

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE EDUCACIÓN
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales



**EL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO
BIOLÓGICO: ESTUDIO DE LAS CONCEPCIONES
DISCIPLINARES Y DIDÁCTICAS DE FUTUROS
DOCENTES DE LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL (COLOMBIA)**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR**

Edgar Orlay Valbuena Ussa

Bajo la dirección de la doctora:
Rosa Martín del Pozo

Madrid, 2007

- **ISBN: 978-84-669-3101-4**



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE EDUCACIÓN

DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS
EXPERIMENTALES

**EL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO
BIOLÓGICO. ESTUDIO DE LAS CONCEPCIONES
DISCIPLINARES Y DIDÁCTICAS DE FUTUROS DOCENTES
DE LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
(COLOMBIA)**

INFORME DE LA TESIS DOCTORAL PARA OPTAR AL
TÍTULO DE DOCTOR

REALIZADO POR **ÉDGAR ORLAY VALBUENA USSA**
DIRIGIDO POR **ROSA MARTÍN DEL POZO**

Madrid, 2007

Al Amor, a mi Amor, inspiración de ilusiones.

A mi padre y a mi madre, ejemplos de vida, tenacidad y transparencia.

A Camilo Andrés, en quien he sembrado tantas esperanzas.

A los Maestros y Maestras de Colombia, tesoros del Saber Profesional Docente.

AGRADECIMIENTOS

Convertir en producto lo que en un comienzo tan solo un sueño fue, y transformar los datos y las múltiples intencionalidades en conocimiento, sin duda alguna implica construir un camino tras la búsqueda de sentidos. Ese camino no hubiera sido posible sin la participación, orientación y apoyo de muchas personas a quienes explico mi más sincera gratitud.

A Rosa Martín del Pozo, quien con su excelente formación y capacidad académica, y con su calidad humana, me ayudó a construir el andamiaje intelectual requerido para la investigación, a través de las acertadas observaciones a los escritos y de las constantes, oportunas, profundas y críticas asesorías. Gracias Rosa, por todo el valioso material bibliográfico suministrado, por facilitar la utilización de recursos e infraestructura. Especialmente, gracias por permitirme compartir y disfrutar de su ejercicio docente. Asimismo, mi agradecimiento por propiciar el acercamiento al grupo Didáctica e Investigación en la Escuela.

A Rosalba Pulido de Castellanos, por permitirme observar las sesiones del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*, en el cual se obtuvieron los datos de la investigación. Gracias además por sus aportes profesionales y sus comentarios al cuestionario diseñado inicialmente para indagar las concepciones de los docentes en formación.

A Rafael Porlán, Ana Rivero, Fernando Ballenilla, Maximiliano Rodrigo, Carlos Arturo Sierra, Guillermo Chona, Rodrigo Torres y Margarita Pulido por sus valiosos aportes que contribuyeron a mejorar el cuestionario de indagación de concepciones.

A los futuros profesores de Biología: Daniel Hernández, Martín Castañeda, Ana María Gutiérrez, Paola Sánchez, Angélica López, Melina Mora, Sandra Martínez, Fredy Colorado, Nini Yohana Beltrán, Magali Ruiz, Fernando Góngora, Ivonne Rodríguez, Miller Rodríguez, Ermoleim Bernal, Yazmín Patiño, Miguel Ángel Torres, David López, Marco Tulio Peña, Fabio Méndez, Rodolfo Romero,

Ana Leydi Molina, Pedro Rodríguez, Marioth Moreno, Laura González, Diana Torres, Loireth Bernal, y Dayana Bejarano. Gracias por permitirme compartir durante cuatro meses sus espacios académicos, e incluso, algunas veces personales, hecho que constituyó la condición fundamental para obtener los datos de la investigación.

A Guillermo Estrada, por su constancia y calidad técnica que posibilitaron contar con las video-grabaciones de las sesiones del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*.

A la Universidad Pedagógica Nacional, por haberme otorgado la Comisión de Estudios remunerada, sin la cual habría resultado imposible mi manutención en España, y la posibilidad durante tres años y medio de dedicarme exclusivamente a la edificante experiencia de estudiar.

Al Departamento de Biología, porque allí he descubierto, a partir de la reflexión en la acción, el valioso universo de la formación docente. Gracias a mi experiencia en el Departamento, dimensioné la necesidad de cualificar mi formación pedagógica y didáctica en aras a contribuir a una mejor formación del profesorado colombiano. De igual manera, gracias porque en el cálido, académico y humano ambiente del Departamento, día a día, se propicia el crecimiento profesional.

A directivos institucionales de la Universidad Pedagógica Nacional como Judith Arteta, Norma Castaño, Margie Jessup, y Eliska Krausova, quienes con su capacidad de gestión me apoyaron permanentemente.

Al Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad Complutense de Madrid, por todas sus aportaciones en mi formación doctoral.

