “contexto personal”. Después, debemos ver al científico dentro del contexto que forman los otros científicos que trabajan en el mismo campo, especialmente los de alta categoría. Y finalmente existe el contexto más amplio de las presiones sociales y las decisiones políticas y económicas que interfieren, de una manera más o menos indirecta, con el trabajo que se lleva a cabo. Sin la conciencia de estos factores, es fácil desarrollar una imagen sesgada de la ciencia y exagerar su infalibilidad o sus peligros.

La ciencia consta de una mezcla de observación, pensamiento racional y pensamiento creativo que interactúan entre sí de una manera disciplinada pero no siempre claramente analizable. No obstante, el énfasis en la mezcla y la forma que toman las interacciones, varían mucho según la etapa en que se encuentra una investigación científica y la naturaleza intrínseca del propio campo de investigación. Es por esta razón que la descripción genérica del “método científico” debe mantenerse a un nivel tan general.

En el caso de la observación, hay que tener en cuenta que ésta depende de las teorías. Estas son construcciones humanas que han de ser comprobadas o refutadas –falseadas, en términos de Popper- por la observación y la experimentación; es decir, las teorías preceden a la observación, no al revés. “En realidad los constructos crecen en los cerebros y no en el campo” (Abimbola, 1983).

Estamos de acuerdo con Fourez (1994), cuando se refiere a que las observaciones de una persona no son fiel reflejo de la realidad, puesto que, hay que tener en cuenta la fiabilidad y objetividad de los datos proporcionados por los sentidos, y lo que es más importante, las observaciones están condicionadas por la experiencia, los conocimientos y expectativas.

Las reflexiones surgidas en los seminarios: *El papel de la experimentación en la Biología y los Modelos científicos de la biología*², nos conducen a afirmar que existen diferencias intrínsecas entre los distintos campos de la investigación científica en cuanto a la mezcla de métodos que emplean. En *física y química* la norma es el experimento bien controlado, y de esta norma se ha generado un prototipo de ciencia como producto de un razonamiento lógico que parte del extremo de un enorme y monolítico árbol de teoría aceptada y que comporta maquinaria cara y gastos elevados. Y eso es lo que en enseñanza de las ciencias se suele presentar como lo único que importa, la personificación del método científico. Pero este procedimiento, aunque es muy potente, solo es posible y adecuado en ciertos campos.

En biología, por ejemplo, en ocasiones no podemos llevar a cabo la prueba que deseamos; no podemos interferir con estos aspectos de la naturaleza para ver qué es lo que pasa. Todo lo que podemos hacer – y, como veremos, es algo que sigue siendo muy productivo- es utilizar teorías e ideas para dirigir nuestra atención a determinados tipos y localizaciones de sucesos, y para guiar nuestra interpretación de lo que vemos.

Si se asume que un experimento es “el sometimiento del objeto” (o una parte de él) con una intencionalidad, incluyendo la definición y control de las condiciones (hipótesis y variables); y lo experimental, se entiende como aquellos procesos de observación, exploración y/o experimento, llevados a cabo con un objeto, se podría decir, que en la *biología* se ha utilizado mucho más lo experimental, que el experimento en sí.

Si nos preguntamos por las formas de producción de conocimiento - el experimento y lo experimental -, en relación con la *Biología*, la *física* y la *química*, esto nos lleva al cuestionamiento por los *objetos de conocimiento e investigación que persiguen unas y otras*.

En este sentido, estamos de acuerdo con Harre (1986), cuando se refiere a que los objetos de la biología pocas veces pueden ser reducidos o separados en partes para ser estudiados (como lo exige un experimento), por ser en su mayoría objetos que tienen

² Seminarios optativos I y II. Maestría en Educación con énfasis en docencia de las Ciencias Experimentales. 2003. En estos seminarios se estudiaron temáticas como:

El método científico en la Biología “Modelos científicos” de Gerard Fourez, 1994;

El papel de la experimentación en la competencia entre modelos (La evolución del significado de un conocimiento. Giordan, 1988);

Las teorías que nos permiten explicar las capacidades de los seres vivos “Qué es la vida” de L. Margulis, et al 1995 y “Cuál es el sentido de la vida” de E. Mayr, 1998.

que ver con seres vivos, a los cuales no se les puede extraer “su corazón”, “sus ovarios” para hacer de ellos un control de variables, pues estas partes solamente funcionan con relación al organismo completo, al todo.

De ahí la importancia de clarificar tanto lo característico como lo procedimental, como partes de elaboración del conocimiento, para así mismo, reconocer que la biología tiene un lugar equiparable a otras ciencias experimentales.

Resulta plausible, traer a colación la relación entre hecho, teoría y modelo; tres términos que se ligan y determinan la imagen que se tenga de ciencia. Aquí nos podemos cuestionar con conceptos como la Célula, como *objeto “real” o modelo*, sujeto a una teoría. Es en éste lugar, donde se encuentra claramente la disposición cómoda que en ocasiones se tiene frente a los “aprendizajes” de una disciplina: aunque se sabe que el dibujo de los libros sobre la célula es un modelo tipificado y que son muy escasas las células que tienen todas las estructuras que se señalan en dicho modelo, ¿Cuántas veces se ha enseñado como un objeto real?.

Estamos de acuerdo con Fourez (1994), cuando considera un hecho, como parte de un modelo explicativo, que sólo surge en el momento en que el investigador (a) lo ve, es un asunto que también debe hacer tambalear la idea que se tenía del hecho como algo incuestionable incluso fuera de su propia época, como si el “hecho” existiese fuera de la persona. Es entonces, cuando se visualiza que cada noción, concepto, modelo de la biología, así como de todas las ciencias, debe ser leído desde el contexto en que se generó y por tanto, en la preparación que cada investigador y cada época tenían para observar lo que había ante sus ojos, ya que eran las ideas y no los ojos, los que guiaban la mirada. No obstante, vale la pena aclarar que la discusión sobre la observación como punto de partida de la ciencia, sigue siendo vigente.

Cada modelo teórico, que se encuentra en la historia de la ciencia, puede ser valorado por su síntesis, la potencia explicativa y su capacidad predictiva, para que sea entendida su dimensión en la propia historia; para que se pueda comprender por qué en el transcurso del tiempo se privilegiaron ideas de unos personajes sobre otros, explicaciones que estaban (están, o estarán) ligadas a los intereses sociales y culturales de cada época.

Según, Canguilhem (1970) parece más difícil aún comprender el papel y el alcance de los modelos en las ciencias biológicas, e incluso comprender la definición de tales modelos. En efecto, se designa con este mismo nombre tanto a una agrupación de correspondencias analógicas entre un objeto natural y un objeto fabricado (por ejemplo el nervio de Lillie), como a un sistema de definiciones semánticas y sintácticas, establecidas en un lenguaje de tipo matemático que concierne a las relaciones entre elementos constitutivos de un objeto estructurado y sus equipos formales.

Se recurre a un modelo para la investigación de un fenómeno cuya complejidad no puede ser reducida (Canguilhem, 1970). Aquí reside la diferencia de jurisdicción y de validez entre el método de los modelos y el método clásico de experimentación aprovechando una hipótesis de ley funcional. La experimentación es analítica y procede por variación discriminatoria de condiciones determinantes, al suponer por lo demás que todas las cosas son iguales. El método del modelo permite comparar totalidades indescomponibles. Ahora bien, en biología la descomposición es menos partición que una liberación de totalidades, de escala más pequeña que la totalidad inicial. En esta ciencia la utilización de modelos puede pasar legítimamente por más "natural" que en otra parte.

2.3. Naturaleza del conocimiento científico

Según la nueva filosofía de la ciencia, la construcción de la ciencia es un intento de comprensión del mundo, y el conocimiento científico nunca debe ser identificado con la verdad. Este conocimiento tiene un estatus puramente temporal, tal como hace notar Cleminson (1990). El nuevo conocimiento es producido por actos creativos de la imaginación, ligados a métodos de indagación, siendo su aceptación problemática y frecuentemente poco fácil. Aunque sea incapaz de interpretar nuevas situaciones, el abandono del conocimiento previamente aceptado se produce usualmente con gran resistencia. Esta es la posición que defendemos y que esperamos sea compartida por los profesores universitarios de ciencias.

Volviendo a la característica de la finalidad de la ciencia, lo que caracteriza la actuación de los científicos es la construcción de teorías (las cuales, si bien nunca son definitivas, tampoco son arbitrarias), lo que da sentido a su trabajo es la meta que debe alcanzarse: intervenir en los fenómenos que se producen en el mundo físico y biológico y aprovecharlos para mejorar las condiciones de vida e intentar comprenderlos.

Las teorías son las representaciones mentales específicas de los científicos, lo más propio e importante del conocimiento científico. Están formadas por modelos teóricos y por dominios de hechos y fenómenos; entre unos y otros se establecen relaciones de similitud que se desarrollan gracias a la formulación de hipótesis, que son contrastadas con la realidad experimental para poder ser aceptadas. Los científicos elaboran modelos teóricos de manera imaginativa, para conseguir que sugieran o muestren las características generales de

determinadas agrupaciones de fenómenos. Las hipótesis teóricas son algo así como predicciones de lo que pasaría si el modelo fuera adecuado a los fenómenos en los que se está interviniendo experimentalmente; es a partir de ellas que pueden diseñarse experimentos para poner a prueba el modelo teórico. Es decir, los modelos teóricos pueden explicar el mundo y prever su comportamiento gracias a las hipótesis teóricas que los vinculan a los fenómenos (Nersessian, 1992; Giere, 1988).

Lo fundamental de las teorías no es la estructura formal del modelo, sino que éste tenga significado en el mundo (Giere 1988). Los modelos teóricos son pues, las entidades principales del conocimiento científico, siempre y cuando conecten con fenómenos y permitan pensar en ellos para poder actuar.

La historia de las ciencias ha mostrado que las teorías cambian, pero no de manera acumulativa sino a través de cambios de enfoque, que pueden relacionarse con cambios de modelos (Kuhn, 1971). Para explicar este proceso, Giere (1988) y Toulmin (1977) utilizan como metáfora la evolución de las especies.

En efecto, las diferentes teorías de una misma disciplina se han desarrollado alrededor de determinados conjuntos de *fenómenos interpretados* por sus respectivos modelos teóricos, y todas ellas tienden a ser complementarias o como mínimo a no contradecirse entre sí, en la medida en que todos los hechos que interpretan, se consideren importantes y relevantes para la disciplina. Por ello tienden a integrarse desarrollando nuevos modelos más globales. Pero también pueden encontrarse en diferentes estados evolutivos: algunas de ellas son más nucleares que otras, que son periféricas o fronterizas.

Vale la pena recordar que conocer la *historia de la biología*, de una u otra forma, aporta en el cambio de mirada de la ciencia, en la producción de conocimiento científico, las implicaciones de ella en la sociedad, las relaciones entre biología y otras ciencias como la física y la química; así también, conlleva el compromiso de repensar la forma como se ha estado trabajando, asumir una postura más crítica de los textos, libros, artículos que se utilizan como documentos base en las clases; y también, obliga a reconstruir e integrar los lazos entre filosofía, epistemología e historia, como una alternativa que coadyuva en la comprensión más global del conocimiento de una ciencia.

Ese cambio de mirada también debe aportar para no considerar la ciencia como superior, objetiva, neutral y descontextualizada, donde se establece la experiencia como fuente del conocimiento científico. El método científico se concibe como un conjunto de reglas de aplicabilidad universal, para observar fenómenos e inferir conclusiones a partir de ellas. Vinculado al papel central de la experiencia, se identifica el comienzo de

la actividad científica con la observación, y esta se propone objetiva, no mediatizada por las ideas u otras características de la persona que observa, todo lo cual puede ser posible en algunos eventos de dicha actividad.

Esta imagen en la que se sitúa la observación en la base de la actividad científica, es la que suele transmitirse a través de los textos y de la metodología empleada en clase. De ahí la importancia que tiene para los docentes del área de las ciencias naturales, tener una posición epistemológica clara, ya que de esto dependen los resultados en el aula de clases y las posiciones que asumimos frente a la ciencia.

2.3.1. Estatus epistemológico de las teorías y leyes científicas

La idea que cada profesor tiene sobre “teorías y leyes científicas” puede ayudar a revelar cuál es su comprensión acerca de epistemología, objetivos y métodos de la ciencia, la cual podrá a su vez influir en lo que decide enseñar y lo que pretende que el estudiante aprenda.

De acuerdo con Thomaz, et al. (1996), una teoría científica debe ser entendida como una “estructura de relaciones lógicas” que interpreta temporalmente un conjunto de fenómenos de un dominio dado de la ciencia. Es un “marco teórico” creado por la mente humana, válido y aceptado por la comunidad científica en un momento dado de la historia de la ciencia y que estructura las leyes científicas. Según Fourez (1994), cualquier investigación se apoya en la existencia de un marco teórico. Dicho marco es el que capacita a los científicos, cuando encuentran una discrepancia en sus datos, para reconocerla como tal: lo que se observa no “encaja” en la teoría.

Normalmente una teoría científica (puesto que interpreta un dominio particular de la ciencia) engloba una o más *leyes* científicas, entendidas como las relaciones entre las diferentes magnitudes implicadas en un fenómeno determinado. La teoría científica tiene, por tanto, un estatus más inclusivo que la ley.

No obstante lo anterior, es frecuente encontrar profesores de ciencias que no tienen posicionamientos científicos respecto a la estructura de la ciencia, ni reconocen el papel de leyes y teorías científicas en su construcción. Para éstos la ciencia tiene un carácter estático al ser considerada en términos de leyes científicas, pero tiene un carácter dinámico si se considera en términos de teorías. Esto revela que desconocen no sólo

qué son las teorías científicas sino también su papel en la construcción de la ciencia y el carácter dinámico de la misma (Thomaz et. al, 1996).

2.4. Relación Ciencia - Tecnología - Sociedad.

La opinión pública acerca de la interacción entre ciencias - incluida aquí la Biología- y sociedad, es construida en gran medida a través de los medios de comunicación, que en general enfatizan los aspectos negativos de los resultados de tal interacción (desastres causados por centrales nucleares, efectos de la contaminación, bomba atómica, *problemas éticos causados por los nuevos avances de la genética molecular*, etc.). Esto revela una visión negativa relativa a este aspecto, y no una visión mixta, deseable, en la cual se valoren todos los aspectos.

Esta visión está de acuerdo con el estudio realizado por Lijnse (1983), el cual concluye que se debe ser escéptico respecto al uso de los medio de comunicación en la construcción de la imagen de la ciencia. Esta recomendación debe ser tenida en cuenta por todos los profesores de ciencias, en el proceso de dicha construcción.

Siguiendo a Ibarra y Olivé (2003), en relación con la Ciencia y la Tecnología conviene precisar que, su progresiva interacción a lo largo del siglo XX ha contribuido a diluir la distinción existente entre ambas. Hoy es incuestionable la realidad de la malla común tejida por las actividades humanas articuladas en torno a la ciencia y la tecnología, pero como en tantos otros dominios de estudio, ello no imposibilita trazar ciertas distinciones analíticas. Posiblemente, si partimos de que la ciencia y la tecnología son ambos dominios típicamente cognitivos, esas distinciones sean graduales – y no han de buscarse, por tanto, confrontaciones dicotómicas absolutas -. Las fronteras entre la ciencia y la tecnología son difusas – y en algunos casos, los más próximos a la actividad denominada tecnocientífica, lo son más aún-, pero una de las tareas del estudio filosófico de la ciencia y la tecnología es tratar de refinar algunos aspectos distintivos en ellas para procurar comprender mejor ambos tipos de actividad humana .

El filósofo finlandés Ilkka Niiniluoto, (citado por Ibarra y Olivé (2003) propone algunos posibles enfoques acerca de la relación entre ambas actividades. Él parte de la constatación dinámica existente entre la ciencia y la tecnología, pero estima que son diferentes en sus objetivos, resultados y modos de desarrollo. Según Niiniluoto existen cinco perspectivas generales acerca de la relación entre ambas actividades culturales humanas:

- La tecnología es reducible a la ciencia, es decir, el ser de la tecnología depende de la existencia previa de la ciencia. Esta perspectiva corresponde a la concepción estándar, según la cual la tecnología sería un cuerpo de conocimiento científico aplicado. Esta imagen es inadecuada porque el

desarrollo de la tecnología se ha realizado parcialmente también debido al avance en el diseño y uso de artefactos – en sentido amplio: incorporando métodos, procesos, habilidades y enfoques para su uso – durante miles de años, sin incorporación de conocimiento científico.

Existen pues numerosos casos de técnicas que no son susceptibles de ser interpretadas como proyectos deliberados de aplicación de un conocimiento científico. Ha de reconocerse también que el desarrollo científico influye también muy frecuentemente en el progreso tecnológico.

- La ciencia es reducible a la tecnología, es decir, el ser de la ciencia depende de la existencia previa de la tecnología. Esta perspectiva es propia de enfoques instrumentalistas, que consideran las teorías como instrumentos de la práctica humana, para dominar la naturaleza en el marco de procesos tecnológicos de transformación. La ciencia, por lo tanto, es un herramienta que coadyuva a procesos transformatorios de índole esencialmente tecnológica. Niiniluoto señala que esta imagen puede adecuarse a algunos procesos característicos de determinadas ciencias, específicamente, de las denominadas “ciencias de diseño” (medicina, informática y otras, que buscan conexiones legaliformes – esto es, en forma de leyes - y manipulables entre medios y fines). Pero no resulta adecuada para la investigación básica no dirigida – directamente, al menos – hacia aplicaciones prácticas.

- Ciencia y tecnología son idénticas. Esta perspectiva concibe la ciencia y la tecnología como una unidad esencialmente singular, en la que se diluyen las diferencias significativas entre ellas. Es la perspectiva que trata de ser recuperada con el término “tecnociencia”, introducido por autores como el sociólogo de la ciencia Bruno Latour. Es cierto que una característica de nuestro tiempo es la simbiosis entre determinadas formas de ciencia y tecnología en expresiones tecnocientíficas. Pero la historia de la ciencia y de la técnica nos muestran que ambas dependen esencialmente de la realización progresiva de proyectos propios que no se pueden reducir a un único proyecto unificado.

- La ciencia y la tecnología son independientes en cuanto a su realidad y desde un punto de vista causal. Esta perspectiva observa la existencia de un movimiento paralelo de la ciencia y la tecnología, al modo como dos personas podrían bailar al mismo ritmo, pero sin interactuar una con otra. Esta imagen parece cuestionar el hecho patente de tal interacción entre ciencia y tecnología. Esas interacciones, sin embargo, existen a lo largo de la historia de la ciencia y la tecnología, aunque se expresen de forma distinta. Por un lado, las condiciones de realización de los proyectos tecnológicos están determinados parcialmente por el desarrollo científico. Este desarrollo, por otro lado, con frecuencia se ve coadyuvado por el avance técnico alcanzado.

- La ciencia y la tecnología son independientes en cuanto a su ser, pero están en interacción causal. Niiniluoto adopta esta perspectiva, que mantiene la interacción, es decir, la existencia de interrelaciones causales entre la ciencia y la tecnología, pero conservando la distinción conceptual entre los elementos y

aspectos que derivan de una y otra realidad. La tecnología proporciona nuevos instrumentos para la investigación, nuevos sistemas para la experimentación. Genera nuevos problemas que dan origen así a nuevas teorías, áreas e incluso disciplinas. La tecnología impulsa también el crecimiento económico y facilita así el desarrollo de la ciencia. La ciencia, por su parte, procura en general el trasfondo de conocimientos necesarios para el desarrollo tecnológico. Aún sosteniendo esta interacción esencialmente constitutiva de las realidades científica y tecnológica, Niiniluoto sostiene en contra de la tesis de la identidad, que es posible distinguir ambas, “separar la una de la otra, incluso en aquellos casos donde ambas son partes de un mismo proyecto de investigación o pertenecen a la misma Institución, o cuando las dos son partes integrantes de la tarea de un mismo grupo o de un investigador individual”

Pero a pesar de su íntima relación, la ciencia y la tecnología guardan entre sí una diferencia de naturaleza, toda vez que el objetivo de la ciencia es el progreso del conocimiento, mientras que la tecnología es el de la transformación de la realidad dada (MEN, 2001).

A nuestro modo de ver, la tecnología con frecuencia utiliza conocimiento científico existente, agrega conocimiento nuevo orientado a diseñar artefactos o cursos de acción que tengan un valor práctico. En todos los casos, no hay tecnología sin fundamentación científica correspondiente.

No obstante, desde la concepción de ciencia positiva, la “Tecnología” es considerada como un campo derivado y subvalorado de las ciencias naturales (Mach, 1938). Se considera la ciencia como la base de la Tecnología, es decir, la Tecnología queda relegada como consecuencia de la ciencia. No se le da estatus a la Tecnología, puesto que no se le considera como un conocimiento que tiene identidad y saber propio y que no solo es el resultado del conocimiento científico.

DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

Se trata de una investigación cualitativa, de estudio de caso que consiste en el análisis de las evaluaciones que aplicaron los profesores universitarios de Biología que participaron en la investigación, lo mismo que sus programaciones de curso, guías de laboratorio, talleres y entrevistas, con el objeto de identificar las relaciones que establecen con la disciplina.

La información documental corresponde con las fuentes que se acaban de mencionar, además se entrevistó a los profesores participantes, lo que aportó

información que permitió validar las interpretaciones a través de la triangulación.

Se puede decir que el propósito de esta investigación es Descriptivo por que hicimos una caracterización de las concepciones epistemológicas sobre la naturaleza de la Biología, con una tendencia interpretativa, puesto que buscó la comprensión de las relaciones del profesor universitario de Biología con la disciplina que enseña, a través del estudio de dos casos, en el escenario natural de la UTCh.