A mis amigos, colegas y cómplices, Silvia Martínez, Mireya Leudo, Norma Castaño, Análida Hernández, Guillermo Chona, Sonia Martínez, Arcelio Velasco,

Judith Arteta, Eric Cantor, Constanza Melo, Carlos Sierra, Aarón Missé, Yeny García, y Ximena Ibáñez, por todo su apoyo emocional y académico. En especial, gracias a la negrita por toda su “intensa” colaboración y sustento. Igualmente gracias a mis otros amigos en Colombia, por todas esas manifestaciones que constituyeron fuente de compañía, energía e inspiración. Particularmente, mi gratitud a José Luis Pedraza por su apoyo irrestricto.

A mis amigos en España, Pedro Obando, Esperanza Fonseca, Irene Marín, Manuel Rojo, Claudio Mege, Nydia Mejías, Roberto Ramírez, Sandra Riascos, Toribio Alonso, Rafael Domingo, Diana Chamorro, Francisco Sánchez, David Rozas, Enis Consuegra, Jorge Gómez, Elsa Rincón, y muy especialmente a Lilia Díaz y Rocío Ortiz.

A mi querida familia, pilar afectivo, que constantemente me alentó y fortaleció llenándome de motivos para crecer. Un agradecimiento especial a mi hermanita Consuelo, quien con sus inmejorables acciones realizó muchos trámites que impidieron descuidar mis asuntos en Colombia.

Por su puesto, gracias a mi Amor, por su paciencia, su espera, su apoyo, y compañía, al calor del profundo sentimiento en la distancia.

ÍNDICE

	PÁGINA
INTRODUCCIÓN	19
CAPÍTULO 1. EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL Y LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO	29
1. NATURALEZA Y COMPONENTES DEL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR	31
1.1. Shulman: La importancia del Conocimiento Didáctico del Contenido	32
1.2. Bromme: El metaconocimiento como integrador de saberes	33
1.3. Grossman: El Conocimiento Didáctico del Contenido como dominio integrador de conocimientos	35
1.4. Carlsen: El Conocimiento Didáctico del Contenido como integración de otros conocimientos	38
1.5. Magnusson, Krajcik y Borko: La importancia de las concepciones del profesor en la construcción de su Conocimiento Profesional	40
1.6. Morine-Dershimer y Kent: La importancia de las finalidades de la educación, y de la evaluación, en la construcción del Conocimiento Profesional	42
1.7. El Conocimiento Profesional como teoría práctica (Proyecto Curricular IRES)	45
1.8. Barnett y Hodson: La incidencia del contexto en la construcción del Conocimiento Profesional	51
1.9. Tardif: Los profesores como sujetos de Conocimiento Profesional	54
2. EL CONOCIMIENTO PEDAGÓGICO COMO COMPONENTE DEL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DOCENTE	61
3. EL CONOCIMIENTO CONTEXTUAL COMO COMPONENTE DEL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DOCENTE	70
4. EL CONOCIMIENTO DEL CONTENIDO DISCIPLINAR	72
4.1. El Conocimiento Disciplinar como componente del Conocimiento Profesional	73
4.2. El Conocimiento Biológico	79
4.2.1. Características del Conocimiento Biológico	79
4.2.2. Perspectivas Epistemológicas de la Biología	88
4.2.3. Referentes de la vida y de lo vivo	111
4.2.4. Nociones centrales de la Biología	125
4.2.5. Producción del Conocimiento Biológico	132

5.	EL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO (CDC)	138
5.1.	Las características y los componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido	139
5.2.	El Conocimiento Didáctico del Contenido y el Conocimiento Escolar: La Transformación Didáctica	157
5.3.	Componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico	172
5.4.	El Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico como núcleo integrador del Conocimiento Profesional del profesor de Biología	186
6.	MODELOS DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO Y SU RELACIÓN CON EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DOCENTE	191
6.1.	Modelos Transmisivos	198
6.2.	Modelos Tecnológicos	200
6.3.	Modelos Espontaneistas	203
6.4.	Modelos de Investigación y Desarrollo Profesional	204
6.5.	Propuestas alternativas para la mejora en la formación del profesorado de Ciencias	216
6.6.	La formación inicial del profesorado y el Conocimiento Didáctico del Contenido	221
	CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES Y ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN	225
1.	LOS ESTUDIOS SOBRE EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DE LOS PROFESORES DE BIOLOGÍA	228
1.1.	Los estudios de las concepciones de los profesores de Biología acerca del Conocimiento Biológico	236
1.2.	Los estudios de las concepciones de los profesores de Biología acerca del conocimiento pedagógico	243
1.3.	Los estudios de las concepciones de los profesores de Biología acerca del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico	245
2.	MUESTRA DEL ESTUDIO Y CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN	250
2.1.	Muestra del estudio	250
2.2.	Niveles educativos y formación inicial del profesorado en Colombia	251
2.3.	El Proyecto Curricular de Licenciatura en biología (PCLB)	253
2.4.	El Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas	266
2.5.	El Seminario de Pedagogía y Didáctica I	269
3.	PROBLEMAS Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	271
4.	METODOLOGÍA	274
4.1.	Sistema de categorías e hipótesis de progresión	278

4.2	Fuentes de información y obtención de datos	297
4.3.	Análisis de los datos	312
CAPÍTULO 3. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS		317
1.	CONCEPCIONES ACERCA DEL CONOCIMIENTO BIOLÓGICO	321
1.1.	Concepciones sobre las características del Conocimiento Biológico	321
1.2	Concepciones sobre la producción del Conocimiento Biológico	333
1.3.	Concepciones sobre las finalidades del Conocimiento Biológico	344
1.4	Concepciones sobre los principales contenidos del Conocimiento Biológico	352
2.	CONCEPCIONES DISCIPLINARES Y PROGRESIÓN DE LAS MISMAS	367
3.	CONCEPCIONES SOBRE EL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO BIOLÓGICO	387
3.1.	Concepciones sobre los componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico	387
3.2.	Concepciones sobre las finalidades de la enseñanza de la Biología	398
3.3.	Concepciones sobre la enseñanza de la Biología	408
3.4.	Concepciones sobre el Conocimiento Biológico Escolar	418
3.5.	Concepciones sobre el aprendizaje de la Biología	430
3.6.	Concepciones sobre la evaluación de los aprendizajes de la Biología	441
4.	CONCEPCIONES DIDÁCTICAS Y PROGRESIÓN DE LAS MISMAS.	449
CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y PROYECCIONES DE LA INVESTIGACIÓN		475
1.	CONCEPCIONES DISCIPLINARES Y DIDÁCTICAS DE LOS FUTUROS DOCENTES Y SU PROGRESIÓN	478
2.	IMPLICACIONES EN LA FORMACIÓN DOCENTE	491
3.	PERSPECTIVAS DE LA INVESTIGACIÓN	495
BIBLIOGRAFÍA		499
ANEXOS		533
	ANEXO 1. ASPECTOS RELATIVOS AL SEMINARIO DE PEDAGOGÍA Y DIDÁCTICA	535

ANEXO 2. ASPECTOS RELATIVOS AL DISEÑO DEL CUESTIONARIO DE INDAGACIÓN DE LAS CONCEPCIONES DE LOS DOCENTES EN FORMACIÓN	543
ANEXO 3. UNIDADES DE INFORMACIÓN	553
Categoría 1: Concepciones sobre el Conocimiento Biológico	553
Concepciones sobre las características del Conocimiento Biológico	553
Concepciones sobre la producción del Conocimiento Biológico	558
Concepciones sobre las finalidades del Conocimiento Biológico	564
Concepciones sobre los principales contenidos del Conocimiento Biológico	569
Categoría 2: Concepciones sobre el Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB)	579
Concepciones sobre los componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico	579
Concepciones sobre las finalidades de la enseñanza de la Biología	589
Concepciones sobre la enseñanza de la Biología	595
Concepciones sobre el Conocimiento Biológico Escolar	605
Concepciones sobre el aprendizaje de la Biología	618
Concepciones sobre la evaluación de los aprendizajes de la Biología	627

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1.1. Estructura del Conocimiento Profesional del Profesor según Grossman (1990)	37
Figura 1.2. El Conocimiento Profesional del Profesor desde la Perspectiva de Carlsen (1999)	38
Figura 1.3. Estructura del Conocimiento Profesional del Profesor desde la perspectiva de Magnusson, Krajcik y Borko (1999)	41
Figura 1.4. Componentes del Conocimiento Profesional del profesor según Morine-Dershimer y Kent (1999)	43
Figura 1.5. Comparación de dos enfoques de Conocimiento Profesional del Profesor, atendiendo a su estructura	44
Figura 1.6. Fuentes y componentes del Conocimiento Profesional según el Grupo DIE	48
Figura 1.7. Componentes del Conocimiento Pedagógico del Contexto Específico según Barnet y Hodson (2001)	54
Figura 1.8. Fuentes de saberes en la construcción del Conocimiento Profesional según Tardif (2004)	60
Figura 1.9. Principales perspectivas epistemológicas de la Biología	89
Figura 1.10. El cambio de esquemas de objetos a relaciones	108
Figura 1.11. Componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) para la enseñanza de la ciencia según Magnusson, Krajcik y Borko (1999)	145
Figura 1.12. Representación de la Transposición Didáctica. A partir de Chevallard (1991)	162
Figura 1.13. Representación de la Transformación Didáctica. A partir de García (1998)	165
Figura 1.14. Relación entre los componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB)	173
Figura 1.15. El Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico como núcleo integrador en la construcción del Conocimiento Profesional del Profesor de Biología	189
Figura 2.1. Representación multidimensional de la distancia cognitiva entre grupos	237
Figura 2.2. Esquema de uno de los futuros profesores de Biología que representa la estructura del Conocimiento Biológico en la fase inicial del proceso formativo	239
Figura 2.3. Esquema de uno de los futuros profesores de Biología que representa la estructura del conocimiento biológico en la fase inicial del proceso formativo	240
Figura 2.4. Esquema de uno de los futuros profesores de Biología que representa la estructura del conocimiento pedagógico en la fase inicial del proceso formativo	244
Figura 2.5. Estructura del Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología	257
Figura 2.6. Los Núcleos Integradores de Problemas (NIPs): elementos articuladores de cada Eje Curricular	259