Desde un punto de vista empírico y metodológico, esta investigación ha tenido dos **momentos** bien diferenciados: Análisis descriptivo de la información y la interpretación o construcción de sentido.

- El primer momento, se desarrollo en el periodo comprendido entre octubre del 2003 y septiembre del 2004, en el que nuestra preocupación se centró en catalogar y describir las concepciones de los profesores sobre la Biología, *infiriendo de ahí constructos hipotéticos relacionados con su visión epistemológica*, tomando como datos sus declaraciones en entrevistas; por otro lado, catalogar y describir las prácticas de enseñanza, tomando como datos sus documentos escritos, todo ello en una muestra de profesores universitarios en ejercicio.

Para complementar y contrastar la información recogida, en las entrevistas y en documentos escritos, se seleccionaron otros datos aportados por la revisión de la hoja de vida de los profesores y documentos institucionales (de la UTCh).

- El segundo momento, se desarrolló en un periodo comprendido entre octubre del 2004 y marzo del 2005, en el que nuestra atención se focalizó en establecer hipótesis acerca de las relaciones que establecen dichos profesores con la disciplina que enseñan, en el marco de dos estudios de caso, tomando como base sus visiones epistemológicas y sus prácticas de enseñanza, previamente establecidas. De igual forma, se tuvo en cuenta información sobre la formación curricular universitaria de los profesores, su ejercicio profesional en la Universidad y la práctica investigativa, las metas de la formación universitaria, y factores de orden social y cultural, entre otros. El aporte de estos nuevos datos, nos permitió tomar decisiones importantes en la configuración de nuestros casos.

1. Análisis descriptivo

El análisis descriptivo se dio a través del siguiente proceso:

-Diseño y validación de las entrevistas (una aplicada en junio y la otra en octubre del 2004).

- Registro de lo que sucedió en el contexto, mediante la recopilación de documentos (evaluaciones, programaciones de curso, guías de laboratorio,

talleres), y realización de entrevistas a los dos profesores. Este primer paso constituyó nuestra principal fuente de datos.

- Análisis de la hoja de vida de los profesores participantes, que permitió hacer una caracterización de los mismos; documentos institucionales (de la UTCh.), que aportaron información sobre el contexto universitario.

- Formulación de categorías de análisis. Estas categorías se conformaron con base en el marco teórico.

- Clasificación y ubicación de los datos provenientes de las entrevistas y de documentos escritos en las categorías de análisis (presentadas en tablas o parrillas). Una primera clasificación sólo contenía los datos inmersos dentro de cada categoría de análisis. Esta fue presentada en un juicio de pares y experto, lo que nos dio las primeras luces para hacer un análisis descriptivo de la información recolectada en cada dimensión, es decir, en cada categoría de análisis.

Entre las sugerencias que hicieron los pares y experto, en este primer momento, podemos citar:

- Corregir la transcripción de las entrevistas, puesto que en las respuestas, de los interrogados, no se había tenido en cuenta los símbolos gramaticales, que dejan notar los elementos no – verbales con algún significado para el caso.
- Cambiar el término ‘concepto de ciencia’, que estaba en el título del cuadro, por el de concepción, puesto que las concepciones son más personales y así se propuso desde el marco teórico.
- Tener en cuenta que la información de la entrevista, no necesariamente se clasifica pregunta - respuesta, puesto que en ocasiones una respuesta se acomoda mejor a la información que necesitamos en otra categoría de análisis, diferente a la que originó la pregunta.

- El análisis descriptivo de la información en cada categoría, y las interpretaciones iniciales, que permitieron inferir las concepciones epistemológicas de los profesores sobre la Biología y sus prácticas de enseñanza, se presentaron al mismo juicio de pares y experto. En ese momento, también se hicieron algunas sugerencias tales como:

. Indagar a los profesores si durante su formación como docentes, habían tenido en cuenta textos de historia y epistemología de la ciencia y averiguar cómo evalúan la visión de sus estudiantes sobre la Biología.

. Cambiar el término “se desconoce” por el de “no hay evidencia” cuando en la fuente de datos no se hace referencia explícita al criterio que estamos indagando.

Una vez realizado el análisis descriptivo de cada dimensión (categoría), se procedió a realizar el análisis descriptivo multidimensional, es decir, que implicara a todas las categorías tenidas en cuenta, con el ánimo de inferir constructos hipotéticos relacionados con la visión epistemológica y prácticas de enseñanza, de los profesores.

2. La interpretación o construcción de sentido implícito:

- La contrastación de las diferentes fuentes de información (evaluaciones, programaciones de curso, guías de laboratorio, talleres, con las entrevistas que se les hicieron a los profesores), es decir, la Triangulación (validación interpretativa).

- Reflexión sobre la fase de análisis descriptivo para construcción de sentido.

- A partir de esta reflexión, se exploraron las relaciones que se pretendían indagar.

- Construcción de casos, teniendo en cuenta factores de orden institucional, social y cultural, los contextos que hacen parte de la vida profesional de los profesores y las metas de la educación superior, sin perder de vista el proceso a través del cual el profesor transforma el conocimiento científico en objeto de enseñanza.

A medida que iban transcurriendo las fases del estudio, se incorporaban nuevas ideas y planteamientos, lo que permitió modificar o reestructurar las anteriores. Este procedimiento fue recurrente a lo largo de todo el tiempo que duró el estudio (Latorre et al, 1996). Ejemplo de lo anterior es que inicialmente, habíamos optado por sólo dos fuentes de datos (evaluaciones y programaciones) para develar las prácticas de enseñanza de los profesores y posteriormente, nos vimos en la necesidad de incluir otras dos (guías de laboratorio y talleres), porque no teníamos suficiente información.

-Consolidación del informe de investigación.

3. Contexto de la Investigación

3.1. Contexto Socio-cultural de la Universidad Tecnológica del Chocó

El departamento del Chocó tiene 75% del territorio del Chocó Biogeográfico perteneciente a Colombia, zona habitada en un 90% por afrodescendientes, traídos a comienzos del siglo XVI (1530). El resto de la población es mestiza (blanca) e indígena. Es claro el predominio afrocolombiano existente en la región, lo que lo ha convertido en líder cultural y académico.

La Universidad Tecnológica del Chocó “Diego Luis Córdoba”, creada en 1968, es un ente Universitario autónomo de carácter académico del orden nacional, esto es un Organismo con personería jurídica, patrimonio independiente y autonomía consagrada en la Constitución Nacional y la Ley 30 de 1992; adscrita al Ministerio de Educación Nacional. En la actualidad, la Universidad cuenta con cinco facultades, entre ellas, la de Educación, con un total de 18 programas; 6 especializaciones y 3200 estudiantes.

Desde el punto de vista Socio-cultural, el 98% del profesorado de la UTCh es afrodescendiente, participante de los valores culturales ancestrales como las fiestas patronales, baile, culinaria, ritos fúnebres, música, creencias y demás, pero sin asumir un compromiso político y académico que lo lleve a visibilizar en su práctica docente el origen afro, es decir, en los espacios académicos universitarios se reduce el impacto del origen cultural (Mosquera, 2004).

3.2. Nivel de formación de los docentes de la Universidad Tecnológica del Chocó.

El nivel de formación de los docentes de la UTCh, a pesar de la expansión cuantitativa, de los últimos cinco años, no evidencia una mejora significativa en su cualificación. El porcentaje de docentes con formación doctoral o con maestría permanece prácticamente inalterado. A nivel doctoral, se observa una fluctuación mínima apenas por encima del 1%. El único indicador que apunta hacia una mejora en la cualificación, es el aumento de la participación de especialistas dentro del total de docentes, éstos pasan de ser el 15% antes del 2000 a convertirse en un 25% del total, en el 2005. A pesar de que el número de profesores especialistas ha aumentado en la UTCh es vital velar por su excelencia, ya que un porcentaje mínimo está capacitado para adelantar en forma autónoma un proyecto investigativo. Este nivel de formación se encuentra ligado al potencial de desarrollo de la Universidad; de él depende en gran parte la posibilidad de insertarse en el escenario mundial y en la sociedad del conocimiento (MEN, 2001).

3.3. El Programa de Química y Biología de la UTCh.

El programa de Química y Biología al nivel de Licenciatura fue creado el 14 de febrero de 1972, como una carrera adscrita a la Facultad de Educación; de modalidad presencial en jornada nocturna, con una duración de nueve semestres; con sede principal en la ciudad de Quibdó (Chocó).

En este programa han egresado 420 profesionales en 27 promociones desde julio de 1976 hasta el 2005, de los cuales el 70% labora en el departamento del Chocó y el 30% restante en los diferentes departamentos del país.

El programa ha desarrollado unas pocas investigaciones a nivel formativo, sobre diversos problemas pedagógicos dentro de la asignatura metodología de la investigación y microenseñanza. De igual forma, se han realizado eventos de extensión a la comunidad, que han incidido en el mejoramiento de conocimientos y el nivel socio – económico de los asistentes.

Las relaciones con otras Universidades son mas bien escasas, pues hasta hace poco tiempo se han establecidos algunos convenios, sobre todo con el ánimo de mejorar la calidad académica y fortalecer la investigación.

4. Tipo de Estudio

4.1. El estudio de caso.

De acuerdo con Yin (1989), el estudio de caso consiste en una descripción y análisis detallados de unidades sociales o entidades educativas únicas, definición muy en sintonía con la pretensión de esta investigación. Optamos por el estudio de caso porque se acomodaba al escaso tiempo y recursos con que contábamos y por su facilidad para centrar su interés en un individuo (profesor universitario de Biología), e identificar los distintos procesos interactivos que lo conforman (procesos que pueden permanecer ocultos en un estudio de muestras; Walker, 1987), y en su flexibilidad y aplicabilidad a situaciones naturales.

Frente a los grandes enfoques metateóricos, el nomotético, que estudia muestras de población, y el idiográfico, que estudia un caso en profundidad, este estudio de casos se incluye dentro del último enfoque, cuya finalidad se orienta a la comprensión profunda de la realidad singular - individuo, familia, grupo, institución social o comunidad- (De la Orden, 1985, citado por Latorre et al., 1996). Por esta razón, el estudio de caso es la forma más pertinente y natural de las investigaciones idiográficas realizadas desde una perspectiva cualitativa y debe considerarse como una estrategia encaminada a la toma de decisiones.

De acuerdo con Goetz & LeCompte (1988), el estudio de caso constituye uno de los modelos tipo general de investigación cualitativa. Aunque hay quienes consideran el estudio de caso como un método de investigación, nuestra posición en este sentido es diferente y se encuentra próxima a los planteamientos de Wolcott (1994) pues para esta investigación, lo utilizaremos como una estrategia de diseño cualitativo, de corte humanístico.

Merriam (1988) presenta como características esenciales del estudio de caso las siguientes: particularista, descriptivo, heurístico e inductivo. En el caso concreto de nuestra investigación:

- Es particular, por que se centra en un suceso concreto (la relación que establece el profesor universitario de Biología con la disciplina que enseña).
- Es descriptiva, por que estamos haciendo una descripción de dicha relación.
- Es heurística, por que el estudio que realizamos ayudó a los profesores universitarios de Biología y a la investigadora, a comprender cómo es que se relacionan estos profesores con la disciplina que enseñan.
- Es inductiva, por que a partir del análisis de los datos hicimos algunas generalizaciones e hipótesis.

En nuestros estudios de caso, pretendemos analizar con detalle las ideas de los profesores de biología sobre la disciplina que enseñan, contrastarlas con las de la nueva historia y epistemología de las ciencias y posteriormente hacer una síntesis de este proceso para buscar significados.

Tomando como base la multiplicidad de criterios que se tienen en cuenta al presentar los estudios de caso, no es de extrañar que también se de una proliferación de tipologías de los mismos. Desde nuestra perspectiva, vamos a considerar de forma conjunta cuatro criterios fundamentales para establecer nuestro diseño concreto: la cantidad de casos objeto de estudio, la unidad de análisis (Yin, 1989), los objetivos de la investigación (Guba y Lincoln, 1981) y el interés en el caso (Stake, 1994).

Atendiendo el criterio de número de casos, nos decidimos por el diseño de caso único (Yin, 1989), para estudiar la realidad que deseamos describir. El caso puede ser un individuo, un grupo, un movimiento, instituciones (Stake, 1994), etc. La única exigencia es que posea algún límite físico o social que le confiera entidad. En nuestra investigación cada caso lo constituyen los dos profesores universitarios de Biología.

Según Yin (1989), los diseños de caso único se justifican por varias razones. En primer lugar podemos fundamentar su uso en la medida en que el caso único permita ampliar el conocimiento sobre el objeto de estudio. Desde esta perspectiva el estudio de caso único puede tener una importante contribución al conocimiento. En segundo lugar, el carácter único irrepetible y peculiar de cada sujeto que interviene en un contexto educativo, llámese “universidad” para esta investigación, justifica por sí mismo este tipo de diseño; aun más, si se dan las circunstancias que lo hagan más peculiar aún (en el contexto de la universidad, donde predomina una comunidad afrodescendiente). Una tercera razón que fundamenta y justifica la utilización del caso único, reside en el carácter revelador del mismo.

Atendiendo al criterio unidad de análisis (Yin, 1994), cuando se opta por un diseño de estudio de caso, ya sea único o múltiple, el mismo puede implicar más de una unidad de

análisis. Cuando deseamos analizar una realidad, el estudio de la misma puede considerar a esta realidad como una totalidad única, de forma global, o también puede llegar a ser importante el considerarla como constituida por una serie de unidades o subunidades cuya particular caracterización exige un tratamiento diferenciado. En esta investigación optamos por un diseño con subunidades de análisis, donde la principal unidad son las concepciones epistemológicas de los profesores universitarios de Biología.

Atendiendo el criterio de los objetivos de la investigación (Guba y Lincoln, 1981), podríamos decir que la ejecución de esta investigación estuvo motivada por la realización de una descripción a nivel de crónica, pero también hacemos interpretaciones a partir de la contrastación de la información aportada por diferentes fuentes, por eso decimos que tiene una tendencia interpretativa.

Para el criterio del interés en el caso, nuestro estudio es intrínseco (Stake, 1994), puesto que esperamos comprender la singularidad de nuestro objeto de estudio: los profesores universitarios de Biología.

5. Criterios para la selección de los profesores participantes

Para esta selección, inicialmente se invitó a todos los profesores de Biología del programa de Química y Biología de la Universidad Tecnológica del Chocó a una reunión, para explicarles en qué consistía la investigación. Posteriormente se escogió a los que tuvieran la información más completa, es decir, mayor número de evaluaciones, sus programaciones de cursos actualizadas, al igual que sus talleres y guías de laboratorio, a la vez se tuvo en cuenta para dicha selección, a aquellos profesores que se mostraran más dispuestos a ser entrevistados.

El hecho de que tuviéramos que excluir algunos profesores que querían participar en la investigación pero que no tenían su información completa, nos hizo pensar en el viejo refrán “todo el que quiere no puede”, y a la vez pudimos recordar que hay muchas circunstancias que se presentan durante el proceso de la investigación que se salen de las manos del investigador y no obstante, son decisivas en algunas determinaciones que se toman con relación a la investigación.

6. Fuentes para recolectar la información.

6.1. Documentos escritos

Autores como Nisbet & Schucksmith (1987); Tellows (1994), sugieren que el texto escrito es uno de los instrumentos de enseñanza – aprendizaje más poderosos. En este sentido podemos afirmar, que cuando un profesor elabora una evaluación, un taller, una guía de laboratorio y una programación de curso, da cuenta no solo de su postura acerca de la enseñanza y el aprendizaje, sino también de su concepción de ciencia. A través de estas fuentes de información, pudimos encontrar evidencias acerca de las prácticas de enseñanza de los profesores que participaron en la investigación y en algunos momentos obtuvimos información acerca de sus concepciones de ciencia.

Los documentos escritos (evaluaciones, programaciones de curso, guías de laboratorio, talleres) que se tomaron como fuentes de información para esta investigación, corresponden al primer semestre del año 2004, fueron elaborados por los dos profesores que participan en esta investigación, que tienen a su cargo los cursos de fundamentación científica en Biología. Los documentos analizados se encuentran en los anexos # 1 - 4.

6.1.1. Evaluaciones escritas

Cuando diseñamos el proyecto de investigación, asumimos que en la evaluación el profesor da cuenta de aquellos contenidos de la ciencia y sobre la ciencia que a su juicio, son los que el estudiante debería aprender. En este mismo sentido el modo de evaluar (los instrumentos) refleja posturas del profesor respecto al conocimiento (epistemología), a la enseñanza y al aprendizaje. En esta investigación interesa revelar las relaciones que el profesor establece con el conocimiento. Y es, precisamente, a través de la evaluación donde se muestra con mayor claridad la enorme influencia de las ideas del profesor sobre la enseñanza de dicho conocimiento.

Estamos de acuerdo con Furió y otros (1992) cuando afirman que la *evaluación* es uno de los aspectos que más evolución reclama y, por lo tanto, debería priorizarse en la Didáctica de las Ciencias, replanteando sus funciones y formas, para que sean coherentes con el enfoque actual de formación que concibe al profesor como factor fundamental en el éxito o fracaso de sus alumnos, lo cual precisa convertir la evaluación en un instrumento efectivo de aprendizaje y de mejoramiento de la enseñanza, extendido a todos los agentes educativos, empezando por el profesor.

6.1.2. Programaciones de curso

También nos interesan las programaciones de curso puesto que de acuerdo con Madiedo (1999, citado por la revista Aula Virtual, 2004), la definición de contenidos implica dar respuesta a la pregunta ¿Qué enseñar? y para ello deben considerarse dos perspectivas: El saber y la comprensión.

El profesor universitario, es tal vez, el más consciente de lo que constituye el saber propio de su disciplina. En cuanto pertenezca a comunidades científicas o académicas puede estar al tanto del desarrollo de ese saber y ser partícipe de la creación de ese conocimiento en su calidad de investigador.

En cuanto a la perspectiva de la comprensión de ese saber, entra en juego su idea de lo que constituye el núcleo, las relaciones entre conceptos, la forma como ese conocimiento se ha construido, la importancia circunstancial de dichos conceptos, las formas de trabajo y de investigación propias de la disciplina. Es decir, la dimensión de comprensión, corresponde a la visión global que el docente tiene del saber particular, y que ha sido construido a partir de su propio proceso de formación.

6.1.3. Las guías de laboratorio

Otra fuente que utilizamos para indagar sobre las relaciones que establece el profesor universitario de Biología con la disciplina, es el de revisar sus guías de laboratorio, puesto que en los objetivos, enfoques, métodos, finalidades y contenidos, de sus prácticas de laboratorio, el profesor deja entrever por un lado, la concepción de ciencia que posee en cuanto a cómo se construye la biología, cuáles son sus métodos y procedimientos, y cual es la relación entre teoría y experimentación. Por otro lado, nos permiten abstraer cómo son las prácticas de enseñanza del profesor en función del conocimiento que está tratando.

Recientemente se han escrito diversos artículos que manifiestan críticas a las prácticas de laboratorio y en los cuales se proponen innovaciones tanto en el enfoque como en el método y en el contenido (Hodson, 1985, 1992, 1994; Woolnough, y Alsop, 1992; Osborne, 1993). Se han publicado revisiones extensas y se han dedicado números monográficos de revistas especializadas (como el *International Journal of Science Education*, 18 (7), 1996, o *Alambique*, 2, 1994). Uno de los aspectos que parecen más problemáticos es la idoneidad de las prácticas para el aprendizaje de conceptos teóricos, mientras que en general no se duda de su utilidad para el aprendizaje de los procedimientos científicos. Por otra parte, se reconoce que las prácticas de laboratorio responden a finalidades diversas: familiarizarse con los fenómenos, ilustrar un principio científico, desarrollar actividades prácticas, contrastar hipótesis, investigar (Caamaño, 1992); y que, en general, son las que responden a esta última las que tienen menos presencia en las aulas, cuando son las que más ayudan a aprender (Tamir y Garcia, 1992). También se ha destacado la importancia de perfilar mejor los tipos de prácticas, según tres finalidades principales: *aprender ciencias*, *aprender qué es la ciencia* y *aprender a hacer ciencia*, cada una de las cuales determinan objetivos concretos que requieren estrategias específicas para ser alcanzados (Barberá y Valdés, 1996; Hodson, 1996; White, 1996).

Las aportaciones que acabamos de citar, son elementos valiosos para el análisis de las guías de laboratorio, de los profesores universitarios de Biología

de la UTCh. Así, aceptamos con los autores citados, que los objetivos de las prácticas han de ser diversificados y que estos objetivos condicionan su diseño, dando lugar a los diferentes tipos de prácticas que en general, son útiles para el aprendizaje de procesos científicos y que las mejores prácticas son las de un nivel de indagación alto.

6.2. Las entrevistas

La mayor parte de la información acerca de las concepciones epistemológicas de los dos profesores participantes en esta investigación, la adquirimos a través de dos entrevistas complementarias. En algunas ocasiones muy puntuales, usamos, también, las entrevistas para rastrear algunas prácticas de enseñanza, que no logramos abstraer a través de las otras cuatro fuentes (documentos escritos), o las que se necesitaba contrastar con esta fuente de datos. Con ese propósito, a finales del 2003, tuvimos algunas charlas informales con los profesores, con el objetivo principal de afinar algunas de las preguntas de las entrevistas, y observar la disponibilidad de los profesores a aceptar las entrevistas de una investigadora. Esta actividad preliminar fue muy útil, pues aparte de permitirnos tomar algunas decisiones sobre las preguntas, también nos permitió establecer cuales eran los mejores momentos y espacios para realizar las entrevistas.