Figura 2.7. Etapas del estudio. Relación con la perspectiva, método, técnicas e instrumentos de investigación	277
Figura 2.8. Procedimiento para el diseño, validación, y aplicación del cuestionario de la investigación	299
Figura 2.9. Proceso llevado a cabo en el análisis de los datos de la investigación	316
Figura 3.1. Comparación de la hipótesis de progresión y las concepciones detectadas en los futuros profesores acerca de las características del conocimiento biológico en dos momentos del proceso formativo	330
Figura 3.2. Cambios de concepciones acerca de las características del conocimiento biológico	332
Figura 3.3. Comparación de la hipótesis de progresión y las concepciones detectadas en los futuros profesores acerca de la producción del conocimiento biológico al iniciar y finalizar el proceso formativo	341
Figura 3.4. Cambios de concepciones acerca de la producción del conocimiento biológico.	343
Figura 3.5. Comparación de la hipótesis de progresión y las concepciones detectadas en los futuros profesores acerca de finalidades del conocimiento biológico, al iniciar y al finalizar el proceso formativo	349
Figura 3.6. Cambios de concepciones acerca de las finalidades del conocimiento biológico	351
Figura 3.7. Comparación de la hipótesis de progresión y las concepciones detectadas en los futuros profesores acerca de los contenidos fundamentales del conocimiento biológico en las fases inicial y final del proceso formativo	360
Figura 3.8. Cambios de concepciones acerca de los contenidos fundamentales del conocimiento biológico	362
Figura 3.9. Comparación de la hipótesis de progresión y las concepciones detectadas en los futuros profesores acerca de los componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico	395
Figura 3.10. Cambios de concepciones acerca de los componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico	397
Figura 3.11. Comparación de la hipótesis de progresión y las concepciones detectadas en los futuros profesores acerca de las finalidades de la enseñanza de Biología	405
Figura 3.12. Cambios de concepciones acerca de las finalidades de la Enseñanza de la Biología	407
Figura 3.13. Comparación de la hipótesis de progresión y las concepciones detectadas en los futuros docentes, acerca de la enseñanza de la Biología, al iniciar y finalizar el proceso formativo	415
Figura 3.14. Cambios de concepciones sobre la enseñanza de la Biología en Secundaria	417
Figura 3.15. Comparación de la hipótesis de progresión y las concepciones detectadas en los futuros profesores acerca del Conocimiento Biológico Escolar al iniciar y finalizar el	427

proceso formativo	
Figura 3.16. Cambios de concepciones sobre el Conocimiento Biológico Escolar	429
Figura 3.17. Comparación de la hipótesis de progresión y las concepciones detectadas en los futuros profesores acerca del aprendizaje de la Biología	438
Figura 3.18. Cambios de concepciones sobre el aprendizaje de la Biología	440
Figura 3.19. Comparación de la hipótesis de progresión y las concepciones detectadas en los futuros profesores acerca de la evaluación de los aprendizajes de la Biología en las fases inicial y final del proceso formativo	446
Figura 3.20. Cambios de concepciones sobre la evaluación de los aprendizajes de la Biología	448

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1.1. Clasificaciones del Conocimiento del Contenido que poseen los profesores	74
Tabla 1.2. Comparación de las principales características de las perspectivas epistemológicas del Conocimiento Biológico	110
Tabla 1.3. Planteamientos mecanicistas y organicistas del pensamiento de Monod	120
Tabla 1.4. Características de los seres vivos según diferentes referentes teóricos	124
Tabla 1.5. Algunas clasificaciones de los campos de estudio de la Biología	126
Tabla 1.6. Comparación de propuestas acerca de los componentes y características del Conocimiento Profesional Docente	153
Tabla 1.7. Comparación entre la Ciencia de los científicos y la Ciencia que se enseña en la escuela	158
Tabla 1.8. Hipótesis de progresión para la enseñanza del concepto ecosistema en Secundaria	170
Tabla 1.9. Algunas investigaciones acerca de concepciones de estudiantes sobre diferentes conceptos de Biología	183
Tabla 1.10. Principales características de algunos modelos de formación docente	193
Tabla 1.11. Principales características de las tres perspectivas dominantes en el discurso de la formación del profesorado y sus implicaciones en el conocimiento profesional	212
Tabla 2.1. Estudios sobre el Conocimiento Profesional de los profesores de Biología	230
Tabla 2.2. Vocabulario utilizado para enseñar el concepto de evolución en clases de Biología y de Geología	247
Tabla 2.3. Categorías y subcategorías de investigación para el estudio de las concepciones de los futuros profesores de Biología	278
Tabla 2.4. Hipótesis de Progresión acerca del Conocimiento Biológico	280
Tabla 2.5. Hipótesis de Progresión acerca del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB)	287
Tabla 2.6. Relación entre las categorías de la investigación y las preguntas del cuestionario	303
Tabla 2.7. Relación de las entrevistas realizadas a los futuros profesores	304
Tabla 2.8. Relación de las producciones escritas de los futuros profesores, en el contexto del Seminario de Pedagogía y Didáctica I	305
Tabla 2.9. Relación de observaciones de las actividades de interacción entre los futuros profesores y la formadora	307
Tabla 2.10. Relación de información relacionada con la formadora y el equipo de formadores de los futuros profesores	311
Tabla 3.1. Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de las características del Conocimiento Biológico, al iniciar el proceso formativo	324
Tabla 3.2. Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de las características del conocimiento biológico, al culminar el	