Las entrevistas se realizaron de manera individual con cada profesor, en el cubículo del colectivo académico, ubicado en la Facultad de Educación de la UTCh. Las dos entrevistas se realizaron entre junio y octubre del 2004. Las transcripciones de las entrevistas se encuentran en el anexo # 5.

Todas las entrevistas tienen un carácter semi-estructurado (Latorre et al, 1996), es decir, que aunque teníamos unas preguntas básicas para hacer a los profesores, también los dejábamos hablar en algunos aspectos que considerábamos importantes, para la caracterización de sus concepciones epistemológicas sobre la Biología. Las cuatro áreas problemáticas sobre las cuales se conversó con los participantes, se seleccionaron atendiendo a las cuatro categorías teóricas mencionadas (naturaleza y fines de la ciencia, proceso de construcción del conocimiento científico y relación CTS). Las preguntas han pretendido detectar las concepciones y las posibles relaciones y contradicciones entre ellas, por lo que se pueden considerar estructurales y de contraste, siguiendo la tipología de preguntas que establecen tanto Patton (1980) como Spradley (1979).

En este estudio, las entrevistas a los profesores universitarios de Biología, se convirtieron en la mayor fuente de información. La hora y treinta minutos (aproximadamente) de grabación se transcribió completamente en unas 11 páginas. Los profesores hablan sobre la construcción de las programaciones

de curso, el contenido de sus evaluaciones escritas, los fines de la Biología, el proceso de construcción del conocimiento científico, la finalidad de los talleres y laboratorios, etc. De toda esta información, solo tuvimos en cuenta aquella que respondía a los objetivos de la investigación y la necesaria para determinar la postura epistemológica de los profesores.

Nos servimos de entrevistas en esta investigación, como una forma de acercarnos por inferencia a las concepciones epistemológicas de los profesores (teniendo en cuenta lo que dicen) y así llegar a establecer aspectos relativos a la forma como construye su relación con la disciplina que enseñan.

No obstante, hemos combinado las entrevistas con las otras fuentes de información (documentos escritos que también utilizamos para rastrear información sobre las prácticas de enseñanza de los dos profesores), teniendo en cuenta que el pensamiento del profesor siempre es una construcción inferencial, que surge no solo de analizar lo que dice sino también lo que dice que hace (Utges, 2003)

En las entrevistas que se llevaron a cabo, se integran elementos verbales y no verbales (como los gestos, la posición del cuerpo, etc.) en una situación social y culturalmente definida (Calsamiglia & Tusón, 1999). Estos elementos verbales, aunque son importantes por su significado, no son objeto central en el análisis que se hace en esta investigación. El motivo es que en nuestro análisis optamos por lo que el profesor expresa verbalmente y los documentos escritos que él elabora, es decir, nos interesa lo que piensa el profesor, puesto en palabras que contrastamos con los documentos que elabora para sus estudiantes.

Al realizar la transcripción de cada grabación, privilegamos aquellos elementos no verbales que tienen algún significado para nosotros y los hemos representado con los símbolos gramaticales que generalmente se usan en un texto (Candela, A.,1999):

- * indica por ejemplo, ruido de fondo no distinguible.
- ** indica ruido de fondo de mayor intensidad
- <> indica un pasaje de habla más rápido que el circundante.
- >< indica un pasaje de habla más lento que el circundante.
- [indica habla sobrepuesta.
- :::: indica elongación del énfasis en un sonido.
- Subr. indica énfasis especial dentro de la frase.
- ((it)) comentarios del transcriptor, generalmente observaciones sobre el contexto de habla.
- (3) pausa medida en segundos; tres segundos en este caso.
- (.) pausa perceptible pero muy corta para medirse en segundos.
- = habla ligada a la anterior sin el lapso habitual en las conversaciones.
- ?,! indica pausa o entonación al final de una pregunta o una admiración, más que un signo de puntuación.

- , indica pausa o entonación al final de una frase, más que un signo de puntuación.
- () indica algunos gestos (p. Ej. Señala algo, sonrío, se sonroja)
- [.....] indica que antes o después de la frase o comentario citado, hay más información, que no tiene importancia para el análisis que se está haciendo.

También, hemos tenido en cuenta las intervenciones de la investigadora, las cuales representamos con la letra I mayúscula. Adicionalmente, hemos colocado entre corchetes '{ }' la ruta de acceso del anexo donde se encuentra la información, para facilitar su búsqueda en el CD que contiene los anexos de este informe final.

En esta investigación, hemos optado por realizar las entrevistas de forma individual y transcribirlas manteniendo el máximo de fidelidad de la información, cargada de una gran cantidad de regionalismos y otras expresiones muy cotidianas, con significados muy particulares, que tienen sentido dentro del contexto en que se habla.

Una grata experiencia de esta fase preliminar es que el grupo de profesores se mostró bastante abierto a la investigación y manifestaron su deseo de colaborar y participar.

6.2.1. Diseño del instrumento para las entrevistas: Las preguntas fundamentales de la entrevista fueron las siguientes:

Fines de la Biología:

-A su modo de ver: -¿Qué pretende la Biología?

Procesos seguidos por los científicos en la construcción del conocimiento:

A su modo de ver -¿Cómo se produce el conocimiento Biológico?

-¿Cuál es el papel de las leyes y teorías en la construcción del conocimiento científico?

-¿Qué tipo de actividades adicionales realiza con sus estudiantes, que no estén planteadas en las programaciones?

Naturaleza del conocimiento Biológico:

A su modo de ver -¿Qué hace que la Biología sea considerada una Ciencia?

-¿Cuál es su posición frente a la estructura de la ciencia?

-¿Qué importancia tiene incluir en el programa artículos de investigaciones en el desarrollo de la biología?

-¿En qué se basa para tomar sus decisiones respecto al material bibliográfico presente en las programaciones?

-¿Por qué utiliza los textos referenciados en la bibliografía de la programación?

- En los objetivos del curso de Biología usted plantea que el estudiante se debe formar en una visión actual de la Biología, ¿Cómo hace para lograr dicho objetivo?
- ¿Cuáles son las teorías que pretende trabajar? ¿Por qué las plantea de la forma en que aparecen en las programaciones? ¿Así mismo las presenta en clase?
- ¿Qué diferencia establece entre la biología que le enseñaron y la que usted enseña?
- ¿Con qué sentido se incluyen las prácticas experimentales?
- ¿Cómo aborda el papel de la experimentación en la clase?
- ¿Usted da las clases de laboratorio? Si la respuesta es positiva: ¿Cómo aborda el experimento?. Si la respuesta es negativa ¿Cómo lo haría?
- ¿Qué ventajas/dificultades ve usted a la separación teoría práctica?
- ¿Pertenece a grupos o está haciendo investigación en Biología? Si su respuesta es positiva: ¿Qué le aporta su experiencia en investigación a la docencia?
- ¿Qué importancia tiene evaluar el análisis e interpretación de artículos originales?
- ¿Cómo evalúa la visión que tienen sus estudiantes sobre la Biología?
- ¿Cómo evalúa las prácticas experimentales?

Relaciones Biología – Tecnología – Sociedad:

- A su modo de ver -¿Cuáles son las relaciones entre Biología-Tecnología-sociedad?

Aunque, el objetivo que perseguíamos con las entrevistas era rastrear las concepciones epistemológicas de los profesores, en algunos momentos, muy puntuales, las utilizamos para obtener información adicional sobre las prácticas de enseñanza de los profesores (rastreadas a través de documentos escritos).

Ejemplos de estas preguntas son:

- ¿Cómo conecta o interrelaciona los contenidos de su programación?
- ¿Comparte las finalidades de la formación del estudiante universitario planteadas en la presentación del programa?
- ¿Las decisiones de lo que se evalúa son tomadas en equipo de profesores o de forma individual?
- Si se trabaja en equipo ¿Qué tipo de trabajo se realiza en el equipo?
- ¿En qué criterios se basa para diseñar una evaluación?
- ¿Qué tipo de contenidos privilegia en la evaluación?
- ¿Las evaluaciones que utiliza son diseñadas por otros profesores o son modificaciones de las mismas? ¿En qué se basa para modificarlas?. Si son diseñadas por otros profesores ¿les haría algún tipo de análisis crítico/sugerencia para mejorarlas, sí lo cree necesario?

7. Criterios para la elección de documentos escritos

En esta investigación optamos por documentos escritos (evaluaciones, programaciones de curso, talleres y guías de laboratorio) porque estos nos permitieron develar las prácticas de enseñanza de los profesores (que se expresan en la acción y son, generalmente, mucho más ricas y complejas que las verbalizaciones de las mismas) en función del conocimiento científico y, en algunos momentos, los documentos escritos también permitieron establecer sus concepciones de ciencia.

En los talleres y, especialmente, en el caso de las evaluaciones se muestran la gran influencia de las ideas del profesor sobre la enseñanza del conocimiento científico. En el caso de las programaciones de curso, se muestra, que considera debe enseñar de la ciencia. En el caso de las guías de laboratorio, su diseño, los objetivos, enfoque, método y contenido, muestran que ideas tiene el profesor respecto a cual debe ser la función de la experimentación en el aprendizaje de procesos científicos.

8 ¿Cómo se eligieron los documentos escritos?

La recolección de la información para esta investigación (evaluaciones, programaciones de curso, guías de laboratorio y talleres) se realizó en el mes de junio del 2004 y era una actividad que estaba a cargo de la investigadora. En el caso de las **evaluaciones**, en un primer momento, se optó por recoger el mayor número de evaluaciones realizadas por los profesores participantes, de ahí en adelante, solo se tuvieron en cuenta las evaluaciones que correspondían a parciales y examen final, por la enorme cantidad de información aportada por cinco tipos diferentes de fuentes de datos.

Con las **programaciones de curso**, no tuvimos que hacer ningún tipo de selección previa, por ser estas documentos de carácter único durante un semestre académico. En el caso de los **talleres y guías de laboratorio**, tampoco hubo necesidad de preseleccionarlos por la escasa cantidad presentada.

9. Criterios para seleccionar la información a utilizar

Los criterios para seleccionar la información aportada por las fuentes fueron:

- Qué tipo de conocimientos privilegia el profesor: Teorías y conceptos científicos; Métodos y procedimientos de la biología; Actitudes, normas y valores y,
- si hay coherencia entre lo que pregunta el profesor en la evaluación y los contenidos que programó y/o entre la práctica de laboratorio, la programación y la evaluación.

-Que las categorías de análisis guiaran la búsqueda de la información.

10. Las categorías de análisis

La información recolectada en cada categoría de análisis se constituyó en el insumo para determinar las concepciones de los profesores sobre la naturaleza de la Biología. A la vez, estas concepciones epistemológicas, junto con sus prácticas de enseñanza, entre otros aspectos, nos permitieron reflexionar sobre el problema planteado.

Estas categorías de análisis, que en nuestro caso son los aspectos que contempla la naturaleza de la Biología (fines, procesos seguidos por los científicos en su construcción, naturaleza de su conocimiento científico y relación Biología-sociedad), están conformadas por una o más preguntas (subcategorías), en donde, cada pregunta tiene una intencionalidad epistemológica. Las categorías junto a las preguntas están inmersas en el desarrollo de los dos casos (ver apartado “Análisis de Resultados Caso 1 y 2”).

Cuando indagamos por las prácticas de enseñanza de los dos profesores sabíamos que por la naturaleza de las fuentes (evaluaciones, programaciones, guías de laboratorios y talleres) no siempre se podían contrastar. Fue entonces cuando acudimos a las entrevistas para completar la información que hacía falta. Esto significa que por un lado, las entrevistas permitieron un proceso de triangulación y por otro, hicieron posible completar el panorama.

11. Proceso de clasificación de los datos.

Como ya hemos mencionado, en este estudio hemos trabajado fundamentalmente con cuatro grandes categorías que, surgieron de la revisión bibliográfica y el análisis de nuestros supuestos y expectativas.

Para el proceso de clasificación de los datos (dentro de las categorías), inicialmente leímos cada una de las respuestas de las entrevistas (para determinar las concepciones) y posteriormente, leímos las unidades de análisis, provenientes de los documentos escritos (para determinar las prácticas de enseñanza) y se registraron nuestras impresiones. A los datos provenientes de los documentos escritos, también decidimos incluirlos en dichas categorías, con el ánimo de reforzar nuestra caracterización sobre las concepciones y facilitar el proceso de triangulación.

Cada categoría de análisis se construyó a partir de unas preguntas orientadoras que sirvieron como motor de búsqueda para las investigadoras. Estas preguntas son las siguientes, que se citan nuevamente en los casos:

Frente a las “**finalidades de la Biología**”:

¿Presenta la Biología con una visión:

- Reducida, solo para aumentar el conocimiento en sí mismo, o

-además de aumentar el conocimiento tiene por fin la resolución de problemas de la humanidad (desde el punto de vista social)?

Frente a los “**procesos seguidos por los científicos en la construcción de la Biología**”:

Se refiere a la metodología científica:

-¿Cómo el método único, conjunto de etapas ordenadas para el éxito y de una naturaleza infalible, o

- Refiere diferentes estrategias metodológicas para acceder al conocimiento?

- ¿Se refiere a las comunidades científicas y su papel en la construcción de conocimiento?

- ¿Qué estatus epistemológico da a la observación, experimentación, racionalización o teorización?

Frente a la “**naturaleza del conocimiento científico**”:

¿Presenta la ciencia y el conocimiento científico como:

-Verdadero, universal y único, o como una

-Construcción humana condicionada y compartida?

Con respecto a las teorías:

¿Presenta los contenidos como “productos” y hechos probados, o se refiere a la permanencia relativa de unas concepciones exitosas en su momento y la sustitución por otras de mayor capacidad productiva.

- ¿Incorpora estudios históricos - epistemológicos de la biología?

- ¿Incorpora la investigación actual en Biología?

- ¿Se refiere a la relación entre conocimiento común y científico?.

frente a la “**relación Ciencia – Tecnología - Sociedad**”:

¿De qué forma incorpora la relación Ciencia (Biología – B) – Tecnología – Sociedad?

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

1. El proceso de Triangulación

Para garantizar la credibilidad de una investigación se utilizan estrategias como la triangulación (Latorre, del Rincón y Arnal, 1996). Es una de las técnicas más características de la metodología cualitativa. Es un recurso que se sirve, entre otros, de la variedad de fuentes de datos, contrastando unos con otros para confirmar datos e interpretaciones. Su principio básico consiste en recoger datos de una situación o algún aspecto de la misma, desde varios ángulos o perspectivas para compararlos o contrastarlos. Es una estrategia altamente eficaz para el control de la credibilidad, permitiendo garantizar la independencia de los datos respecto al investigador.

Para validar la información cualitativa que se obtiene en investigaciones como esta, diversos autores (Ianni y Orr, 1982; Youngman, 1982; Bauch, 1984; Wodlinger, 1985), al tratar de estudiar las concepciones de los profesores, *han utilizado estrategias de triangulación de fuentes*, tales como la observación, las entrevistas y los cuestionarios. Se centran más en los dos últimos instrumentos y han desarrollado secuencias de pasos que podríamos resumir en lo siguiente: a) entrevistas a profesores sobre lo que piensan y lo que hacen; b) obtención de declaraciones representativas de las concepciones de los sujetos entrevistados; c) elaboración de un cuestionario con base en las declaraciones anteriores para una muestra amplia de sujetos.

Para este estudio, la triangulación se asume como el uso de diferentes fuentes de datos de cada profesor, con el propósito de contrastarlas, para llegar a conclusiones válidas.

En este sentido, en el proceso de análisis hubo momentos en que las interpretaciones no eran sólidas de manera que fue valioso contar con diferentes fuentes de datos ya que esto, nos permitía tomar decisiones acerca de los casos.

En este proceso de análisis de los resultados, las interpretaciones se han realizado teniendo en cuenta diversos elementos que ponen en contexto al profesor universitario de Ciencias como la influencia de su formación previa y del medio al que pertenece, las relaciones que tiene con la investigación y las metas de la formación universitaria, mencionados en el marco teórico.

2. La construcción de los estudios de caso

La construcción de los estudios de caso comenzó con la selección de la información recolectada, para hacer una introducción sobre cada profesor, de modo que pudiéramos crear un contexto que definiera sus características y que

nos pusiera en situación de reconocer ciertas particularidades, que a medida que transcurría el caso, ayudaran a explicar detalles de sus prácticas de enseñanza y concepciones de ciencia.

Posteriormente, del marco teórico se eligieron las categorías para definir la naturaleza de la ciencia y unos criterios que permitieron seleccionar la información. En este momento organizamos la información procedente de las distintas fuentes de datos, para cada profesor y así, elaboramos unas tablas, que se constituyeron en la base de la triangulación. La función de estas tablas fue facilitarnos comparar la información procedente de las distintas fuentes de datos, incluida en cada una de las categorías de análisis.

Iniciamos las interpretaciones y la redacción del caso, que nos llevó a una versión preeliminar del mismo. Sobre esta versión, contrastamos las interpretaciones, identificamos las dudas, pedimos opiniones de otras personas (juicio de pares y de expertos), incluimos nuevas interpretaciones surgidas de la construcción teórica que íbamos haciendo y redactamos la versión final del caso.

A continuación presentamos los estudios de caso de nuestros dos profesores, donde mostramos que las relaciones que establecen con la Biología que enseñan, se describen a partir de concepciones epistemológicas de tendencia positivista – empirista.

3. Los estudios de caso

Como se ha explicado en el capítulo sobre la metodología (ver apartado 6.2), la información sobre las concepciones que los profesores tienen sobre la biología y su naturaleza, fue aportada por las entrevistas, agrupadas en cuatro categorías de análisis: Finalidades de la Biología, procesos seguidos por los científicos en su construcción, naturaleza del conocimiento biológico y relación Biología-Tecnología-Sociedad (estas categorías están conformadas por una o más preguntas, en donde, cada pregunta tiene una intencionalidad epistemológica). La información sobre las prácticas de enseñanza de los profesores fue aportada por varias fuentes de datos (evaluaciones escritas, talleres, guías de laboratorios, programaciones de curso). Para complementar y contrastar la información recogida, en las entrevistas y en documentos escritos, hemos seleccionado otros datos aportados por la revisión de la hoja de vida de los profesores y documentos institucionales (de la UTCh). El aporte de éstos nuevos datos nos permitió empezar a entender cómo es que estos profesores construyen el conocimiento científico en objeto de enseñanza, que en esta investigación, es un elemento importante para explicar las relaciones que establece el profesor universitario de Biología con la disciplina que enseña.

El modo en que presentamos los dos casos es el siguiente: Todos los datos e interpretaciones relacionados con el profesor A, se han colocado en color rojo, para distinguirlos de los del profesor B, en azul. Los aspectos en común y las interpretaciones que llevan a conclusiones, se han escrito en negro. Primero

destacamos las características del profesor, las cuales constituyen el punto de partida para describir ciertos aspectos centrales del caso. Posteriormente, en cada categoría de análisis agrupamos la información procedente de las distintas fuentes, con el ánimo contrastarlas y finalmente, hacer las interpretaciones del caso y concluir.

Inicialmente, pretendimos realizar la presentación y análisis de los casos, de forma separada, pero dado la gran cantidad de información (de los profesores A y B) que coincidía, optamos por presentar los casos de forma paralela, para no dar cabida a la repetición de información surgida en dicho análisis.

El caso del profesor A

El profesor A es un hombre de unos 55 años de edad, egresado del programa de Licenciatura en Química y Biología (en su antiguo horario nocturno) de la Universidad Tecnológica del Chocó. Tiene una Especialización en Educación Ambiental de la Universidad Santiago de Cali y más de veinte años de experiencia en la Educación Secundaria y Universitaria, toda en el Departamento del Chocó. Estaba participando en el proceso de acreditación previa de la Licenciatura en Química y Biología, en el momento en que tomamos sus documentos escritos y le hicimos las entrevistas; se estaba desempeñando como profesor del nivel (semestre) IV del programa de Química y Biología en la asignatura de Biología y se encuentra vinculado al semillero de Ciencias Naturales del mismo. La mayoría de sus compañeros del programa, también son Licenciados en Química y Biología. No posee dominio alguno en idioma extranjero y su formación inicial adolece de importantes carencias en el campo de la historia, la sociología y la filosofía de la ciencia.

El caso del profesor B

El profesor B es una mujer de unos 33 años de edad, egresada del programa de Licenciatura en Química y Biología (en su antiguo horario nocturno) de la Universidad Tecnológica del Chocó. Tiene una Especialización en Educación ambiental, también con la UTCh y más de nueve años de experiencia en la Educación secundaria y cuatro años en Educación Universitaria. Sus compañeros son en su mayoría Licenciados en Química y Biología. En el momento en que tomamos sus documentos escritos y le hicimos las entrevistas, para esta investigación, se desempeñaba como profesora del nivel (semestre) VI del programa de Química y Biología en la asignatura de Biología "Mundo microscópico". Esta profesora, no posee dominio alguno en idioma extranjero y su formación inicial adolece de importantes carencias en el campo de la historia, la sociología y la filosofía de la ciencia. Su formación profesional y desempeño laboral lo ha desarrollado en el Departamento del Chocó. Posee vínculos laborales, también, con una institución de Educación secundaria.

Categoría 1: Finalidades de la Biología.

La pregunta que como investigadoras nos orientó en el reconocimiento de la postura epistemológica de los profesores A y B, frente a las “*finalidades de la Biología*”, es:

¿Presenta la Biología con una visión:

- *Reducida, solo para aumentar el conocimiento en sí mismo, o*
- *además de aumentar el conocimiento tiene por fin la resolución de problemas de la humanidad (desde el punto de vista social)?*

Con en ánimo de indagar sobre la postura epistemológica de los profesores A y B, respecto a las finalidades de la Biología, en la primera entrevista, decidimos preguntarles: A su modo de ver, ¿qué pretende la Biología?

“La Biología pretende el conocimiento de la vida y nos debe servir también para nosotros cuidar nuestro organismo y sacar el mayor provecho de la vida”

En la frase final de este comentario, notamos que el profesor A tiende a relacionar los fines de la Biología, no solo con la búsqueda del conocimiento sobre la vida, por sí mismo, sino también con cuestiones de salud. Para este profesor el objetivo de la biología es buscar el conocimiento pero teniendo en cuenta su aplicación, en beneficio personal más que colectivo o social.

“La Biología pretende el conocimiento de todos los seres, para mirar pues todas las ventajas, desventajas, provechos y todos los beneficios que nosotros podemos lograr, en qué podemos utilizar esos conocimientos para darle, de pronto, solución a muchos problemas de la humanidad que siempre han estado pero que

En la frase subrayada de este comentario, notamos que el profesor B tiende a relacionar los fines de la Biología, no solo con la búsqueda del conocimiento, sino también, su aplicación en la solución de problemas sociales de la humanidad.

Para corroborar esta interpretación, en la segunda entrevista le preguntamos: ¿Cuáles pueden ser las finalidades de la Biología?

“Una de las finalidades de la Biología es el conocimiento de los recursos naturales para el aprovechamiento del hombre. Entonces nosotros tenemos que conocer nuestros recursos para ver la manera de aprovecharlos, de la mejor manera posible, para que esos recursos sirvan para

“La finalidad de la Biología, considero, es..... (2) la enseñanza del ser.....(2) de todos los seres vivos, conocer todas sus funciones, su estructura, eh..... (2) tanto los beneficios, todo lo relacionado con el ser ”

En esta respuesta, del profesor A se manifiesta una visión antropocéntrica de los fines de la Biología, en el sentido que conecta el conocimiento de los recursos con el aprovechamiento de los mismos y para resolver problemas prácticos, que afectan a la humanidad.

La respuesta muestra que es posible que el profesor haya entendido que se le estaba preguntando por su cursos en la Universidad. Al contrario de lo que sucedió en la primera entrevista, en esta el profesor B no conecta el conocimiento de los seres vivos, con su aplicación en la solución de problemas de la humanidad desde el punto de vista social, sino que se queda en la búsqueda del conocimiento en sí, lo que nos da a entender que quizá su visión sobre la función social del conocimiento biológico no es clara.

Así mismo, al analizar sus documentos escritos notamos que también se pierde esta idea de asociar los fines de la Biología con cuestiones humanitarias. Veamos, por ejemplo, lo que dice la primera unidad de su programación de curso:

“Nombre: *Introducción a los microorganismos:*

- Evolución del estudio de los microorganismos*
- *Aplicaciones prácticas de la microbiología*
- Generación espontanea*
- Equipos de laboratorios y procedimientos”*

{ Anexo #1 Carpeta programaciones de curso, profesor B }

En la unidad cuatro aborda el tema de enfermedades e infecciones humanas, pero lo presenta como un tema desconectado de su impacto en la sociedad.

Por otro lado, en sus evaluaciones escritas y talleres el profesor B no incluye de forma explícita actividades relacionadas con las finalidades de la Biología. Veamos un ejemplo:

“ Son rasgos de las Bacteria_____”

{Anexo #2 Carpeta evaluaciones, primer parcial, pregunta 3.c.}

“: - Represente el equipo de movimiento de las Bacterias”

{Anexo #4 Carpeta talleres, Taller #2, Pregunta 1}

Como era de esperarse, en sus prácticas de laboratorio, tampoco hallamos evidencias de una comprensión profunda de los fines de la Biología. Miremos por ejemplo el objetivo, una parte del procedimiento de la tercera práctica de laboratorio y algunas preguntas:

“Objetivo: - Identificar el tipo de Bacterias presentes en el Yogur

- identificar el proceso realizado por ellas en la transformación de la leche.

Procedimiento: Con la punta de un cuchillo, toma un poco de Yogur, extiéndelo sobre un portaobjeto limpio.....

Preguntas: - ¿Qué procesos realizan las Bacterias responsables de la transformación de la leche en Yogur? ¿Cuál es el nombre de la Bacteria responsable de la fermentación de la leche para la producción del Yoaur?

El profesor B no pone de manifiesto en su práctica docente, que entiende las finalidades de la Biología, ni que promueve su comprensión a través de las actividades propuestas a los estudiantes.

Continuando con el profesor A en nuestro rastreo de su postura epistemológica respecto a las finalidades de la Biología le preguntamos: ¿Considera que la Biología puede contribuir en la calidad de vida de las personas?, respondió:

“La Biología contribuye, y uno ve que sí ha contribuido, porque los adelantos científicos en la medicina han sido sorprendentes, sobre todo, en estos últimos años”

{Anexo # 5. Carpeta Entrevistas. Entrevista 2}

Su comentario nos confirma que en efecto, tiene una visión bastante antropocéntrica sobre los fines del conocimiento biológico, en la medida que lo relaciona con la salud humana, sin tener en cuenta que el conocimiento Biológico ayuda no sólo a desarrollar áreas que se relacionan con la vida diaria, o del individuo en la sociedad, sino que también ofrece una visión más amplia del mundo.

Una de las preguntas de la categoría de análisis “naturaleza del conocimiento científico” es: ¿Considera que puede ser una de las finalidades de la ciencia, llegar a la construcción de la “verdad”? La respuesta se relaciona estrechamente con las finalidades que él considera que persigue la Biología:

“Esa es la finalidad de la ciencia, aunque no siempre se llegue, pero, esa es la finalidad de la ciencia”.
{Anexo # 5 Carneta Entrevistas Entrevista 2}

En esta respuesta, asumimos que para el profesor A, la Biología va en consecución de la “verdad”, al igual que lo hacen otras ciencias.

A pesar de que las verbalizaciones del profesor A respecto a los fines de la Biología, trascienden el aumento del conocimiento en sí mismo, al analizar sus documentos escritos, notamos que se afirma esta visión. Veamos por ejemplo, lo que dice la programación de curso en su presentación:

“El interés que muestres por el desarrollo de este curso, te dará mas conocimientos acerca de la vida.....”
{Anexo #1 Carneta programaciones de curso}

Es posible que el entorno de la entrevista haya suscitado una respuesta relacionada con el impacto de los resultados científicos logrados en la

Biología, con los beneficios para la salud humana. No obstante, en la misma programación, aparece el eje temático y problemático 2:

“LA REPRODUCCIÓN ¿Qué mecanismos utilizan los organismos para perpetuar la especie?, Como objetivo: “valorar la reproducción como mecanismo de perpetuidad de las especies” y en el contenido incluye:

- La reproducción***
- Aparato reproductor masculino***
- Aparato reproductor femenino***
- La flor como órgano reproductor***

tos contenidos
al, se interpreta
conocimiento en
social). Por otra

parte, por considerarse el caso de un profesor universitario, se trata de una respuesta superficial.

En sus evaluaciones escritas, no incluye de forma explícita actividades relacionadas con las finalidades de la Biología, pero se observa de forma implícita en las preguntas que formula, una concepción anclada en la generación de conocimiento en sí mismo. Veamos:

“¿Cómo se llaman y cómo están formados cada uno de los 4 verticilos de la flor?”

{Anexo #2 Carneta evaluaciones, segundo parcial, pregunta

Como era de esperarse, en una de las prácticas de laboratorio del eje temático y problemático 2 que estamos analizando (“Estructura y función de la flor”), tampoco hallamos evidencia de relación alguna de los fines de la Biología con asuntos sociales. Los siguientes son ejemplos del objetivo, de parte del procedimiento de ésta práctica de laboratorio y de algunas preguntas de la misma práctica que ponen en evidencia lo que le interesa que aprendan sus estudiantes:

“Objetivo: Relacionar la estructura con la función, en la flor.

Procedimiento:

- Huela la flor. Describa su olor.***
- Cuente y anote el número de pétalos que tiene la flor, sin arrancarlos.***
- Haz un diagrama de la flor y colócales los nombres.....***

Preguntas:

- ¿Cómo ayuda la flor en la reproducción de la planta?***
- ¿Cuál crees que es la función de los sépalos antes de la***

Los datos que se presentan en torno a esta categoría permiten afirmar que los profesores A y B no tienen una concepción sobre la finalidad de la Biología caracterizada por elementos propios de una visión de esta ciencia, acorde con una comprensión profunda y actual de la epistemología de la disciplina, ni con un dominio amplio de los conceptos y modelos teóricos.

Categoría 2: Procesos seguidos por los científicos en la construcción de la Biología.

Las preguntas que nos orientan como investigadoras en el reconocimiento de la postura epistemológica de los profesores A y B, frente a los “procesos seguidos por los científicos en la construcción de la Biología”, son:

Se refiere a la metodología científica:

- ¿Cómo el método único, conjunto de etapas ordenadas para el éxito y de una naturaleza infalible, o
- Refiere diferentes estrategias metodológicas para acceder al conocimiento?
- ¿Se refiere a las comunidades científicas y su papel en la construcción de conocimiento?
- ¿Qué estatus epistemológico da a la observación, experimentación, racionalización o teorización?

En un primer intento por acercarnos a establecer cómo los profesor A y B se refieren a la metodología científica, optamos por cuestionarlos de la siguiente manera:

¿Cómo se produce el conocimiento Biológico?

“El conocimiento Biológico se produce por la observación, es decir, en el conocimiento Biológico hay que emplear el método científico: la observación, la experimentación, etc. etc.”

“[.....] a través de unas etapas, empezando desde lo más simple, empezando de las observaciones, hasta llegar a conclusiones y conceptos finales, después de comprobar las teorías, las hipótesis”.
{Anexo # 5, Carpeta Entrevistas, Entrevista 1}

Los profesores A y B creen en la existencia de un método único y universal para acceder al conocimiento científico. Para ellos dicho método consiste en la aplicación rigurosa de un conjunto de pasos ordenados que se pueden resumir

básicamente en los siguientes: observación de la realidad, elaboración de hipótesis sobre lo observado, experimentación de dichas hipótesis y enunciado final de teorías. Es decir, creen que los científicos trabajan observando el mundo, independientemente de las teorías y que el conocimiento viene desde los hechos directamente observables.

La anterior apreciación es consonante con la formación en ciencias que estos profesores han recibido, como ellos mismos lo manifiestan en una de las entrevistas:

“Cuando aprendí Ciencias en la Universidad, hablábamos del método científico, en que había que partir de las observaciones para obtener la verdad del conocimiento [.....]”

“me enseñaron que la ciencia es el resultado de una serie de pasos, en los que va resultando el conocimiento verdadero”.

{Anexo # 5, Carpeta Entrevistas,

Es claro que los profesores A y B se han formado con ideas positivistas a partir de los cursos de ciencias que han recibido, y suponemos que consideran que así mismo deben enseñar la ciencia a sus estudiantes universitarios.

Veamos cómo esta idea persiste en la segunda entrevista:

¿Cómo considera que se lleva a cabo la construcción del conocimiento científico?

¿Cuáles son los procesos seguidos por los científicos en la construcción del conocimiento científico?

“La construcción del conocimiento científico se lleva a cabo por la observación, por la experimentación, por la formulación de hipótesis, por la proposición de teorías”

{Anexo # 5, Carpeta Entrevistas,

“Considero que ellos van partiendo desde la..... (2) la primera observación, ya después de la repetición de determinados fenómenos..... (2) la experimentación, formulación de hipótesis para ellos comprobar a través de la experimentación si lo observado o las conclusiones que ellos hayan determinado sean falsas o verdaderas”

{Anexo # 5, Carpeta Entrevistas, Entrevista 2, profesor B}

El caso del profesor A coincide con la in... profesor B. Al relacionar las respuestas que nos dieron en las dos entrevistas, es claro que tiene una fuerte tendencia metodologista, en la medida que relaciona la ciencia con la metodología empírica, olvidando el aspecto creador y teórico de la investigación, y olvidando, por tanto, que “en realidad los constructos crecen en los cerebros y no en el campo” (Abimbola, 1983).

La interpretación que hemos hecho de sus posturas empiristas queda reafirmada en respuestas como estas:

¿Cree usted que aparte de esa hay alguna otra posibilidad para que se pueda construir el conocimiento científico?

¿Considera que hay una única forma de conocer? O ¿considera que hay otros medios por los que también, se puede dar un conocimiento científico?

“Bueno, es decir ... (2) Puede haberla pero esa es la mejor forma de... se ha comprobado que es la mejor forma de construir el conocimiento científico”
{Anexo #5, Carpeta Entrevistas, Entrevista 2}

“ Yo pienso que si, lo más correcto es que a través de diferentes medios se llegue a la misma conclusión en diferentes sitios, eh... (1) pero que siempre se llegue a comprobar determinada,.... por ejemplo, teoría. (1) Uh.....(2) para comprobarla no importa el lugar donde se encuentre”
{Anexo #5, Carpeta Entrevistas, Entrevista 2}

¿Cuáles considera que sean los métodos para una investigación científica?

“ Eh..., (2) pues actualizándose como eh.....(3) Empezando...(2) ¿Los métodos o los pasos? (1 : Los métodos). Pues, observación, hipótesis, experimentación y teorías

¿Qué elementos tendrías en cuenta para realizar una investigación científica?

“ Primero, pues, haríamos como..... (3) sobre determinada investigación, si existe algún compendio, alguna información que nos vaya a fortalecer lo que nosotros estemos investigando, partiendo del hecho, la observación del hecho, eh..... (2) .Después de que se observa empezamos a albergar una serie de medidas..... (2)eh.... (2) a formular hipótesis por el objetivo que se busca,....hipótesis..... y después pasar por la experimentación, para luego llegar a una conclusión y si es posible a la posible publicación de determinada investigación no sin dejar de investigar si en

El profesor A, a pesar de que expresa la posibilidad de la existencia de otras estrategias metodológicas, termina enfatizando la idea de la existencia de un método científico único, omnipotente, formalista y universal. De igual forma, el profesor B, en los anteriores comentarios, a pesar de que expresa la posibilidad de la existencia de otras estrategias metodológicas, persiste en la idea de que la forma de alcanzar el conocimiento es universal, ya que hay un método que lo hace posible independientemente del lugar donde se realice la investigación. Por otro lado, asocia la experimentación con la comprobación de teorías científicas y considera que el criterio de validez de la ciencia está dado por la utilización del método científico. Para estos dos profesores la “multiplicidad de escuelas científicas y de formas de pensamiento” (Chalmers, 1976), no parecen ser parte de la concepción sobre los procesos seguidos por los científicos.

Como es evidente, los profesores A y B ven los procesos científicos como puramente inductivos, como fases de un método lineal que va desde la observación al enunciado final de teorías, las cuales son una verdad científica, de manera que en sus *prácticas de enseñanza, incluyendo* las prácticas de laboratorio, lo importante es seguir fielmente las instrucciones dadas para llegar a los resultados correctos. Por ejemplo:

“ Observe cómo están dispuestos los pétalos alrededor de las estructuras reproductoras que se encuentran en el centro de la flor..... Observa la parte central de la flor y localiza un cuerpo parecido a un pedúnculo rodeado por estructuras delgadas y filamentosas..... Localice la parte de la flor que encierra el ovario..... Anota tus observaciones..... ¿Cómo

*Cuestionario de laboratorio
Qué procesos realizan las bacterias responsables de la transformación de la leche en yogurt?”*

Para responder a esta pregunta, los estudiantes siguen este procedimiento:

“ Observemos Hongos: Deja un poco de pan húmedo en un sitio oscuro v caliente..... Observa

En el ejemplo anterior, es evidente el enfoque tradicional de la enseñanza de la Biología y próximo al descubrimiento, en el sentido que da la sensación que el conocimiento (la fecundación, profesor A; proceso de fermentación del pan, profesor B) está en el mundo y lo que deben hacer los estudiantes es descubrirlo, a través de la práctica de laboratorio; por otro lado, nos llama la atención que en el diseño, el profesor A espera que los estudiantes concluyan cómo los gametos masculinos llegan al óvulo y el profesor B espera que los estudiantes concluyan que los hongos son responsables de la transformación del pan.

Una de las razones que puede explicar esta concepción de los procesos científicos, es que ni la formación inicial universitaria de los dos profesores, ni su actividad docente, han estado acompañadas por la experiencia investigadora. Recordemos que estos profesores se formaron en una Facultad de Educación, en horario nocturno, donde obtuvieron su título de Licenciados en Química y Biología y que no pertenecen ni han pertenecido a un grupo de investigación en Biología. Además la Universidad en la cual laboran (UTCh) no es una Universidad con tradición en investigación.

En el caso del profesor B, dado que en las fuentes escritas no se encontraron suficientes datos sobre la relación que establece con la construcción del conocimiento biológico, optamos por indagarla preguntándole en una de las entrevistas por las evaluaciones que aplica a sus estudiantes:

¿Cómo evalúa a sus estudiantes, lo que tiene que ver con la construcción del conocimiento científico?

“ Pues, generalmente, los aspectos que tienen que ver con el conocimiento científico.. .. (2) eh..... (3) se pueden evaluar... (2)eh..... (3) por ejemplo en la experimentación, a través, pues, de los laboratorios y, también, a través de la investigación. Una investigación, ya que la mayoría..... (3) = para comprobar

Si bien la intención de la pregunta era poner de relieve la concepción del profesor en torno a los diferentes modos de construcción de un saber disciplinar (la biología), su

respuesta –improvisada- trajo de nuevo la visión de que es la experimentación (vista desde la realización de una práctica guiada por unos pasos preestablecidos que el estudiante sigue), la que permite dicha construcción. Llama la atención como menciona la experimentación y la investigación sin el respaldo de una comprensión amplia y profunda de su papel en la ciencia y en la docencia de la ciencia, sin duda, como efecto de su débil formación científica y epistemológica. Veamos el siguiente fragmento de una entrevista:

¿Y tiene alguna experiencia, en este sentido, de que se haya hecho alguna investigación y que los estudiantes hayan participado? ¿Y qué papel juegan ellos(los estudiantes) en la investigación?

“ Pues, a ellos se les asigna un papel..... (2) se les asigna unas funciones y generalmente uno es como, digamos, el tutor orientador, pero, si vamos a hacer... (2) = Ultimamente es que nosotros nos estamos metiendo en el campo de la investigación, que hemos estado un poco quedados, eh..... (3) estamos partiendo de investigaciones sencillas, pero fáciles, que ellos puedan comprobar, puedan llegar a sacar sus conclusiones, es más, hay unas que uno sabe existen, entonces, para ver si ellos llegan, empezando por esas, y ya es el estudiante que marca hasta que nivel quiere llegar y se busca la asesoría y se hace

Como ya es claro, los profesores A y B tienen una imagen positivista de la ciencia, una visión inductiva y superficial del método científico y una concepción objetivista del proceso científico. Este punto de vista le hace promover una enseñanza basada en el aprendizaje formalista de conceptos científicos, poniendo más énfasis en la memorización que en la comprensión de dichos conceptos y de sus relaciones. Miremos algunos apartados de sus programaciones, evaluaciones, talleres:

Programación:

Eje temático y problemático 3: DESARROLLO EMBRIONARIO ¿Cómo se desarrollan y crecen los organismos en sus procesos embrionarios?

El objetivo del eje temático y problemático 3 es:
“Identificar los diferentes estadios del desarrollo embrionario de los organismos”

Entre las actividades de los ejes temáticos y problemáticos 1,2,3,4 están: ” la planeación y desarrollo de guías de laboratorio”

El contenido de este eje temático y problemático es: Etapas del desarrollo embrionario, Aspectos genéticos del desarrollo, Fundamentación

Programación:

Contenido de la Unidad 4: Microorganismos y enfermedad:

-Huésped-microbio (interacciones)

-Resistencia e inmunidad

-Autoclave

-Infecciones humanas transmitidas por el aire

-Infecciones humanas transmitidas por alimento y agua

-Enfermedades humanas por contacto

Las temáticas están desprovistas de un hilo conductor que supere el concepto y trascienda a la explicación y a la teoría, para responder a la pregunta o encabezado del eje temático y problemático.

La evaluación de estos ejes temáticos y problemáticos contiene entre otras, las siguientes preguntas:

1. "Enumere las etapas del ciclo vital humano indicando en cada una su tiempo de duración".

2. "Si consideramos que las etapas del desarrollo embrionario son la segmentación, organogénesis, la diferenciación y el crecimiento, indíquelas en las siguientes oraciones. Hay etapas repetidas.

a. _____ División celular y desplazamiento de las células de un lugar a otro del embrión.

b. _____ El huevo se divide varias veces sin aumentar de tamaño.

c. _____ Se forma el ectodermo, endodermo y mesodermo.

d. _____ Las células toman la estructura y funciones que les corresponden.

e. _____ El organismo adquiere el tamaño característico de

"1. A continuación encontrarás unos enunciados relacionados con enfermedades producidas por Virus y Bacterias y otros conceptos generales a los cuales sólo deberás responder sí o no. Valor 1.0.

a. la viruela no ha sido erradicada ____

b. uno de los síntomas del sarampión es la sordera ____

c. las Bacterias quimio autótrofas utilizan un compuesto inorgánico como fuente de energía ____

d. en la hidrofobia no se

En estos fragmentos del segundo parcial, encontramos preguntas que pueden contestarse por simple repetición memorística. En sentido general, las evaluaciones de estos profesores se apartan de un aprendizaje significativo de la Biología y carecen de una valoración del dominio que el estudiante va logrando sobre la metodología científica. Esta misma impresión tuvimos de los talleres. Veamos el siguiente ejemplo:

"-¿ Cuáles son las dimensiones del riñón, su color, y/o su textura?
- Enumere las estructuras identificadas... e investiga sus funciones"

Represente el equipo de movimiento de las bacterias

Cuáles (2) equipos de movimientos son más rápidos justifique su respuesta.