	proceso formativo	327
Tabla 3.3.	Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de la producción del conocimiento biológico, en la fase inicial del proceso formativo	336
Tabla 3.4.	Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de la producción del conocimiento biológico, en la fase final del proceso formativo	338
Tabla 3.5.	Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de las finalidades del conocimiento biológico, al iniciar el proceso formativo	346
Tabla 3.6.	Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de las finalidades del conocimiento biológico, al finalizar el proceso formativo	347
Tabla 3.7.	Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de los principales contenidos del conocimiento biológico, en la fase inicial del proceso formativo	355
Tabla 3.8.	Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de los principales contenidos del conocimiento biológico, en la fase final del proceso formativo	358
Tabla 3.9.	Porcentaje de futuros profesores que hacen referencia a cada uno de los campos de la Biología y otras ciencias, como contenidos biológicos fundamentales, en dos momentos del proceso formativo	364
Tabla 3.10.	Porcentaje de futuros profesores que hacen referencia a cada uno de los conceptos biológicos y relacionados (como contenidos biológicos fundamentales) al iniciar y finalizar el proceso formativo	366
Tabla 3.11.	Concepciones disciplinares y progresión de las mismas, en los dos momentos del proceso formativo	368
Tabla 3.12.	Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de los Componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB), al iniciar el proceso formativo	391
Tabla 3.13.	Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de los Componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB), al finalizar el proceso formativo	393
Tabla 3.14.	Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de las finalidades de la Enseñanza de la Biología, al iniciar el proceso formativo	400
Tabla 3.15.	Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de las finalidades de la Enseñanza de la Biología, al finalizar el proceso formativo	402
Tabla 3.16.	Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de la enseñanza de la Biología, al iniciar el proceso formativo	410
Tabla 3.17.	Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de la enseñanza de la Biología, al finalizar el proceso formativo	413
Tabla 3.18.	Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca del Conocimiento Biológico Escolar, al iniciar el proceso formativo	421
Tabla 3.19.	Concepciones de los futuros profesores de Biología acerca del Conocimiento Biológico Escolar, al finalizar el proceso	425

formativo	
Tabla 3.20. Concepciones de los futuros profesores, acerca del aprendizaje de la Biología, al iniciar el proceso formativo	433
Tabla 3.21. Concepciones de los futuros profesores, acerca del aprendizaje de la Biología, al finalizar el proceso formativo	436
Tabla 3.22. Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de la Evaluación de los Aprendizajes de la Biología, al iniciar el proceso formativo	443
Tabla 3.23. Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de la Evaluación de los Aprendizajes de la Biología, al finalizar el proceso formativo	444
Tabla 3.24. Concepciones didácticas y progresión de las mismas, en los dos momentos del proceso formativo	450
Tabla 4.1. Progresión de las concepciones mayoritarias sobre el Conocimiento Biológico y el CDCB	490

INTRODUCCIÓN

Una de las principales limitaciones y dificultades, tanto del desarrollo profesional docente, como de la formación inicial del profesorado, es el considerar que los profesores son simples transmisores de conocimiento. Subvalorando así, o en el peor de los casos, desconociendo la existencia del conocimiento específico que identifica a los docentes y que les faculta para ejercer de una manera profesional la enseñanza, diferente a como lo podría hacer un profesional de otra área. Precisamente, los problemas del bajo estatus de la profesión docente, y de la falta de identidad profesional de los profesores, están relacionados con el insuficiente desarrollo en la producción del Conocimiento Profesional del profesor y, consecuentemente, con la limitada incorporación de este conocimiento como contenido formativo en la formación del profesorado. Así pues, se requiere modificar concepciones reduccionistas como por ejemplo, que para ser buen profesor basta con saber la disciplina que se enseña.

Las investigaciones relacionadas con el Conocimiento Profesional del profesor son relativamente recientes. Fundamentalmente se inician a partir de los estudios de Shulman (1986 a,b), quien acuñó el concepto *Pedagogical Content Knowledge* (PCK)¹ para referirse a ese conocimiento específico que le permite al profesor:

- Comprender los aspectos que facilitan o dificultan el aprendizaje del contenido de un tópico específico.
- Conocer las concepciones de los alumnos de diferentes edades y procedencia, acerca de un contenido en particular.