Represente el proceso de reproducción de las bacterias (Bipoartición).

¿Qué comentarios les sugiere el hecho de que haya bacterias que se reproducen cada 20 minutos?

Es evidente que el profesor A no tiene puntos de vista claros sobre lo que quiere decir 'investigar', cuando le pide a los estudiantes en este taller, que investiguen las funciones del riñón. Si revisamos detenidamente las actividades de enseñanza de los dos profesores, notamos que con frecuencia lo que enseñan en la Universidad es la ciencia escolar de contexto tradicional, positivista, así como conceptos y fragmentos de las teorías. Este modo de enseñar la Biología indica que para estos profesores tampoco son claras las finalidades de formación que se persiguen en la educación básica y las que se persiguen en la Universidad. Es posible que sus concepciones estén afirmadas en la experiencia que han acumulado y que les muestra que los estudiantes llegan a la Universidad con serias debilidades en su formación científica, lo cual los obliga a recurrir a la docencia escolar para suplirlas.

El análisis que acabamos de hacer, nos permite lanzar la hipótesis de que la enseñanza de la Biología de estos profesores tiene dificultades en el tratamiento de los contenidos científicos, y en consecuencia, en cómo conciben esos contenidos como objetos de enseñanza en la Universidad.

Nos parece oportuno comentar, que las deficiencias en su formación científica, detectadas, en los profesores A y B, son un obstáculo para que se hagan una representación adecuada de los contenidos como objeto de enseñanza. En este sentido, estamos hablando de una estrecha relación entre los conocimientos científicos y los conocimientos didácticos, en cuanto los primeros determinan en buena medida, la idoneidad de los segundos, cuando nos ubicamos en el contexto de la práctica de la enseñanza.

Se pone en evidencia una vez más, que la falta de una fundamentación científica sólida en la formación de los profesores universitarios, se traduce en una modelización inadecuada de los conocimientos científicos para la ciencia en la Universidad, así como en carencias reflejadas por las actividades de enseñanza - aprendizaje que diseñan para sus estudiantes –futuros profesores de ciencias.

Por otro lado, si revisamos la introducción de la programación de curso, el profesor A plantea que

“..... la Facultad de Educación mediante su ciclo básico plantea desarrollar campos, núcleos y subnúcleos, referentes teóricos y ejes temáticos, que fortalezcan el objeto de estudio, que faciliten y mejoren la transformación del sujeto, aportándole conocimientos interdisciplinarios a través de los colectivos académicos para la comprensión de su

Consideramos que si el profesor se relacionara con la Biología teniendo en cuenta aspectos como estos, sus respuestas en la entrevista, sus programaciones de cursos, sus talleres y evaluaciones serían diferentes: Ya no preguntaría por las partes de... ni pediría a sus estudiantes completar frases, sino que los colocaría en situación de utilizar diferentes disciplinas para explicarse el fenómeno ó de ser parte activa de colectivos académicos como los grupos de investigación.

Otra pregunta que nos orienta, sobre la concepción que tienen los profesores A y B, con relación al proceso de construcción del conocimiento científico es: ¿Cómo participa la comunidad científica en la construcción del conocimiento científico?

*(**) Si, ellos participan con sus observaciones, con la experimentación, con la formulación de hipótesis a partir de los datos y por la proposición de teorías, hasta conseguir la*

“Pues, me imagino que, a través de muchos ensayos, muchas investigaciones, de pasar por diferentes actividades para ellos llegar, pues, a través de sus observaciones, prácticas, llegar a definir diferentes conceptos,”

Vemos como el profesor A considera los datos aislados de las teorías que sirven para rastrearlos, y a éstas últimas como acumulaciones resumidas de hechos, más que como creaciones humanas ideadas para comprender el mundo.

En la última frase del comentario, el profesor A da la sensación de que esa verdad de la que habla, está en algún lugar de la realidad, la cual se convierte en este caso, en la fuente de todo conocimiento científico. El método inductivo (observación, hipótesis, experimentación, teorización) es para él un procedimiento fiable para descubrir el auténtico conocimiento “verdadero”.

La primera frase del comentario, del profesor B, confirma la falta de participación en actividades relacionadas con la investigación científica, pues él solamente habla de lo que –supone- hacen los científicos, más no lo dice desde su propia experiencia. Por otro lado, el profesor B se presenta como positivista lógico al considerar sólo como conocimiento científico, aquello que ha sido confirmado mediante la observación cuidadosa.

Según Chalmers (1976), una versión completa del razonamiento inductivo, presente en las afirmaciones anteriores, respondería a las siguientes

proposiciones: la observación fidedigna y sin prejuicios de algún aspecto, hecho o fenómeno de la realidad permite al observador establecer enunciados observacionales verdaderos; estos enunciados, que denominaremos singulares, se convertirán en enunciados generales, o leyes universales, a través de un proceso de inferencia y generalización.

Este razonamiento inductivo que presentan los profesores A y B, presupone que ni la experiencia personal, ni los conocimientos anteriores, ni las emociones y sentimientos afectarán a un observador científico experimentado, en el preciso instante de su observación.

A nuestro modo de ver, estos profesores ven las teorías como verdades descubiertas a través de una experimentación rigurosa; perspectiva coherente con las ideas de los primeros filósofos de la ciencia y con el positivismo y el empirismo.

No obstante lo anterior, le preguntamos al profesor A:

¿Cuál es su posición frente a la estructura de la ciencia?

“Creo que la ciencia está bien estructurada; entiendo que eso tampoco es una cuestión acabada, porque las teorías y las leyes hay que estar revisándolas, llega el tiempo en que una ley ya no es una ley, porque hay otra cosa más. Yo creo que está bien estructurada lo que hay es que estarla revisando”

En este comentario, el profesor A nos habla de un carácter más provisional y evolutivo de las leyes y teorías, aunque desde una perspectiva global su concepción le da un carácter finalista de las teorías.

Con el ánimo de indagar el estatus que le dan los profesores A y B a la observación, la experimentación, la racionalización o teorización, decidimos hacerles las siguientes preguntas:

¿Qué estatus le da usted a la observación?

¿Qué importancia tiene la observación en la construcción del conocimiento científico? “

“Bueno, la observación es el primer paso del método científico, es muy importante por que sí uno se acerca... y cuando decimos observación no significa únicamente con la vista. La observación es con todos los órganos de los sentidos, por que muchas veces pensamos que la observación es lo que uno ve <>. La observación es todo lo que se relaciona con los sentidos.. Y ese es

“Eh..... (2) la observación, al igual que diferentes aspectos para un método de determinado científico, juega un papel muy importante eh.... (1) ya que a través de la observación es el actor quien va permitir actuar los diferentes sentidos y a través de ella pueden comprender muchos

En este comentario interpretamos que para el profesor A las teorías (que están al final del método científico) surgen directamente de las observaciones que se hacen de la realidad. Y estas observaciones son infalibles y dependen de las percepciones sensitivas del investigador.

En el anterior comentario, el profesor B, asume que la observación es el punto de partida para comprobar el conocimiento científico. Enfatiza una vez más, la relación que él establece entre actividad científica y comprobación de conocimiento, como se evidencia en este fragmento:

¿Cuál sería el punto de partida en un proceso de investigación científica?

“¿El punto de partida? Considero que es la observación”

Con esta respuesta el profesor B nos confirma su postura inductivista. Al analizar una de sus guías de laboratorio, notamos que efectivamente inicia por la observación:

“Deje un poco de pan húmedo en un sitio oscuro y caliente. Observa una a una parte en el microscopio y dibuja la estructura del rizopus que ataca al pan”
{Anexo #3, Carpeta Guías de laboratorio, Laboratorio 4}

Pero se trata de una ‘observación’ desprovista de la teoría que la sustenta, es decir, una observación ingenua porque para el profesor, el solo hecho de observar (mirar) el hongo al microscopio, le permite al estudiante comprender su relación con el pan (como fuente de energía ó su relación bioquímica).

Al analizar una de las guías de laboratorio del profesor A, notamos, también, una visión sobre la observación centrada en la información que se capta por la vista:

“Observe cómo están dispuestos los pétalos alrededor de las estructuras reproductoras que se encuentran en el centro de la flor.....”

Durante la segunda entrevista fue muy enfático en el carácter de la observación como punto de partida de la investigación, por lo que le preguntamos:

¿Considera que en Biología no se puede hacer investigación si no se parte de la observación?

“[.....] Humm..... (2) La observación es muy importantante, no en todas las veces como punto de partida, pero, sí es muy importante cuando se va a experimentar hay que”

Su respuesta muestra que se reafirma en su concepción empirista y en el papel que juega la observación en la construcción de la ciencia.

Para saber qué importancia le dan los profesores A y B a la teorización, en el proceso de construcción del conocimiento científico, decidimos preguntarles: ¿Cuál es el papel de las leyes y teorías en la construcción del conocimiento científico?

“Me parece importante porque en las teorías muchos científicos pueden escudriñar el tema para conocer la verdad del conocimiento, de manera que a mi me parece importante tanto las teorías como las leyes y que eso siempre está en revisión y debe estar en revisión, para conocer realmente la verdad de las cosas. Y como ya dije, la verdad de hoy, es posible que mañana va no lo

“ Cuando una ley, digamos se formula, es basándose, ya, en unas observaciones, alguna teoría pues, el papel de ellas [leyes y teorías] es de pronto el de instar, o darle solución a muchos interrogantes y también obligan a uno pues, a investigar un poco, a comprobar si en realidad lo que se está

El profesor A, a pesar de que enfatiza el carácter evolutivo de las leyes y teorías las sigue relacionando con un conocimiento verdadero y el profesor B considera que las teorías son producto de la observación de la realidad. En este caso, la realidad, se convierte en la fuente de todo conocimiento verdadero. Por otro lado, relaciona el conocimiento científico (leyes y teorías) con la comprobación de la veracidad del mismo.

¿Para usted qué importancia tienen las teorías en la construcción del conocimiento científico?

“Las teorías son importantes, para mí,.... (3) Por que eso posibilita que las personas tomen la investigación y traten de comprobar sí esas teorías son ciertas o no ciertas, es decir, les da la posibilidad a las personas de escudriñar, de buscar, desde ese punto de vista me parece que las teorías son importantes.”

El profesor A asume la investigación como comprobación empírica de la veracidad de las teorías (como defienden los positivistas).

¿ Y por qué medio las podría comprobar?

“Algunas se pueden comprobar por la experimentación, otras se pueden.. eh (2) buscar por la observación detallada. Sí la observación de cosas, porque generalmente cuando hablamos de experimentación, la persona, cree que es en el laboratorio, pero hay otra clase de experimentación que se hace en el terreno de los”

peso de construcción de la Biología y pone como punto central del trabajo científico el experimento, sin tener en cuenta que en Biología, en ocasiones no podemos llevar a cabo la prueba que deseamos, es decir, no podemos interferir en algunos aspectos de la naturaleza para ver qué es lo que pasa y en cambio podemos utilizar teorías e ideas para dirigir nuestra atención a determinados tipos y localizaciones de sucesos, y para seguir nuestra interpretación de lo que vemos.

Para conocer el estatus que, los profesores A y B, le dan a la experimentación les preguntamos:

¿Cómo aborda el papel de la experimentación en clase?

“En clase unas veces se va al laboratorio, para que ellos vean, comparen, lo que se hace en teoría con la práctica”.

{Anexo # 5, Carpeta Entrevistas, Entrevista 1}

“ Pues, como está estructurado acá, hay una hora específica para la experimentación [práctica de laboratorio], pero lo que nosotros vamos a realizar, en la experimentación, antes de hacerlo, de llegar a la práctica, debemos pasar por los conceptos, la teoría sobre este tema y si es posible investigar”

{Anexo # 5, Carpeta Entrevistas, Entrevista 1}

En este apartado, el profesor B le da el mismo estatus a la experimentación y a la práctica de laboratorio e implícitamente, ambos profesores, utilizan dicha práctica para la comprobación de conceptos y teorías científicas, idea que pudimos constatar con la respuesta, que nos dio el profesor B a la siguiente pregunta: ¿Con qué sentido aborda las prácticas experimentales?

"Las prácticas generalmente se incluyen para comprobar algo. Si nosotros estamos enseñando, por ejemplo, los microorganismos, que más que los estudiantes los puedan observar, que no solamente se queden con la imagen de cómo es un microorganismo, si no que lo pueda observar y también, pues, sería bueno, pues, a veces el estudiante, = ¡ahí pero mire, que aquí está un microorganismo!, Que así exista y va esté clasificado, que ellos pudieran llegar a la

Se destaca de nuevo el sentido ingenuo con el que entiende la observación y la comprobación, en cuanto espera que en la práctica de laboratorio, los estudiantes vean que los microorganismos que aparecen fotografiados o dibujados en los libros son como los que están en el preparado. El profesor B no le da otro sentido a la práctica porque ese es su modo de entenderla.

¿Qué diferencia establece entre experimento y experimentación?

"Experimento es como la práctica de algo que ya está determinado, comprobar eso, o verificar la hipótesis o las conclusiones que se tengan sean verídicas y experimentación es para ir conociendo algo que esté oculto y se pueda mirar y comprobar"

En este apartado, vemos como, el profesor B considera que el experimento es un medio de comprobación o verificación de verdades científicas y por otro lado, identifica la experimentación con el descubrimiento de cosas desconocidas (nuevamente, olvidando el aspecto creador y teórico de la investigación). Volvemos a llamar la atención sobre las debilidades de formación básica del profesor.

Y ¿Cómo aborda el experimento?

"Yo lo asumo como una forma para comprobar lo que se dice en la Teoría, pero también como una forma de exploración; para que ellos puedan explorar, descubrir, otros conceptos".

¡Anexo # 5. Carneta Entrevistas

"Se sigue, pues, el procedimiento como está indicado, si es en grupo o individual, se sigue el procedimiento y después de que pasa el experimento, ya el informe se nos presenta ocho días después, para lo que no lograron en la práctica, pues, investigar y fortalecer en el marco

En este apartado, vemos como el profesor A identifica el conocimiento científico con el descubrimiento, a la vez le da el mismo estatus a la experimentación y al experimento.

Efectivamente, en las prácticas de laboratorio que el profesor B diseñó, no hay referente alguno de orden didáctico ligado con las posibilidades de elaboración de un punto de vista epistemológico sobre el conocimiento que da forma a la práctica científica. Lo que se indica, es una serie de pasos que los estudiantes deben seguir, miremos un ejemplo:

“ 1. Con la punta de un pitillo, tome un poco de yogur, extiéndalo sobre un portaobjeto limpio. 2. Deje secar al aire o calentando suavemente unos segundos..... 3. Añada una gota de alcohol, para disolver las grasas.....”

{Anexo #3, Carpeta Guías de laboratorio, Laboratorio 3}

Los datos que se presentan en torno a esta categoría permiten afirmar que los profesores A y B no tienen una concepción actual sobre los procesos que siguen los científicos en la construcción de la Biología puesto que consideran la existencia de un método científico único, relacionan la ciencia con la metodología empírica, olvidando el aspecto creador y teórico de la investigación; además no tienen en cuenta la multiplicidad de escuelas científicas y de formas de pensamiento.

Categoría 3: Naturaleza del conocimiento científico.

Las preguntas que nos orientan como investigadoras en el reconocimiento de la postura epistemológica de los profesores A y B, frente a la “*naturaleza del conocimiento científico*” son las siguientes:

¿Presenta la ciencia y el conocimiento científico como:

-Verdadero, universal y único, o como una

-Construcción humana condicionada y compartida?

Con respecto a las teorías:

¿Presenta los contenidos como “productos” y hechos probados, o se refiere a la permanencia relativa de unas concepciones exitosas en su momento y la sustitución por otras de mayor capacidad productiva.

- ¿Incorpora estudios históricos - epistemológicos de la biología?
- ¿Incorpora la investigación actual en Biología?
- ¿Se refiere a la relación entre conocimiento común y científico?

Con el ánimo de indagar la forma como el profesor A presenta la ciencia y el conocimiento científico, nos decidimos a formularle las siguientes preguntas:

¿Qué hace que la Biología sea considerada una ciencia?

¿Cuál considera que sea la naturaleza del conocimiento científico?

*“La Biología es una ciencia porque tiene.. (2) tiene..(3) explicación propia, tiene.. (3)”
{Anexo #5, Carpeta entrevistas, Entrevista 1}*

“ Inicialmente el conocimiento científico puede ser algo que encierra el interés de los que están inmersos en ese proceso, pero el conocimiento científico no debe quedarse sólo para unos pocos, sino, que debe ser amplio y que su descubrimiento sirva

Un profesor con una sólida formación científica tendría mucho que decir. Miremos como el profesor B relaciona conocimiento científico con descubrimiento y en cuanto a sus aplicaciones o los beneficios para la humanidad, le da un estatus de universal. No obstante, para el profesor A fue difícil encontrar la respuesta y de hecho, ésta fue demasiado breve, lo cual reafirma nuestra interpretación sobre las debilidades que se han manifestado en otras oportunidades.

De igual forma le preguntamos al profesor A:

Con respecto a los resultados que arrojan las investigaciones se le preguntó: ¿Considera que una investigación que se haga aquí y ahora puede ser utilizada en forma universal?

*“En algunos casos sí, en algunos.... (2) Hay casos que pueden ser regionales, pero en la mayoría de los casos los conocimientos son universales”.
{Anexo #5, Carpeta entrevistas, Entrevista 2}*

En este punto de la entrevista se puede interpretar que el profesor A distingue el carácter consensuado del conocimiento científico, independientemente del lugar donde se produce y de los límites de dicho carácter.

Cuando en la segunda entrevista preguntamos al profesor A, sobre la relación conocimiento común y científico, su respuesta se relacionó con el consenso entre científicos:

“...el conocimiento científico va mucho más allá y no es hecho por una sola persona, sino que es el consenso de mucha gente que ha comprobado un conocimiento científico. Un conocimiento científico ya se da por científico, porque ya hay un consenso de personas que han trabajado sobre eso y están de acuerdo con ese conocimiento”

En este comentario, estamos de acuerdo con el profesor A en que la ciencia es producto de un acuerdo entre los científicos, no obstante nos llama la atención su insistente idea de comprobación del conocimiento científico.

Queriendo indagar un poco más sobre el carácter del conocimiento científico les preguntamos a los profesores A y B, lo siguiente:

Usted dice que por el método científico se puede llegar a la verdad. ¿Considera que cuando se hace algún tipo de investigación se puede llegar a la verdad?

¿Considera que el conocimiento científico es verdadero?

“Sí”

¿En qué sentido lo considera verdaderos?

“Pues..... (2) es que la verdad es relativa y la verdad que es hoy puede mañana no ser, entonces eso es lo que se busca, pero muchas veces no se llega allá, pero por lo menos se está más cerca de la verdad utilizando el método científico. Yo creo, como le digo, lo que es hoy verdad mañana puede no serlo, pero eso

“Eh..... (2) pues, verdadero, eh... (1) porque muchos conocimientos sirven para aprobar o denegar, pues, una teoría, entonces, es verdadero en el sentido que ese conocimiento sea empleado..... (2) eh..... (2) digamos cuando se ha empleado ya en la realidad para darle solución a muchas inquietudes que está a nivel

¿De qué forma explicaría la permanencia relativa de unas concepciones exitosas en su momento y la sustitución por otras de mayor capacidad productiva?

En este comentario, el profesor B, aparte de que considera el conocimiento científico como “verdadero” y “superior”, lo relaciona con la aprobación de “teorías”.

“Es que la verdad de hoy puede mañana no serlo, pero eso es importante porque la ciencia evoluciona”.

Anexo #5, Carpeta entrevistas, Entrevista 2}

En este apartado, el profesor A, identifica el carácter relativo del conocimiento que se produce a través de la investigación y al que él llama “la verdad”, pero al igual que el profesor B, está convencido de que la ‘verdad única’ sí existe. Sin embargo, no hace claridad de que no todas las demandas del conocimiento son resueltas por la ciencia y que por tanto, el conocimiento científico no es absoluto.

En la última frase del comentario, se destaca “el componente evolutivo del conocimiento científico”, en cuanto el profesor A enfatiza que la ciencia no es estática y que el conocimiento científico se revisa periódicamente. Claro está, que él no asume que esa revisión se haga a la luz de cambios importantes en los marcos teóricos.

¿Considera que puede ser una de las finalidades de la ciencia, llegar a la construcción de la “verdad?”

“Esa es la finalidad de la ciencia, aunque no siempre se llegue, pero, esa es la finalidad de la ciencia”.

{Anexo #5, Carpeta entrevistas, Entrevista 2}

Los profesores A y B ven el conocimiento científico como una “verdad científica” de manera que en sus clases lo importante es aprender directamente los conceptos científicos acabados. Esto se hace evidente en la forma como presenta los contenidos de sus programaciones de curso, la manera como diseñan sus evaluaciones, guías de laboratorios, talleres.

Si bien es cierto que, en la programación no hacen relación explícita a la ciencia y al conocimiento científico, es posible ver que subyace de forma implícita una concepción de ciencia acabada, de conjunto o colección de “resultados” en donde, los conocimientos científicos se consideran, entonces, como productos y hechos probados que se coleccionan, acumulan y ordenan en forma “lógica” para que luego sean aprendidos. Los conceptos aparecen como verdades acabadas, como definiciones, aseveraciones, datos, etc. Pero, ¿Qué explican estos conceptos? ¿En qué teorías están enmarcados? ¿A qué

problemas responden? ¿Cómo se llegó a su construcción? ¿Qué problemas se planteó la comunidad científica al respecto?. No se evidencia en la programación respuesta a estos interrogantes, ni se hace referencia a la construcción de conocimiento como explicación de los fenómenos.

*“Eje temático y problemático 2:
La reproducción
- aparato reproductor masculino.
- aparato reproductor femenino.
- la flor como órgano reproductor”.*
{Anexo #2, Carpeta

*Unidad II: Morfología microbiana
-Clasificación de los
microorganismos
-Morfología y estructura de las
Bacterias
-Cultivo de Bacterias
-Reproducción y desarrollo de las
Bacterias
-Clasificación de las Bacterias
-Enfermedades causadas por*

En el caso, por ejemplo, del profesor A, en el contenido del *eje temático y problemático 2: la reproducción*, no se hace referencia a que el carácter reproductivo de los seres vivos tuvo inicialmente explicación en teorías antagónicas, por un lado, en la teoría de la pangénesis y por otro en la teoría preformacionista y epigenecista. No se alude a explicitar que la teoría de la reproducción no es una verdad absoluta, sino más bien un modelo explicativo que puede ser usado, modificado y sustituido por otro. Y en el caso del profesor B, el contenido de la unidad II: *Morfología microbiana*:

En estas unidades de la programación, al igual que en todas las demás, no se explicita qué teorías o qué modelos explicativos pueden ser usados para explicar estas temáticas, tampoco se explicita que las teorías y los modelos son entidades epistemológicas socialmente construidas, caracterizadas por cierta complejidad, abstracción y poder explicativo.

Siguiendo con el profesor A, en el caso del tema “la flor como órgano reproductor” no se deja entrever que la función de la flor es parte del modelo reproductivo de algunas plantas, lo cual es una entidad socialmente construida y de una complejidad y abstracción mayor, que la de la flor como ejemplar. Si el profesor A no tiene claro que hay un modelo tipificado de la reproducción en las plantas con flores y que en tanto modelo tiene sus límites explicativos – porque son raras las flores que presentan todas las estructuras -, difícilmente será capaz de asumir que la enseñanza de éste tema va más allá de enseñar y evaluar las partes de la flor (Rojas y Angulo, 2005).

En el caso del profesor B, el tema de los microorganismos se presenta de forma aislada de las teorías y esta visión, también se corresponde con las preguntas que hizo durante la evaluación. Veamos estos ejemplos:

“¿Cómo se llaman y cómo están formados cada uno de los 4 verticilos de la flor?”

{Anexo #1, Carpeta evaluaciones escritas, Segundo parcial (evalúa algunos aspectos de los Ejes temáticos y problemáticos 2 y 3 de la programación de curso)}

ejemplos:

“A continuación encontrarás unos enunciados relacionados con enfermedades producidas por virus y bacterias y otros conceptos generales a los cuales solo deberás responder sí o no. Valor 1.0

Las bacterias quimio autótrofas utilizan un compuesto inorgánico como fuente de energía _____”

{Anexo #2 Carpeta evaluaciones

“Enumere (5) de los tejidos que se encuentran en el corazón”

{Anexo #1, Carpeta evaluaciones escritas, primer parcial (evalúa algunos aspectos de los Eje temático y problemático 1 de la programación de curso)}

“Cuestionario: Analiza y escribe falso o verdadero según lo consideres. valor 0.8:

Las bacterias son procarióticas ()”

“Son rasgos de las bacterias:

_____”

{Anexo #2, Carpeta evaluaciones escritas, primer parcial, preguntas 1.e, 3.c. respectivamente}

“¿Qué órganos no pertenecen a los sistemas reproductores pero intervienen en la sexualidad?”

{Anexo #1, Carpeta evaluaciones escritas, Examen final (evalúa algunos aspectos de los Ejes temáticos y problemáticos de la programación de curso)}

Para indagar sobre la forma como, los profesores A y B, conciben las teorías, decidimos hacerles las siguientes preguntas:

¿Por qué plantea las teorías en la forma en que aparecen en la programación?

“Porque es la forma más conveniente de plantearlas, sin embargo, esa no es una camisa de fuerza; tampoco en el desarrollo de la temática”.

{Anexo #5, Carpeta entrevistas

“ De pronto las planteamos así, en ese orden, para eh... (2) ir desarrollando cada uno de los tópicos más importantes, pero, no significa que sólo uno se quede en los tópicos que están especificados allí”

Anexo #5, Carpeta entrevistas,

En vista de que la respuesta del profesor A era poco explícita, se insistió en la pregunta:

¿Así como están establecidas las teorías en el programa, las presenta en clase?

“No siempre, no es una camisa de fuerza (sonríe). Por ejemplo aquí aparece (señala la programación) el aparato reproductor femenino, nosotros en el desarrollo de esto, generalmente primero desarrollamos la flor, en las plantas, luego nos pasamos a la parte humana, entonces realmente

Para el profesor A, ‘las teorías’ son los contenidos que debe enseñar y siguen cierto orden que se puede modificar, teniendo en cuenta ir de lo simple a lo complejo. No parece haber duda en que para él, la reproducción humana es más compleja que la de las plantas, por eso, la forma lógica de enseñar la reproducción en los seres vivos y de aprenderla, es comenzando por las plantas. Esto coincide con lo que aparece en los libros de texto de educación básica y media, contexto en el cual se mueve también este profesor y que parece estar determinando definitivamente su relación con la biología que enseña en la Universidad.

En el caso del profesor B, nuestra intención, con esta pregunta, era que el profesor B, cayera en cuenta de que los temas de su programación no están presentando teorías o modelos teóricos; sin embargo, él asume que sí lo están y que tal vez la única dificultad radica en el orden de los temas y la falta de otros. Para afirmar esta interpretación y aprovechando unos comentarios sobre el tema de la Célula, le preguntamos:

¿Y cuando desarrolla el tema de la célula lo hace como una teoría o lo desarrolla como concepto?

“ No, se desarrolla desde la historia de la teoría celular hasta los nuevos avances”

Anexo #5. Carpeta entrevistas. Entrevista 11

A pesar de su declaración verbal sobre la ‘teoría celular’, a lo que el profesor se refiere es a que sigue el orden en que se plantea el tema en los textos escolares.

En los siguientes fragmentos queda en evidencia cómo los profesores A y B conciben que las teorías son un producto inducido de la comprobación propia del experimento:

¿Para usted qué importancia tienen las teorías en la construcción del

“Las teorías son importantes, para mí, porque eso posibilita que las personas tomen la investigación y traten de comprobar si esas teorías son ciertas o no ciertas, es decir, le da la posibilidad a las personas de escudriñar, de buscar, desde ese punto de vista me parece que las teorías son importantes”.
Anexo #5, Carpeta entrevistas, Entrevista 2}

¿Qué papel juegan las teorías científicas en la ciencia?

“Las teorías juegan un papel muy fundamental en la experimentación.....(2) eh.....(2) yo pienso que, una teoría no se debe quedar solamente en la formulación, sino, en la generalización y comprobar de que si sea.....(2) = cuando ya está la teoría es porque muchos hicieron el estudio y la comprobación de ella”

¿A que se refiere cuando habla del estudio?

“Pues, al experimento” <>

{Anexo #5, Carpeta entrevistas, Entrevista 1}

Los profesores A y B presentan las teorías como “productos” y hechos probados a través de la investigación y a esta última como el mecanismo que incentiva a las personas a probarlas.

El hecho de pensar que las teorías son el producto de rigurosos experimentos (comprobaciones) de los científicos y que por lo tanto son verdades, hace que en sus actividades de enseñanza los profesores A y B no planteen propuestas de problematización del conocimiento ni posibles explicaciones a los mismos. En las evaluaciones escritas (exámenes parciales) se observa que para los profesores A y B, las teorías no tienen la importancia que han mencionado, ni la investigación juega el papel de problematizar el conocimiento, ni de plantear posibles explicaciones. Ejemplos:

*“Identifique las etapas del desarrollo embrionario:
-----el organismo adquiere el tamaño característico de su especie.
-----el huevo se divide varias veces sin aumentar de tamaño.
-----se forma el ectodermo, el mesodermo y el endodermo”*
{Anexo #1, Carpeta evaluaciones escritas, Examen final (evalúa algunos aspectos de

Ejemplo:” *Relaciona la columna A con la B. Valor 0.8*

Aerobio Lewenhock

Cirugía anticeptica Pasteur

Vacunas Robert Koch

Animáculos Jenner

Bacterias específicas”

{Anexo #2, Carpeta evaluaciones escritas, primer parcial, pregunta 2}

Escriba por lo menos la función principal de cada uno de los siguientes tejidos:

- a) Meristemático _____
- b) Parenquima _____
- c) Epidérmico _____
- d) Xilema _____
- e) Óseo _____
- f) Nervioso _____
- g) Muscular _____
- h) Clorofiliano _____

Posteriormente, quisimos indagar un poco en la forma como el profesor B concibe el “hecho” por tal motivo le preguntamos: ¿Qué papel juega el hecho en un proceso de investigación científica?

“Eh(1) juega un papel importante para uno poder comprobar, >< o sea, sí toca buscar donde esté, que no se quede todo en la teoría, si no que se pueda verificar el hecho, juega un papel”

La idea que el profesor B tiene respecto al *hecho*, da a entender que éste está en la realidad, que no son entidades creadas a la luz de las teorías, y por lo tanto, los hechos son la concreción material de la teoría.

Para los profesores A y B la idea permanente de comprobación del conocimiento científico, es muy estable y resistente al cambio lo que hace que la relacionemos con sus deficientes formaciones epistemológicas, sus escasas experiencias en el campo de la investigación en ciencias y sus labores docentes en una universidad que no tiene tradición en investigación. Esto impone la necesidad urgente de una formación continua en lo relacionado con la naturaleza de la ciencia y un mayor acercamiento con los procesos de investigación científica.

Con el ánimo de saber si los profesores A y B incorporan estudios históricos y epistemológicos en sus clases de Biología, les preguntamos:

¿Incluiría temas que tengan que ver con la parte epistemológica, es decir, con la construcción del conocimiento en las clases de Biología?

¿De qué forma desarrolla la parte histórica y epistemológica de la Biología?

“Claro eso es muy importante, porque precisamente cuando nosotros hacemos clase de Biología, tenemos que inducir al estudiante para que se interese por la búsqueda

1“La epistemología y la historia la empezamos desde el conocimiento del microscopio hasta los primeros descubrimientos: la teoría celular, cómo se fue formando el concepto final” (levanta la mano

¿Cómo integraría la parte histórica del conocimiento científico en sus clases de Biología?

“Es que la historia siempre es importante, porque hay un dicho que dice que el que no conoce su historia tiende a repetirla.....entonces, sí hay unos conocimientos que ya están dados o que ya hay otros ya han trabajado sobre eso, yo para que voy a buscar lo mismo, entonces, parto de allí, tengo que conocer eso que han hecho los demás para a partir de allí buscar otros conocimientos.....entonces, yo les referiría lo que ya han descubierto otros investigadores”

En este apartado, vemos que para ambos profesores la historia y la epistemología de la ciencia no tienen las connotaciones reconocidas actualmente como imprescindibles en la formación del profesor, para que pueda comprender cual es la naturaleza del conocimiento científico y cómo pueden ser sus modos de construcción. La historia parece tener un carácter anecdótico y puntual que sirve para ilustrar, más que para explicar.

En el caso particular del profesor B, él considera que la historia y la epistemología son temáticas a enseñar en una clase particular. Sigue el orden planteado en los textos, sin detenerse a pensar que el microscopio permitió la ampliación de un campo de desarrollo dado, aunque visible solamente por él (Canguilhem, 1970) y que es este tipo de reflexiones las que interesan orientar en una clase de Biología en la Universidad. El tomar como punto de referencia la época de invención del microscopio, para empezar el rastreo histórico de la Biología, está muy relacionada con su concepción positivista y con una enseñanza de la biología basada en los textos. Si realmente este profesor hiciese un minucioso estudio epistemológico, sobre la Biología, sabría que la teoría celular no se descubrió si no que se construyó.

Para contrastar nuestras interpretaciones, en la siguiente entrevista le preguntamos al profesor B:

¿En su programación, incluye algún tema que tenga que ver con los

“En la mayoría de las ciencias biológicas, parten desde lo más simple, hasta los últimos avances, entonces, sí se hace un recorrido histórico de cada una de esas ramas”

¿Y de qué forma realiza ese recorrido?

“Pues, el recorrido se realiza partiendo desde lo más primitivo, de eso determinado..... (2) y en ese tiempo con quién contaban y quién fue obteniéndose hasta llegar nuestro.”

¿Qué tipo de información privilegia cuando está haciendo ese recorrido?

“Por ejemplo se citan muchos nombres, a qué llegó el, determinado investigador o científico, eh..... (2) los conceptos más generales que tienen que ver con la evolución de la vida.”

A pesar de que en las entrevistas, el profesor B, cuenta que realiza un recorrido histórico y epistemológico de la Biología, esa actividad no se visibiliza en sus actividades de enseñanza, al menos, las que analizamos (programaciones, evaluaciones, talleres y guías de laboratorio) pues, no encontramos ningún rastro de lo dicho. También se destaca una mirada anecdótica y puntual de la historia y la epistemología.

Insistiendo un poco más en este aspecto, le preguntamos al profesor B:

En el recorrido histórico y epistemológico de la Biología, que usted menciona, ¿Hace alguna alusión al papel que han tenido los científicos en la construcción de ese conocimiento?

“Si...(1) <> si se hace, pues cuando nosotros hacemos historia, eh.... (1) lógico, pues, que recalamos, más o menos, pues no de todos sino de los más importantes [científicos] y de los conceptos más generalizados y cómo se llegó a ese concepto y si hubo, por ejemplo, debate, que alguno tuviera un diferente [concepto], hasta que al final esté actualizado, como se llegó a él”
{Anexo # 5, Carpeta Entrevistas, Entrevista 2}

¿Y de donde toma la información para hacer ese recorrido histórico?

“ Se toma de los libros de texto, ellos nos cuentan que hizo cada científico en determinada época y qué polémicas suscitó su trabajo”
{Anexo # 5, Carpeta Entrevistas, Entrevista 2}

A pesar de que menciona el debate y la puesta en escena del conocimiento científico como objeto de análisis y cuestionamiento por parte de la comunidad científica, el tomar la información para sus clases de los libros de texto y no de artículos originales, es otra de las razones que hace que el profesor B tenga una imagen de ciencia tan reducida. Los libros de texto pocas veces acuden a la sociología de la ciencia para revisar el contexto (social, político, económico, etc.) en el que se construye el conocimiento científico. Visto así, difícilmente este profesor podrá hacer referencia a su construcción como explicación de los fenómenos y al contexto de desarrollo de la ciencia.

Recordemos que la formación inicial de los profesores A y B adolece de importantes carencias en el campo de la historia y la filosofía de la ciencia. Como consecuencia de ello, éstos profesores tienen dificultades para tratar los temas que tienen que ver con los orígenes y evolución de este conocimiento, lo que les lleva a transmitir una imagen incorrecta e impropia de la Biología palpable en sus prácticas de enseñanza, donde son relevantes los contenidos (definiciones, datos, etc.). Ejemplos:

“Según el número de células los organismos pueden ser: _____”
{Anexo #2, Carpeta evaluaciones escritas, primer parcial, pregunta 3.d}

¿Qué nombre recibe la agrupación que forman las bacterias?
{Anexo #3, Carpeta guías de laboratorio, pregunta 3}

También se nota que los profesores A y B se ratifican en su idea de identificar el conocimiento científico con el descubrimiento de lo desconocido (nuevamente, olvidando el aspecto creador y teórico de la investigación) y asumen que el conocimiento aumenta en sentido acumulativo (donde, los nuevos conceptos y teorías integran a los antiguos, y los superan).

Si bien es importante incluir los estudios históricos y epistemológicos, en las clases de Biología, no menos lo es, la incorporación del estado actual de su investigación. En este sentido, le preguntamos a los profesores A y B: ¿Qué importancia tiene incluir en el programa, artículos de investigación en el desarrollo de la Biología?

“La investigación debe ser el eje central de todo proceso educativo, por eso me parece importante”.

“ (2) al hacer el análisis de pronto, se puede llegar eh..... (2) hasta el momento en que el investigador estaba....., (2) por qué llegó a esas conclusiones y así nos damos cuenta del punto de vista del estudiante, si está de acuerdo o no”

En su respuesta, el profesor A, asume la investigación desde el campo educativo, pero no la lleva al plano de la importancia que tiene el incluir ese tema en el desarrollo de la clase de Biología para la formación de un profesor que debe entender cómo es y cómo se construye esta ciencia, a pesar de que en algunas ocasiones enfatiza el carácter evolutivo del conocimiento científico.

En el caso del profesor B, en este primer intento por indagar sobre la inclusión de los artículos científicos en sus programaciones de curso, no fue posible obtener mayor información, por eso en la misma entrevista le preguntamos:

¿Pero, por qué es importante incluirlos en el programa?

“Depende de la importancia que tenga el artículo para el tema que se esté desarrollando”

A pesar de nuestra insistencia el profesor B evadió nuevamente la respuesta a nuestra pregunta, así que optamos por indagar sobre la evaluación.

¿Qué importancia tiene evaluar el análisis e interpretación de artículos originales?

¿Y considera que es importante evaluarlo?

“La importancia que yo le veo al análisis de artículos científicos es que los artículos generalmente tienen un grado de complejidad, que una persona que no está acostumbrada a leerlos le da pereza, entonces, sí se acostumbra al estudiante a leerlos, entonces ya se va metiendo en el cuento, los va entendiendo mejor, y llegará un tiempo que ya no le da pereza hacerlo porque ya está

“Es importante evaluarlo porque de pronto fortalecen el conocimiento que se esté tocando en ese momento”

Anexo #5 Carneta entrevistas

El profesor A no expresó la importancia que tiene el hecho de incluir artículos científicos en sus programas de curso, mientras el profesor B, considera importante incluir los artículos originales en el desarrollo de sus clases. Ambos coinciden en la importancia de evaluarlos, pero en realidad, el tener presente los artículos científicos se hace invisible en sus prácticas de enseñanza. En el caso por ejemplo, de las referencias bibliográficas de las programaciones de

curso, no se menciona ningún artículo original, mucho menos se incluyen en evaluaciones, talleres y guías de laboratorio. Además no establecen ninguna diferencia entre los artículos originales y los libros de texto, situación que es preocupante, sobre todo porque ellos enseñan en el nivel universitario donde se supone, debe haber una mayor familiaridad, tanto de los docentes como de los estudiantes, con los artículos originales. Consideramos una barrera para que los profesores utilicen dichos artículos, el hecho que ellos no tienen dominio de idioma extranjero, y la mayor parte de la información científica que circula, está en otros idiomas, sobre todo el inglés, pero también subyace a esto, las debilidades de formación científica y epistemológica que muestran.

¿Cuándo desarrolla su programación incorpora alguna temática que tenga que ver con la investigación que se está realizando actualmente en Biología?

“Generalmente..... (2) uno (2) las programaciones eh... las actualiza porque hay muchos temas que son nuevos, y sí es bueno, porque la indagación en esos temas..... (3) >< y profundizar en ellos hasta donde uno tenga pues su alcance.

Y ¿Qué importancia le da a la incorporación de la visión

” Es muy importante porque permite que cada curso no se quede en lo de atrás”

{Anexo #5. Carpeta entrevistas. Entrevista 1}

Si bien el profesor B reconoce que los artículos de investigación son importantes en cuanto recogen la producción científica, no los incorpora a sus programas de curso, seguramente porque los estudiantes no los entenderían. Esta situación se vuelve una especie de círculo vicioso, si se tiene en cuenta que el profesor tampoco se preocupa por diseñar actividades a través de las cuales los estudiantes aprendan a leer este tipo de bibliografía y entiendan que este dominio es parte fundamental de su formación como profesores de ciencias, capaces de estar a la altura de los científicos. Por otro lado, a pesar de que se muestra abierto a la incorporación de resultados de la investigación actual en Biología, esto no se refleja en la bibliografía que está plasmada en su programación, pues los textos que referencia, no son exponentes de los últimos avances de la Biología.

Para tener una mayor claridad sobre la concepción “naturaleza del conocimiento científico” que tiene el profesor A, nos pareció conveniente indagar sobre las relaciones que él establece entre conocimiento común y científico, así que decidimos preguntarle:

¿Qué relación establece entre el conocimiento común y el conocimiento científico?

“Bueno...eh..... (2) el.....(2) tanto el conocimiento común como el conocimiento científico está relacionado con las personas, lo único, lo único, no,.....(2) una de las cosas que el conocimiento tradicional, no..(1) no...(1) una de las cosas que el conocimiento tradicional no... no...tiene en cuenta, es decir, el conocimiento tradicional se..... (2) Cuando una persona descubre, por ejemplo, que el agua.... (2) Por ejemplo que una fiebre es producida por una bacteria, entonces, ya la gente con eso se conforma. En cambio el conocimiento científico sigue, sigue, sigue... el proceso de investigación, hasta darse cuenta a, que no solamente, que fue una bacteria, sino que clase de bacteria es, cómo está

Para el profesor A, el conocimiento común tiene un poder explicativo menor que el conocimiento científico. El primero, es limitado y puntual en cuanto la gente se conforma con una respuesta sencilla, mientras que el segundo, profundiza en las causas y en la descripción del fenómeno.