¹ Este concepto es equivalente al Conocimiento Didáctico de los Contenidos Disciplinarios (CDCD).

- Utilizar estrategias, tales como analogías, ejemplos, explicaciones y demostraciones, es decir formas para hacer posible que otros comprendan los contenidos de la enseñanza.

A partir de dichos estudios se han desarrollado de manera prolífica investigaciones referentes a las características y las implicaciones del Conocimiento Profesional del profesor.

En lo que tiene que ver concretamente con el Conocimiento Profesional del profesor de Biología, las aportaciones que se han hecho hasta el momento son apenas incipientes. En la revisión de antecedentes realizada en el presente estudio, tan solo se hallaron tres investigaciones que se ocupan explícitamente del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico. En otros casos, se puede asumir de manera implícita, al establecer relaciones entre el conocimiento biológico de los docentes, y su incidencia en la enseñanza de la disciplina. Otras investigaciones al respecto, se ocupan de la incidencia de la experiencia docente en las competencias profesionales para la enseñanza de la Biología.

Por otra parte, cabe anotar que existen numerosos estudios acerca de las ideas de los alumnos sobre diferentes conceptos biológicos. No obstante, es necesario y pertinente realizar investigaciones tendentes a hacer aportaciones sobre las maneras de facilitar la enseñanza-aprendizaje de los diferentes contenidos biológicos, aprovechando el conocimiento de dichas concepciones. Es decir, trascender de los inventarios de creencias de conceptos biológicos, a la búsqueda de alternativas y estrategias para la enseñanza de los mismos. En otras palabras: se necesita trascender de la indagación de concepciones, a la producción de Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico.

Cabe resaltar que, en la construcción del Conocimiento Profesional, inciden la transformación e integración de saberes tanto de origen académico como personales, siendo estos últimos los menos estudiados. Resulta entonces pertinente realizar investigaciones en torno a las experiencias, intereses y

concepciones de los docentes, acerca del conocimiento que identifica profesionalmente a los profesores en general, y de disciplinas concretas en particular.

Si bien es cierto que es fundamental abordar como contenidos de la formación inicial del profesorado, los conocimientos de origen académico, ello no es suficiente para la construcción del Conocimiento Profesional, dado que los conocimientos contextual y experiencial del profesor, así como sus concepciones disciplinares y didácticas, son igualmente esenciales. Es decir, no basta con que los formadores enseñen a los futuros profesores los diferentes saberes académicos, tales como el pedagógico, el didáctico, el disciplinar, el curricular, etc., que componen el Conocimiento Profesional, de una forma desarticulada, a manera de yuxtaposición, pretendiendo que cuando ejerzan la profesión los integren espontáneamente como producto de la necesidad en la práctica. Por el contrario, se trata de hacer explícita, durante el proceso de la formación inicial, la existencia de ese Conocimiento Profesional que identifica a los profesores, en general, y a los de disciplinas específicas, como la Biología, en particular.

En lo que atañe a los conocimientos experienciales, diversos estudios muestran que para los profesores su experiencia vivida como estudiantes representa una importante fuente de conocimiento. Así pues, muchas veces los docentes reproducen o eliminan en su práctica las maneras de enseñar que experimentaron cuando fueron estudiantes. A pesar de que los docentes en formación no tienen experiencia como profesores, es innegable el hecho de que han permanecido en las aulas la mayor parte de su vida. Ello supone, que a partir de dicha experiencia cuentan con unos referentes epistemológicos sobre la enseñanza, el aprendizaje, las metodologías y actividades de enseñanza, la evaluación de los aprendizajes, etc., que les confiere un conocimiento docente personal.

De otra parte, es importante analizar la incidencia de los procesos formativos en el cambio de concepciones de los profesores. Al respecto, en la búsqueda

bibliográfica realizada en el presente estudio, no se reportan investigaciones desde la perspectiva de la progresión de las ideas de futuros profesores acerca del Conocimiento Profesional del profesor de Biología, ni tampoco, concretamente, del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico.

El presente estudio, de enfoque cualitativo, surge a partir de las necesidades vislumbradas por el investigador en su experiencia como formador en el *Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología, PCLB*, (ofertado por la Universidad Pedagógica Nacional, en Bogotá, Colombia). Con el fin de contribuir a la producción de Conocimiento Profesional del profesor de Biología y a la mejora en la formación inicial de docentes de Biología, se pretende, por una parte caracterizar las concepciones de veintitrés futuros profesores acerca del Conocimiento Biológico y del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico. Además, se busca describir y analizar la progresión de dichas concepciones tras haber culminado el proceso formativo, en el contexto del desarrollo del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*, el cual fue impartido durante el primer semestre académico de 2004, en el *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas* del *PCLB*. Desde el punto de vista metodológico, en el estudio se persigue formular y enriquecer el sistema de categorías de investigación y la correspondiente hipótesis de progresión para abordar la caracterización de las concepciones y su progresión. De otra parte, se pretende identificar, a partir de los resultados, las implicaciones en la formación del profesorado de Biología desde la perspectiva de la construcción del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico.