Finalmente, nos parece oportuno comentar que en el profesor B persiste una visión más tradicional sobre la ciencia que en el caso del profesor A, ya que este último, por lo menos en algún momento consideró la posibilidad de otras formas de construcción del conocimiento científico, diferente al “método científico”, relativizó la “verdad científica” de la que está convencido, nos habló de la evolución del conocimiento científico y además admitió la construcción del conocimiento en comunidad, aspectos que no se evidenciaron en el profesor B.

Los datos que se presentan en torno a esta categoría permiten afirmar que los profesores A y B no tienen una concepción actual sobre la naturaleza del conocimiento científico en la medida que lo consideran verdadero, superior y lo relacionan con la comprobación de “teorías”, además de que no hacen alusión a la construcción de dicho conocimiento como explicación de los fenómenos.

Categoría 4: Relación Ciencia – Tecnología – Sociedad

La pregunta que nos orienta como investigadoras en el reconocimiento de la postura epistemológica de los profesores A y B, frente a la “relación Ciencia – Tecnología - Sociedad” es:

¿De qué forma incorpora la relación Ciencia (Biología – B) – Tecnología – Sociedad?

Así que decidimos preguntarles a los profesores A y B: ¿A su modo de ver, cuáles son las relaciones entre Biología-Tecnología-Sociedad (B-T-S)?

“La relación entre B-T-S (frunce la frente), es que la Biología sirve a la sociedad, la tecnología también sirve a la sociedad y se necesita la Biología, que es prácticamente la sociedad, por que la Biología es un componente de la sociedad. Toda sociedad tiene la parte biológica que

“¿Las relaciones?(4) eh(3) La Biología, pues, es el conocimiento del ser y las Tecnologías nos permiten ir..... eh avanzando en esos conocimientos para el beneficio de la Sociedad.”

El gesto del profesor A al fruncir la frente y la vaguedad de la respuesta, son un indicativo de que no se había planteado esta relación y lo toma por sorpresa la pregunta, de modo que debe improvisar la respuesta. En la segunda entrevista se insistió en el tema para tratar de develar su concepción al respecto:

¿De que forma manifiesta la relación entre C-T-S?

*“La relación es que.. . La sociedad... es la que hace... La sociedad está formada por personas y esas personas son las que hacen... el conocimiento científico y el conocimiento tecnológico, esos dos conocimientos están relacionados porque muchas veces primero es el conocimiento tecnológico y luego es el conocimiento científico. Pero.....(2)
** Muchas veces primero es el científico y luego el*

En el caso del profesor A detectamos cierta contradicción en el sentido de que, por un lado, nos dice que el conocimiento científico lo hacen las personas y, por el otro, en la última frase, enfatiza su idea de descubrimiento del conocimiento científico. Esta visión, distorsionada respecto al conocimiento científico, se relaciona con su deficiente formación epistemológica, su escasa experiencia en el campo de la investigación en ciencias, su experiencia como profesor de secundaria y su labor docente en una universidad que no tiene

tradición en investigación. Esto impone exigencias importantes al docente universitario entre las cuales cabe destacar la necesidad de una actualización permanente y el compromiso con la investigación como forma de relación con el conocimiento.

Con esto no pretendemos que todos los profesores de Biología tengan que ser científicos, pero queremos poner el énfasis en la necesidad de que comprendan el impacto que genera la ciencia en la sociedad y como esta orienta sus productos, por ejemplo, el diseño de los artefactos.

El profesor A también hace referencia a que en ocasiones, la tecnología precede a la ciencia, pero desafortunadamente no explica por qué.

Llama la atención la pregunta que se hace el profesor B “¿ Las relaciones?” Nos da a entender que tal vez no se había hecho esa pregunta, que no había vislumbrado esa posibilidad y por eso, improvisa una respuesta que es muy vaga. Por otro lado, en la última parte de este comentario, para el profesor B la tecnología es la responsable de los avances científicos.

Se hace evidente, la necesidad de la formación continuada del profesor en las implicaciones sociales del desarrollo científico y tecnológico.

En este apartado se destaca que los profesores A y B no han construido la relación CTS y en consecuencia, ni siquiera la mencionan en sus programas de curso o en las evaluaciones.

Sobre esta categoría no se lograron obtener más datos, por la escasa formación del profesor al respecto, que le impide develar la relación CTS en el marco de sus relaciones con la Biología que enseña.

CONCLUSIONES

Respecto al Objetivo General

Los resultados del análisis de nuestros estudios de caso, permitieron una descripción de la relación que establecen los profesores A y B, con la Biología. Esta descripción revela la profunda dependencia de las prácticas de enseñanza del profesor, de su formación epistemológica y disciplinar, así como la compleja naturaleza de esta relación, en cuanto debe ser vista desde la formación curricular universitaria del profesor hasta su ejercicio profesional en la universidad. De igual forma, se deben tener en cuenta las metas de formación de un estudiante universitario (Licenciado en Biología y Química), las concepciones epistemológicas que el profesor de biología tiene sobre la disciplina que enseña, sus prácticas de enseñanza e investigación, además del contexto institucional y socio - cultural, en el cual se desempeña. Se desprende de esta investigación, que todos estos son factores que influyen sobre el proceso de apropiación de los modelos científicos, proceso característico de quien se reconoce como “profesor de ciencias”.

Para esta investigación, solamente nos hemos ocupado de una pequeña parte del análisis de esta relación: La parte que tiene que ver con los aspectos epistemológicos que definen las concepciones de los profesores respecto a la naturaleza de la ciencia, los fines que persigue, sus procedimientos y las relaciones CTS. La razón de esta decisión, es que los resultados de las investigaciones didácticas sobre formación de profesores de ciencias, coinciden cada vez más en que estos aspectos determinan en gran medida el pensamiento del profesor y en consecuencia, sus prácticas de enseñanza. Consideramos que este era un punto de partida adecuado para abrir paso a estudios posteriores sobre este tema.

Aunque la concepción predominante en los dos profesores es la empirista y hay grados y matices diferentes entre ellos, las diferencias son mínimas y permitieron integrar la descripción de los dos profesores.

A continuación, presentamos las conclusiones a las que nos ha llevado esta investigación, teniendo en cuenta los objetivos específicos propuestos:

Del análisis de las evaluaciones escritas, programaciones de curso, guías de laboratorio y talleres, de los profesores A y B, podemos concluir que:

- Ambos profesores ven la Biología como una ciencia constituida por contenidos acumulados, parcelados (como un conjunto fragmentario de conceptos, leyes y teorías), que representan una versión simplificada del contenido de esta ciencia. Esta característica se puede observar en las programaciones, en las que los contenidos se organizan en forma de listados, sin conexiones aparentes entre ellos, como si el fin básico de la educación

universitaria en Biología fuera el aprendizaje de las partes de los modelos teóricos y no el aprendizaje comprensivo de esta disciplina. De igual forma, la organización con la que se trabajan los contenidos en las programaciones coincide con la disciplinar, y más particularmente, con la organización que aparece en los libros de texto. Esto indica que para estos profesores no es relevante la presencia de otras perspectivas (la epistemológica, la histórica, la sociológica, la metadisciplinar, etc.) en sus clases de Biología, porque tampoco lo es para su propia relación con esta ciencia.

Por otra parte, los objetivos que se proponen alcanzar con los cursos de Biología IV, del profesor A y VI, del profesor B, no se corresponden con las actividades previstas en las programaciones. En este sentido, las actividades sugieren lo que realmente les interesa a los profesores que aprendan sus estudiantes sobre la Biología, ya que estas actividades son las que se ponen en marcha en su práctica docente: se caracterizan por evocar modelos tradicionales de enseñanza, desde los cuales no es importante la apropiación de un modelo teórico para la explicación de un fenómeno.

- A través de las evaluaciones y talleres, los profesores promueven una visión de la Biología que presta más atención a la terminología, que a la comprensión de los conceptos acuñados a través de los términos y a sus relaciones en el marco de la teoría que los interpreta. Las evaluaciones se consideran fundamentalmente como la comprobación final, mediante pruebas escritas de los aprendizajes conceptuales de los estudiantes, lo que se asocia estrechamente con una concepción fragmentaria de esta ciencia.

- También los profesores A y B se relacionan con la Biología, considerando que los procedimientos propios de la actividad científica siguen un método típico (descrito como una secuencia cerrada y lineal, que parte de la observación y llega a la abstracción de resultados correctos -generalizaciones). Las prácticas de laboratorio presentan esta tendencia positivista y empirista desde la cual, ambos profesores pretenden que los estudiantes infieran los conceptos científicos.

Este estudio refleja que los dos profesores analizados establecen relaciones con la Biología que enseñan, desde una perspectiva tradicional de los contenidos (reducción simplificada de la Biología) y de la evaluación que no responde a la función de la educación universitaria en Ciencias: Introducir y formar al estudiante en la ciencia y en la actividad científica.

De la caracterización de las visiones epistemológicas (fines, procesos de construcción, naturaleza del conocimiento biológico y relaciones Biología – Tecnología – Sociedad) de los profesores A y B podemos concluir que:

A pesar de que los dos casos analizados son profesores universitarios, éstos poseen una comprensión muy alejada de la actualmente defendida por los

filósofos contemporáneos respecto a la naturaleza de la ciencia – sus fines, procesos seguidos por los científicos en su construcción, la naturaleza del conocimiento, su relación con la tecnología y su papel en la sociedad. Creemos, tal como defienden los especialistas en Didáctica de las Ciencias, que la visión de cada profesor sobre los objetivos, procesos, construcción del conocimiento científico e implicaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad, influye en el modo en que enseña esta ciencia.

El análisis de los datos de los dos profesores permite inferir que posiblemente, durante su formación inicial, el programa de Licenciatura no les facilitó una construcción adecuada de las teorías científicas ni de la naturaleza de la ciencia.

- Respecto a la visión que los dos profesores universitarios de Biología tienen sobre los fines del trabajo científico, ellos consideran que tal fin es la búsqueda de conocimiento y el aprovechamiento de este para beneficio del hombre en relación con la vida diaria, pero es débil la relación de éste conocimiento con el individuo en la sociedad. Este resultado permite inferir que la enseñanza a la que probablemente hayan estado sujetos a lo largo de su formación inicial y continuada (si tenemos en cuenta que ambos profesores tienen Especialización), no les permitió apreciar el papel que la ciencia y la tecnología debe tener en la solución de problemas sociales y cómo influye la sociedad, en las actividades de las mismas.

-En los procesos seguidos por los científicos en la construcción de la ciencia, los profesores consideran que la Biología tiene un método específico para la investigación, que proporciona las pautas a seguir en relación con el objeto a investigar y de acuerdo con su naturaleza, el investigador realiza experimentos (porque para ellos, sólo el conocimiento que se basa directamente en la experiencia es genuino, es decir que una proposición es significativa, sólo si se puede verificar empíricamente), con el fin de encontrar la respuesta más conveniente y objetiva. Asumen que los conceptos y las teorías biológicas surgen directamente de la observación y experimentación rigurosa. Esto los lleva a una simplificación del conocimiento científico, que desvirtúa su carácter teórico en cuanto se apegan al seguimiento de un procedimiento particular e inmodificable.

La visión empírico-positivista de la Ciencia que presentan estos dos profesores, concuerda con sus estrategias de enseñanza, de manera que en sus clases lo importante es aprender directamente los conceptos científicos acabados, tal como los muestra el libro de texto. Por otro lado, el cómo enseñar Biología se refleja en un conjunto de actividades diseñadas para que los estudiantes expliciten el conocimiento que tienen o para que lo infieran de la naturaleza, por tal razón sus prácticas de laboratorio se asumen como guías a seguir al pie de la letra, para poder abstraer generalizaciones de lo observado. Todo esto en contradicción con las estrategias innovadoras que permitirían a sus estudiantes en formación inicial, un aprendizaje más acorde con lo que comunidad

internacional de especialistas vienen trabajando. Las razones que pueden explicar que se transmita una imagen idealizada de los procesos científicos, es que su formación inicial universitaria no ha enriquecido la experiencia investigadora de estos profesores, es decir, han estudiado muchos conceptos formales, pero han participado poco en procesos reales de investigación, además, por la dificultad de hacer ciencia en la Institución universitaria en que laboran (recordemos que la actividad de investigación en la UTCh es reducida). Ligado a lo anterior, el contexto socio - cultural en el que están inmersos, es una provincia en la que no se promueve el desarrollo científico – tecnológico, que es uno de los factores que los desmotiva para que haya un interés personal en la investigación.

-Respecto a la naturaleza del conocimiento, en ambos profesores predomina una imagen de ciencia verdadera, absoluta y de carácter universal y a pesar de que no la consideran estática, -al menos en sus verbalizaciones-, insisten en afirmar que el conocimiento científico se modifica por el resultado de los experimentos y no manifiestan que el conocimiento científico se revisa periódicamente a la luz de los cambios importantes en los marcos teóricos; conciben el avance científico como un proceso de acumulación de conocimientos, y no como de cambios en las teorías. Las teorías científicas se consideran como verdades descubiertas a través de una experimentación rigurosa. Igualmente, el considerar el método científico como objetivo e infalible y al conocimiento científico como una verdad absoluta, trae como consecuencia que para estos profesores dicho conocimiento sea ‘superior’.

La relación que establecen ambos profesores con la Biología que enseñan se refleja en estrategias de enseñanza características de tendencias dogmáticas, memorísticas y magistrales, en donde los contenidos a enseñar siguen un criterio disciplinar muy tradicional; las evaluaciones, guías de laboratorio y talleres, muestran un compendio de conceptos verdaderos, estáticos, ahistóricos y asociales. Si tenemos en cuenta que el profesor de ciencias tiende a enseñar y a evaluar aquello que considera fundamental que el estudiante aprenda, el cómo enseñar de estos profesores muestra por ejemplo, acumulación de unidades de información; prácticas de laboratorio que se basan en seguir fielmente las instrucciones dadas para llegar a los resultados correctos, alejados de la intención que los profesores manifiestan en sus objetivos, de propiciar en los estudiantes la interpretación de su entorno. Mientras los profesores A y B sigan comprendiendo la ciencia como un conjunto de verdades absolutas, es muy poco probable que consigan cuestionar su validez o asumir una postura crítica.

Esta visión responde a la carencia en su formación inicial, de reflexiones sobre la filosofía, historia y sociología de la ciencia. La consecuencia de todo ello es que los profesores tienen dificultades para comprender los orígenes y la evolución de los conocimientos, lo que les lleva a transmitir una imagen incorrecta e impropia de la ciencia que enseñan.

Aunque evidentemente no es lo mismo concebir el conocimiento científico como verdadero – permanentemente- como en el caso del profesor A, que sugerir la comprobación del mismo – constantemente- como en el caso del profesor B, desde nuestro punto de vista en ambos casos se puede compartir una visión absolutista del conocimiento.

- Respecto a las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) en ambos casos los profesores no han construido estas relaciones y en consecuencia, ni siquiera las mencionan en sus programas de curso o en las evaluaciones. Lo anterior concuerda con la ausencia de desarrollo de esta temática en su formación inicial, y tal vez, con la falta de discusiones en torno a la misma en el ambiente universitario.

-La investigación muestra que hay evidencia suficiente para afirmar que la preparación científica de los dos profesores analizados, es claramente insuficiente. Nos basamos para tal afirmación en la visión superficial y academicista de los contenidos científicos y en el manejo didáctico de los mismos. Nos parece oportuno comentar, que estas deficiencias son un obstáculo para que hagan una representación adecuada de las teorías biológicas como objeto de enseñanza. A nuestro modo de ver, ambos profesores enseñan la ciencia escolar (de contexto tradicional, positiva, constituida por conceptos y fragmentos de la teoría y simplificada), donde hay una transposición didáctica del conocimiento científico y no un proceso de modelización del mismo - en la que es necesario integrar y reinterpretar las teorías científicas -, actividad que se le facilita a un profesor universitario, que hace ciencia o que por lo menos está al tanto del desarrollo de la misma.

-En ambos profesores la metodología de enseñanza que adoptan, puede explicarse en términos de una única concepción epistemológica de fondo (existe un conocimiento acabado y verdadero) y de una visión de aprendizaje coherente con ella (aprender es repetirlo). Dicho de otra manera, para estos dos profesores existen dos formas (métodos) para hacer que sus estudiantes se apropien del conocimiento verdadero: por inducción desde la observación de la realidad o por transmisión verbal.

La forma como estos dos profesores se relacionan con la Biología, como objeto de enseñanza, presenta un alto grado de coherencia interna y se identifica claramente con dos tendencias:

Una tendencia basada en los procesos, que hace referencia a la implementación de métodos y técnicas (la Ciencia se elabora gracias a la eficiencia y objetividad del método científico y la enseñanza debe propiciar que los estudiantes lo aprendan) y otra, que hace referencia al dominio de los contenidos y conceptos disciplinares (la Ciencia es un conjunto de datos, conceptos y teorías y la enseñanza debe presentarlos directamente a los estudiantes). Estas tendencias son típicas de los programas tradicionales de las Facultades de Ciencias y de las Facultades de Educación que forman profesores en ciencias naturales.

Respecto a la contribución de esta investigación al desarrollo de la línea de investigación:

-Los resultados de esta investigación ponen de manifiesto que las debilidades en la formación científica, epistemológica e histórica de estos profesores universitarios, determinan unas relaciones poco apropiadas con la Biología que enseñan, en cuanto la desvirtúan, la simplifican y confunden las metas de formación en la Universidad con las de la Educación Básica y Media. Se destaca entonces que los aportes del estudio son relevantes para el contexto particular de la UTCh, en cuanto la presentación de estos resultados a la comunidad universitaria puede desembocar en la toma de decisiones efectivas por parte de las directivas, para atender al desarrollo de propuestas de formación continuada de su recurso docente en el área. Si bien estos casos no pueden considerarse como representativos de las instituciones universitarias del país, sí pueden verse como importantes para contextos similares al de la UTCh.

Todo lo anterior plantea a la línea de investigación “pensamiento del profesor de ciencias”, inmersa en el campo de formación de profesores de ciencia, la necesidad de comprender mejor las características de las relaciones que establece el profesor universitario de ciencias con la disciplina que enseña, sus posibilidades reales de evolución, las alternativas de cambio deseables y posibles y las estrategias formativas que pueden favorecerlas, en la perspectiva de que sean los propios profesores los que impulsen un proceso gradual de transformación de la enseñanza, coherente con los fines, socialmente establecidos de la educación superior.

Respecto a la Metodología y Análisis de los Resultados:

- Esta investigación nos permite confirmar que el estudio de caso es una metodología valiosa a la hora de describir e interpretar las concepciones y las actividades de enseñanza que desarrollan los profesores.

- Los resultados permiten afirmar que las evaluaciones que aplican los profesores, las programaciones de sus cursos, los talleres, las guías de laboratorio y las entrevistas, pueden usarse como indicadores de las relaciones que establecen con la disciplina que enseñan. El comportamiento de estas

fuentes de información hizo posible contrastar los resultados y complementarlos para obtener una representación más confiable de las concepciones epistemológicas de los dos profesores. A través de sus documentos escritos (talleres, evaluaciones, programaciones de curso, guías de laboratorio) se infirieron sus prácticas de enseñanza. Otros documentos escritos (hoja de vida y documentos institucionales) –usados de forma muy puntual- nos permitieron conocer algunos aspectos de la vida profesional de los profesores y detalles del contexto institucional en el que laboran.

- Para el proceso de triangulación, resultó muy oportuno el uso de diversas fuentes de información, en la medida que garantizan las interpretaciones realizadas. Además, la confrontación de las verbalizaciones (entrevistas) con sus actividades de enseñanza (documentos escritos), permitió contrastar la información y complementarla. En esta investigación, el juicio de pares también se considera una forma de triangulación poderosa por la variedad de miradas desde diferentes ángulos de la información recogida, lo cual le aporta validez y confiabilidad a los resultados obtenidos.

SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES

Los resultados de esta investigación, nos permiten hacer ciertas sugerencias y recomendaciones que pueden orientar investigaciones futuras y mejorar los programas de formación de profesores.

- Las entrevistas sobre las concepciones epistemológicas de los profesores, resultaron ser una fuente de información ideal para dar sentido y complementar la información obtenida a través de los documentos escritos.

- El futuro de esta investigación puede ser el de continuar con el análisis de las prácticas de enseñanza, para determinar con mayor detalle el tipo de relaciones que el profesor establece con la Biología, vista como objeto de enseñanza. Un estudio de este tipo demanda la implementación de otras fuentes de información como la grabación en video de las clases de los profesores y entrevistas realizadas sobre la observación de estas filmaciones y de entrevistas de estimulación del recuerdo.

- La relación del profesor con la Biología es una temática muy poco estudiada desde la Didáctica de las Ciencias Experimentales, por lo cual se recurrió a un marco teórico de corte epistemológico desde el cual se definieron las categorías de análisis. Para otras investigaciones se sugiere explorar los resultados de investigaciones novedosas enmarcadas en el terreno de la pedagogía y desde las cuales se estudia la relación pedagogía – ciencia.

- Se sugiere que estos hallazgos se tomen en consideración en el diseño de los programas de formación de profesores universitarios, en el sentido de introducir aspectos relacionados con la historia, la sociología, la epistemología y la

Didáctica de las Ciencias, de abordar de una manera más integrada y comprensiva el contenido de las disciplinas y de tomar como referente del proceso formativo, las concepciones de los profesores.