El informe que se presenta, está estructurado en cuatro capítulos. El **Capítulo 1** hace referencia al marco teórico en el cual se circunscribe la investigación. Concretamente, lo relacionado con la naturaleza y constituyentes del Conocimiento Profesional del profesor, al igual que las características tanto del Conocimiento Didáctico del Contenido, como más específicamente del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico. Además, se hace una revisión de los modelos de formación del profesorado en su relación con el Conocimiento

Profesional.

En el *Capítulo 2* se dan a conocer las tendencias de las investigaciones relacionadas con las concepciones de profesores acerca del Conocimiento Biológico, el Conocimiento Pedagógico y el Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico. De igual manera, se explicitan los aspectos de carácter metodológico. Ellos son: las características de la muestra de estudio y el contexto de la investigación, los objetivos y problemas, las fuentes de información, la perspectiva metodológica y las fases de la investigación. Asimismo, se formula el sistema de categorías y la hipótesis de progresión para cada una de las categorías.

Los resultados de la investigación son presentados en el *Capítulo 3*. Para ello, primero se abordan las concepciones de los docentes en formación sobre el Conocimiento Biológico, y seguidamente las concepciones acerca del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico. Para cada una de las categorías y subcategorías de investigación, además de caracterizar las concepciones de los futuros profesores, se analiza la progresión de las mismas, y se derivan las implicaciones en la formación del profesorado.

Finalmente, en el *Capítulo 4*, se dan a conocer las conclusiones, implicaciones y perspectivas de la investigación. Se hace referencia tanto a las concepciones del Conocimiento Biológico y del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico, como a la progresión de las mismas.

Los resultados de la investigación muestran la importancia de hacer explícitas, en los programas de formación inicial, las concepciones de los estudiantes sobre los diferentes constituyentes del Conocimiento Profesional del profesor de Biología, y concretamente del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico. Además de la activación de dichas concepciones, es relevante su contraste, complejización y reestructuración, tomando como puntos de referencia los saberes académicos y las ideas de los compañeros y de los formadores. Todo ello, con el propósito de integrar los saberes y las concepciones para la

construcción del Conocimiento Profesional.

De igual manera, como parte del análisis de los resultados, se destaca la necesidad de desarrollar, en los programas de formación del profesorado, las capacidades metacognitivas, y de reflexión crítica de las prácticas pedagógicas, al igual que un pensamiento sistémico y complejo del estudiante. Todo ello, para facilitar la construcción del Conocimiento Profesional.

Desde el punto de vista metodológico, conviene resaltar que el sistema de categorías de investigación y la hipótesis de progresión posibilitó caracterizar las concepciones de los futuros profesores y analizar las modificaciones de las ideas durante el proceso formativo.

Los hallazgos acá presentados abren puertas para la realización de otras investigaciones referentes a la producción del Conocimiento Profesional, y del Conocimiento Didáctico del Contenido Disciplinar. Asimismo, para mejorar los procesos en los proyectos curriculares y programas de formación de profesores de Ciencias y particularmente de Biología.

Para terminar, y con el propósito de facilitar la lectura del informe, se hacen las siguientes precisiones en cuanto a la manera de escribir:

- Se utilizan los términos profesor, formador y alumno como genéricos, haciendo referencia tanto a las mujeres como a los varones.
- El término formador hace referencia a los profesores de los futuros docentes.
- Los términos estudiante-profesor, docente en formación, futuro profesor, futuro docente, y profesor en formación, son empleados como sinónimos.
- El término alumno principalmente hace referencia a los estudiantes de los niveles de Educación Primaria, Secundaria y de Bachillerato.
- Para dar relevancia a algunos términos que se consideran prioritarios en la investigación, se utiliza la mayúscula en los siguientes casos: Biología, Biología Escolar, Ciencias, Conocimiento Profesional, Conocimiento

Biológico, Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico y Conocimiento Biológico Escolar.

CAPÍTULO 1.

EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL Y LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO

“El maestro “no piensa sólo con la cabeza”, sino “con la vida”, con lo que ha sido, con lo que ha vivido, con lo que ha acumulado en términos de experiencia vital, en términos de bagaje de certezas. En suma, piensa a partir de su historia vital, no sólo intelectual, en el sentido riguroso del término, sino también emocional afectiva, personal e interpersonal”. Maurice Tardif (2004: 75).

En lo que sigue, se presenta la revisión realizada respecto a las características que identifican el Conocimiento Profesional del profesor, y en particular del profesor de Biología, y a los diferentes tipos de conocimientos que lo constituyen. Dadas las características de la investigación, entre los componentes del conocimiento profesional se hace un tratamiento más detallado del conocimiento que requiere el docente para poder enseñar contenidos específicos, lo que se denomina Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), expresión equivalente al utilizado por los investigadores norteamericanos y anglosajones: *Pedagogical Content Knowledge (PCK)*.

De igual manera, se presentan las características de los modelos de formación docente y su relación con el Conocimiento Profesional del profesor.