- Si se pretende que la formación en ciencias en la Universidad, ayude a promover una imagen actual de ésta, se tendrá que enfatizar el importante papel que la ciencia tiene en el mundo. Esto implica que, ya sea en la formación inicial de profesores o en la formación continua, se preste mayor atención al papel de la ciencia en la sociedad.

- Una modificación que puede ser introducida desde la formación continuada, es la de proporcionar a los profesores universitarios que son Licenciados - como en los dos casos analizados -, la posibilidad de aprender qué es la ciencia y cómo se construye, integrándolos en equipos de investigación que trabajen en universidades o instituciones de investigación. Esto les permitiría comprender mejor los métodos utilizados en la construcción del conocimiento científico en espacios que propicien una profunda reflexión sobre la naturaleza de la ciencia, la filosofía e historia de la ciencia y sobre las implicaciones sociales del desarrollo científico y tecnológico.

- Finalmente, es importante que la universidad colombiana abra un espacio a la Pedagogía y a la Didáctica de las Ciencias, porque la reflexión en torno a la enseñanza de las disciplinas científicas implica una profunda comprensión de los procesos de modelización en la ciencia, necesarios para desarrollar teorías didácticas desde las cuales comprender aquellos que a su vez tienen lugar en el contexto de la enseñanza universitaria.

Esta investigación ha contribuido enormemente en mi formación profesional. Fue muy gratificante poder cumplir el sueño de llevarla a cabo. Agradezco esta oportunidad.

BIBLIOGRAFIA

ABD-EL-KHALICK, F; LEDERMAN, N.G. (2000) Improving science teacher's conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22 (7), pp. 665-701.

ABIMBOLA, I.O. (1983). The Relevance of the "New" Philosophy of Science for the Science Curriculum. *School Science and Mathematics*, 83 (3), pp. 181-193.

ACEVEDO, J. (2002). Algunas creencias sobre el conocimiento científico de los profesores de educación secundaria en formación inicial. Sala de Lectura OEI.

AGUILAR, E; CORREDOR, M; EVERT, C; FIALLO, J; PORRAS, H y RAMON, J. (2004). *Aula Virtual, Una alternativa en Educación Superior*. Universidad Industrial de Santander. pp. 76 – 80.

ANGULO, F. (2003). Investigación sobre la formación de profesores de ciencia. *Revista Tecne, Episteme, Didaxis – TEA*. Universidad Pedagógica Nacional. Número Extra. Pp. 34-41.

ANGULO, F & GARCIA, M. (1999). Aprender a enseñar ciencias: una propuesta basada en la autorregulación. *Revista: Educación y Pedagogía*. Universidad de Antioquia. Número 25. pp. 67 – 86.

BACHELARD, G. (1938). *La formation de l' esprit scientifique*. Librairie Philosophique J. Vrin. (Trad. cast. *La formación del espíritu científico*. Buenos Aires: Argos.

BARBERÁ, O. y VALDÉS, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), pp. 365-379.

BAUCH, A. (1984). The Impact of Teachers instructional Beliefs on their Teaching: Implications for Research and Practice, *Reunión anual de la AERA*, New Orleans, Abril.

BARAJAS, D.S. & ANGULO, F. (2005). Relaciones que establece el profesor universitario de Biología con la disciplina que enseña. Dos estudios de caso en la Universidad Tecnológica del Chocó. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra. VII Congreso Internacional sobre Enseñanza de las Ciencias, 7 al 10 de Septiembre, Granada - España.

BROMME. R. (1988). Conocimientos profesionales de los profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), pp. 19-29.

BUNGE, M. (1972). *Teoría y realidad*. Barcelona: Ariel.

CAAMAÑO, A. (1992). Los trabajos prácticos en ciencias experimentales. Una reflexión sobre sus objetivos y una propuesta para su diversificación. *Aula Innovación Educativa*, 9, pp. 61-68.

CALATAYUD, M y GIL, D. (1993). La preparación docente del profesorado de facultades de ciencias: Una necesidad emergente. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra, pp. 35-36.

CALDIN, E.F. (2002). The Structure of Chemistry In Relation to the Philosophy of Science. In: HYLE. *International Journal for Philosophy of Chemistry*. Vol. I, No. 2. pp. 103-121. <http://.hyle.org/journal/issues/8-2/caldin.html>.

CALSAMIGLIA, H., & TUSÓN, A. (1999). *Las Cosas del Decir. Manual de Análisis del Discurso*. Barcelona: Ariel.

CAMPANARIO, J. (1998). ¿ Quienes son, qué piensan y qué saben los futuros maestros y profesores de ciencias?: Una revisión de estudios recientes. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 33, pp. 121-140.

CAMPANARIO, J. (2002). "Asalto al castillo: ¿A qué esperamos para abordar en serio la formación didáctica de los profesores universitarios de ciencias?". *Enseñanza de las Ciencias*. 20 (2), pp. 315-325.

CANDELA, A. (1999). *Ciencia en el aula. Los alumnos entre la argumentación y el consenso*. Editorial Paidós Educar. México. pp. 299.

CANGUILHEIM, G. (1970). *Investigaciones en epistemología biológica y médica. Estudios de historia y filosofía de las ciencias*. París: Vrin. Traducida al castellano por María Cecilia Gómez. (1998). Publicados por la Facultad de Ciencias Humanas. Universidad Nacional de Colombia, Seccional Medellín.

CARTAÑA, J. y COMÁS, M. (1994). *Algunas consideraciones alrededor de la concepción constructivista de las ciencias experimentales: Dualidad entre ciencia y su enseñanza. La didáctica de las ciencias experimentales a debate.* Universidad de Murcia: Murcia.

CLAXTON, G. (1994). *Educación mentes curiosas. El reto de la Ciencia en la Escuela* (G. Sánchez, Trans.) Madrid: Visor.

CLEMINSON, A. (1990). Establishing an epistemological base for science teaching in the light of contemporary notions of the nature of science and how children learn science. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, pp. 429 – 445.

CRUZ, M. (2000). Formación pedagógica inicial y permanente del profesor universitario en España: Reflexiones y propuestas. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 38, pp. 19-35.

CHALMERS, A.F. (1976). *What is this Thing Called Science?* Queensland: University of Queensland Press (Trad. cast. *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*. Madrid: Siglo XXI de España Editores, 1984).

CHEVALLARD, Y. (1985). *La transposición didáctica.* Ediciones Aique: Buenos Aires.

CHEVALLARD, Y. (1991) *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado.* Aique Editores, Buenos Aires.

DEL RE, G. (2000). Models and analogies in science. In: *HYLE. International Journal for Philosophy of Chemistry*. Vol. 6, No. 1, pp. 5-15. <http://www.hyle.or/journal/issues/6/delre.htm>

DE MANUEL, J. y GRAU, R. (1996). Concepciones y dificultades comunes en la construcción del pensamiento biológico. En: *Alambique*. Vol. 7. Pp. 53-63.

FELLOWS, N. (1994). A window thinking using student writing to understand conceptual change in Science Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (9). 985 – 1001.

FEYERABEND, P. (1989). *Contra el método.* Barcelona, Ariel.

FOUREZ, G. (1994). *La construcción del conocimiento científico. Filosofía y ética de la ciencia.* Narcea, S.A. Madrid.

FURIO, C. (1994). Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. Barcelona. 12 (2), 188-1999.

GALLEGO, M. (1991). Investigación sobre pensamientos del profesor: aproximaciones al estudio de las teorías y creencias de los profesores. *Revista Española de Pedagogía*. Número 189.

GARRITZ, A. (1997). *Criterios para la evaluación del profesor universitario*. Revista LECTIVA. Asociación de Profesores – Universidad de Antioquía. Medellín, N° 3, 1999.

GIERE, R. (1988). *La explicación de la ciencia: un acercamiento cognitivo*. México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

GIERE, R.N. (1989). A natureza da ciencia numa perspectiva iluminista pós-moderna. *Coloquio Ciências*, 6, pp. 72-84.

GIL, D. (1991). ¿Qué debemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), 69-77.

GIL, D. (1993). Contribución de la historia y filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza / aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), 197-212.

GILBERT, S. (1991). Model building and a definition of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, pp. 73-79.

GILBERT, L. y MELOCHE, D. (1993). L'idée de science chez des enseignants en formation: un lien entre l'histoire des science et lhétérogénéité des visions. *Didaskalia*, 2. Vol. 2. p.p. 67- 75.

GIMENO, J. (1988). *El curriculum: una reflexión sobre la práctica*. Madrid. Morata.

GOETZ, J.P. & LeCOMPTE, M.D. (1988). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Madrid: Morata. GRAU. (1993).

GRANÉS, J. (1998). *Informe Boyer para la educación de pregrado en la Universidad de Investigación*. New York University.

GRAU, R. (1993). "Revisión de concepciones en el área de la evolución". *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 11(1), p.p. 87-89.

GROSSMAN, P. (1990). Pamela the Making of a Teacher. *Teacher Knowledge & Teacher Education*, New York, Teacher College Press.

- GROSSMAN, P; WILSON, S. and SHULMAN, L. (1989). Teachers of substance: subject matter knowledge for teaching. En: Reynolds, M. (Ed.), *Knowledge base for the beginning teacher*.
- GUASCH, E.; DE MANUEL, J y GRAU, R. (1993). La imagen de la ciencia en alumnos y profesores. La influencia de la ciencia escolar y de los medios de comunicación. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra. Pp 78 –89.
- GUBA, E. y LINCON, Y. (1981). *Effective Evaluation*. San Francisco: Jossey-Bass.
- GUTIÉRREZ, R. (1990). La formación del profesorado de ciencias. Puntos de debate. En GIL, D: *Formación de formadores en Didáctica de las Ciencias*. Valencia: Nau Llibres.
- GUNSTONE, R. & SLATTERY, M.; BAIRD, J.; NORTHFIELD, J. (1993). A Case Study Exploration of Development in Preservice Science Teacher, *Science Education*, 77 (1), p.p. 47 -73.
- HABERMAS, J. (1965). *Erkenntnis and Interesse*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag. Trad, cast. (1986). *Conocimiento e interés*. Madrid: Taurus.
- HARRE. (1986). *Grandes Experimentos Científicos*. Barcelona: Labor.
- HEIDEGGER, M. (1958). *Essais et conferences*. Gallimard. Paris.
- HEWSON, P y HEWSON, M. (1989). Analysis and use of a task for identifying conceptions of teaching science. *Journal of Education for Teaching*. 15(3), p.p. 191 – 209.
- HEWSON, P. y HEWSON, M. (1988). An appropriate conception of teaching science. A view from studies of science learning. *Science Education*, 72 (5), p.p. 597-614.
- HILL, R. (1993). On the Relevance of Methodology. En N.K. Denzin. (editor), *Sociological Methods: A Sourcebook*, New York: McGraw-Hill, p.p. 44-53.
- HODSON, D. (1985). Philosophy of Science, Science and Science Education. *Studies in Science Education*, 12. pp 25-57.
- HODSON, D. (1992). Assesment of practical work. Some considerations in philosophy of science. *Science and Education*, 1. P.p. 115-144.
- HODSON, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), pp. 299-313.

HODSON, D. (1996). Practical work in school science: exploring some directions for change. *International Journal of Science Education*, 18 (7), pp. 755-760.

IANNI, F y ORR, M. (1982). Hacia un acercamiento entre las metodologías cuantitativas y cualitativas. En Cook, T.D. y Reichardt, Ch. S. (1982). *Qualitative and Quantitative Methods in Evaluation Research*. Sage Publicaciones Ine.Trad, cast. (1986). *Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa*. Madrid: Morata.

IBARRA, A. & OLIVÉ, L. (2003). Cuestiones éticas en ciencia y tecnología en el siglo XXI. Editorial Biblioteca Nueva, S. L., Madrid. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. Organización de los Estados Iberoamericanos.

IZQUIERDO, M. & SANMARTÍ, N. (2001). *Hablar y escribir para enseñar ciencias*. Paper presentado en el VI Congreso Internacional sobre Investigación en la Enseñanza de las Ciencias. Barcelona.

IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N. & ESPINET, M.(1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias*, 17 (1), p.p. 45 – 59.

JOHSUA, A & DUPIN, J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*, París, PUF.

KHUN, T. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. México. Fondo de Cultura Económica.

KOULALIDIS. V. y OGBORN, J. (1989). Philosophy of science: an empirical study of teachers views. *International Journal of Science Education*, 11(2), pp. 173-184.

KOULALIDIS. V. y OGBORN, J. (1995). Science teachers philosophical assumptions. How well done understand them. *International Journal of Science Education* 17 (3), pp. 273-283.

LAKATOS, I. (1998). *La metodología de los programas de investigación científica*. Alianza Editorial. Madrid.

LATORRE, A.; DEL RINCÓN Y ARNAL (1996) *Bases metodológicas de la investigación educativa*. Hurtado ediciones. Barcelona.

LEDERMAN, N.G. (1992). Students and Teachers Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (4), pp. 331-359.

MACH, E. (1938). *La mécanique*. Hermann, París.

MARCELO, C. (1992). *Cómo conocen los profesores la materia que enseñan. Algunas contribuciones de la investigación sobre conocimiento didáctico del contenido*. Congreso Didácticas Específicas en la formación del profesorado, Santiago.

MAYR, E. (1998). ¿Cuál es el sentido de la vida?. En: *Así es la Biología*. Madrid: Debate. Pensamiento. 9-37

MELLADO, V. (1999). La formación didáctica del profesorado universitario de ciencias experimentales. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 34, pp. 231 – 241.

MERRIAM, S. (1988). *Case Research in Education. A qualitative approach*. San Francisco: Jossey –Bass Publishers.

Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2001). Ley General de la Educación/ Ley 115 de 1994 y Decretos reglamentarios. Resolución 2343 de 1996.

MOCKUS, A. (1995). Lugar de la pedagogía en las Universidades, En: *Universidad Nacional de Colombia. Reforma académica: documentos*, Bogotá. U.N., pp. 125-134.

MORENO, M. (2001). *El profesor universitario de matemáticas: estudio de las concepciones y creencias acerca de la enseñanza de las ecuaciones diferenciales*. Estudio de casos. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra.

MOSQUERA, S. (2004). Entrevista informal realizada en la Universidad Tecnológica del Chocó. Octubre 27.

NERSESSIAN, N. (1992). How Do Scientist Think? Capturing the Dynamics of Conceptual Change in Science, en Giere, R. (ed.) *Cognitive Models of Science*, pp. 3-44. Minneapolis: University of Minnesota Press.

NISBET, J. & SHUCKSMITH, J. (1987). Estrategias de aprendizaje. Madrid. Santillana.

OSBORNE, J. (1993). Alternatives to practical work. 75, pp. 117-123.

PAJARES, M. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Claning up a messy construct *Review of Educational Research*, 62 (3), pp.307 – 332.

PATTON, M.Q. (1980). *Qualitative Evaluation Methods*. California: Sage Publications.

PERAFAN, G. (1997). *Pensamiento docente y práctica pedagógica: Una investigación sobre el pensamiento práctico de los docentes*. Bogotá: Magisterio, pp. 131.

PERALES, F. y CAÑAL DE LEON, P. (2000). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Compilación. Alcoy: Marfil.

POPE, M.L y SCOTT, E.M. (1983). Teachers' Epistemology and Practice. En R. Halkes y J.K. Olson. *Teacher Thinking: A New Perspective on Persisting Problems in Education*. Lisse: Swets y Zeitkubger (Trad. cast. La epistemología y la práctica de los profesores. En R. Porlán, J. E. Garcia y P. Cañal. *Constructivismo y Enseñanza de la ciencia*. Sevilla: Diada. 1988).

PORLÁN, R. (1994). Las concepciones epistemológicas de los profesores: el caso de los estudiantes de magisterio. *Investigación en la Escuela*, 22, pp. 67-84.

PORLAN, R. (1997). *Constructivismo y Escuela. Hacia un modelo de enseñanza – aprendizaje basado en la investigación*. Díada editora S.L.

PORLAN, R; RIVERO, A. & MARTIN DEL POZO, R.(1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, I: Teoría, Métodos e Instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias* 15 (2), 155-171.

PORLAN, R; RIVERO, A. & MARTIN DEL POZO, R.(1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, II: estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), 271-288.

REICHENBACH. (1938). *Esencialismo y neutralidad científicas*. Javier Rodríguez Alcázar. Instituto de la Paz y los Conflictos y Departamento de Filosofía. Granada. Universidad de Granada.

REYES, L. (1998). *Inquiry learning: a strategy to improve science teaching*. Paper presented at the ninth international conference on college teaching and learning. Jacksonville, Florida, U.S.A., April 15-18.

RODRIGUEZ, M. (1999). *Conocimiento previo y cambio conceptual*. Buenos Aires: AIQUE.

ROJAS, Y. & ANGULO, F. (2005). La influencia de la interacción social en la construcción de objetos científicos como objetos de enseñanza. Un estudio de caso con profesores en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra. VII Congreso Internacional sobre Enseñanza de las Ciencias, 7 al 10 de Septiembre, Granada - España

ROJAS, Y.; JIMÉNEZ, M.M.; BARAJAS, D.S. & ANGULO, F. (2005) La Construcción Social de los Modelos de Flor y Fósil. Segundo Congreso sobre Formación de Profesores de Ciencias. Universidad Pedagógica Nacional. *Revista TEA. Tecne, Episteme y Didaxis*. Número Extra. Bogotá. Pg..268 -270.

SHULMAN, L. (1987a). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57 (1), 1-22.

SHULMAN, L. (1987b). *Conferencias: Renewing the pedagogy of teacher education: the impact of subject – specific conceptions of teaching*. Stanford University; USA. p.p. 53-61..

SHULMAN, L. (1989). Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza: una perspectiva contemporánea. En M.C. Wittrock: *La investigación de la enseñanza I. Enfoque, teorías y métodos*. Barcelona: Paidós.

SHULMAN, L. (1992). Ways of seeing, ways of knowing, ways of teaching ways of learning about teaching. *Journal of Curriculum Studies*. 01, 393-396.

SPRADLEY. J.P. (1979). *The Ethnographic Interview*. Nueva York: Holt, Reinehart & Winston.

STAKE, R. (1994). Case studies. In N.K. Denzin & Y.S. Lincoln (Eds.) *Handbook of Qualitative Research*, pp. 236-247. Thousand Oaks, CA: Sage.

STAKE, R. E. (1999). *Investigación con estudio de casos*. Segunda edición. Ediciones Morata. S.A. Madrid.

TAMAYO, O. (2004). Seminario: *Aprendizaje de Conceptos Científicos*, Maestría en Educación con énfasis en Docencia de las Ciencias Experimentales. Universidad de Antioquía.

TAMIR, P. y GARCIA, M.P. (1992). Characteristics of laboratory exercises included in science textbooks in Catalonia (Spain). *International Journal of Science Education*., 14, pp. 381-392.

THOMAZ, M.F.; CRUZ, M.N.; MARTINS, I.P. y CACHAPUZ, A.F. (1996). Concepciones de futuros profesores del Primer ciclo de primaria sobre la Naturaleza de la Ciencia: Contribuciones de la Formación Inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), pp. 315-322.

TOMASI, J. (1999). Towards “chemical congruence” of the models in the theoretical chemistry. In: *HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry*, Vol.5, No. 2, pp. 79-115. <http://hyle.org/journal/issues/5/tomasi.html>

TOULMIN, S. (1977). *La comprensión humana. Vol. 1: El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCO (UTCh.) "DIEGO LUIS CORDOBA". (2004). *Boletín "Antena Universitaria"* Vicerrectoría de Investigaciones. Nro. 6.

UTGES, G. (2003). El pensamiento de los profesores. Algunas reflexiones sobre el estado del arte. *Tecne, Episteme, y Didaxis*. TEA, Universidad Pedagógica Nacional. Número Extra. pp. 52-65.

VAZQUEZ, A; ACEVEDO, J; MANASSERO A; ROMERO, P. (2003). Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias* 13 (3): 337-346.

WALKER, R. (1987). *Métodos de investigación para el profesorado*. Madrid: Morata.

WHITE, F.C. (1989) Knowledge and relativism III: The Sciences. *Education. Philosophy. And Theory*. 15, pp. 1-29.

WHITE, R.T. (1996). The link between laboratory and learning. *International Journal of Science Education.*, 14, pp. 381-392.

WODLINGER, M.G. (1985). Entry Beliefs of First-Year Pre-service Teacher. *The Alberta Journal of Educational Research*, 31 (1), pg. 54-69.

WOLCOTT, H. (1994). *Transforming qualitative data: description, analysis, and interpretation*. Thousand Oaks, CA: Sage.

WOOLNOUGH, B. y ALSOP, T. (1992). *Practical work in Science*. Cambridge: Cambridge University Press.

YIN, R. (1989). *Case Study Research. Design and Methods*. Londres: Sage.

YIN, R. (1994). *Case Study research. Design and Methods*. Second edition. Vol 5. Sage publications. New Delhi.

YOUNGMAN, M.B. (1982). A. System for Describing Teachers' Jobs. *Educational Studies*, 8 (1), pp. 23-30.

ZAMBRANO, A. (2005). La imagen de Ciencia y de Científico en la formación de profesores de Ciencia. *Revista Tecne, Episteme y Didaxis*. TEA. Universidad Pedagógica Nacional. Número Extra. Bogotá, D.C.

ZULUAGA, O; ECHEVERRI, S; MARTINEZ, A; QUICENO, H; SAENZ, A. & ALVAREZ, A (2003). *Pedagogía y Epistemología*. Editorial Magisterio. Bogotá D.C.