1. NATURALEZA Y COMPONENTES DEL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR

Así como el médico, el abogado o el ingeniero poseen un conocimiento que los distingue entre sí y entre los demás profesionales, los profesores contamos con un conocimiento profesional particular. Según Tardif (2004), el trabajo docente se diferencia de otros trabajos teniendo en cuenta que:

- Su objeto es heterogéneo y está conformado por sujetos humanos e interacciones humanas.
- Sus objetivos son ambiguos, amplios, ambiciosos y a largo plazo.
- Implica relaciones complejas.

- Su producto es intangible e inmaterial, ya que el proceso de aprender a ser maestro es simultáneo con la producción (enseñar, es decir, hacer aprender), con lo cual es difícil separar al trabajador del resultado. O sea, es difícil observar al profesor fuera de su lugar de producción.

Teniendo presente la complejidad, tanto conceptual como contextual de la enseñanza, para el caso del Conocimiento Profesional del Profesor es difícil identificar los componentes que lo integran y su estructura. Las investigaciones fundamentalmente diferencian como componentes cuatro grandes dominios:

- El conocimiento de los contenidos, del objeto o materia de enseñanza, que en adelante se llamará conocimiento del contenido disciplinar.
- El conocimiento pedagógico.
- El conocimiento necesario para enseñar un saber en particular, llamado Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC).
- Y el conocimiento del contexto.

1.1. Shulman: La importancia del Conocimiento Didáctico del Contenido

En el ámbito norteamericano y anglosajón se atribuye a Lee S. Shulman ser el pionero de la línea de investigación sobre el Conocimiento Profesional docente. Este investigador y su equipo se plantearon preguntas como: “¿cuáles son las fuentes de conocimiento del profesor?, ¿cómo decide el profesor qué enseñar?, ¿qué son las fuentes de analogía, metáforas, ejemplos, demostraciones y expresiones?”, etc. (Shulman, 1986a: 8). A partir de sus primeros estudios con profesores de Inglés, Biología, Matemáticas y Sociales de California, utilizando entrevistas, biografías y observaciones, identificó tres componentes del conocimiento del profesor:

- El conocimiento disciplinar.
- El Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC).
- El conocimiento curricular.

Como parte del CDC, este autor da especial importancia al conocimiento de las ideas de los alumnos, al igual que a las estrategias metodológicas para facilitar el aprendizaje. El conocimiento curricular se refiere a los programas de enseñanza y de los materiales y ayudas para enseñar (ej. software, textos, material visual y de laboratorio, etc). Llama la atención en esta propuesta, el no tener en cuenta la influencia del contexto en los diferentes tipos de conocimiento y que no explicita las interrelaciones que se pueden dar entre los componentes.

El mismo autor, en su propuesta de 1987, en el contexto de la investigación “*The Knowledge Growth in Teaching*” realizada en Stanford “define hasta siete categorías de conocimiento del profesor:

- Conocimiento del contenido.
- Conocimiento pedagógico.
- Conocimiento del currículum.
- Conocimiento de los alumnos y del aprendizaje.
- Conocimiento del contexto.
- Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC).
- Y conocimiento de Filosofía Educativa, fines y objetivos” (Marcelo, 1999: 154).

Según Gess-Newsome (1999), lo más relevante de la aportación de Shulman es haber incluido el CDC como un importante cuerpo de conocimiento, fundamental para la enseñanza de un saber particular. En el mismo sentido, Marcelo manifiesta que el Conocimiento Didáctico del Contenido se configura “como una de las contribuciones más poderosas y actuales de la investigación didáctica para la formación del profesorado” (1999: 157).

1.2. Bromme: El metaconocimiento como integrador de saberes

Por su parte, Bromme (1988) define el Conocimiento Profesional docente como el conocimiento que los profesores utilizan en su práctica cotidiana, en la

cual, es menester acercar los conocimientos teóricos de las disciplinas, a los conocimientos prácticos escolares. Para él, los conocimientos teóricos no derivan tan directa y simplemente en aplicaciones, en el conocimiento práctico, sino que demanda transformaciones que no pueden ser emprendidas por un profesional aislado. El profesor requiere un conocimiento tal que le permita interrelacionar, e integrar los conocimientos científicos y los cotidianos. De igual manera, necesita integrar los conocimientos psicopedagógicos, y su experiencia profesional, para lograr la transformación de la estructura lógica disciplinar de los conocimientos teóricos que esté enseñando. Según este autor, el Conocimiento Profesional requiere la interrelación de diferentes tipos de conocimientos, como son: los específicos de la asignatura que se enseña (conocimientos disciplinares), los de la didáctica específica, el pedagógico y el metaconocimiento.

El profesor requiere del conocimiento sobre el proceso de comprensión de los alumnos: cómo aprenden, qué obstáculos tienen en el aprendizaje, sus dificultades y errores. Los *conocimientos sobre la Didáctica específica* de la disciplina, son indispensables para establecer la secuenciación de contenidos de enseñanza y para determinar la forma de presentar dichos contenidos. De igual manera, se requieren para definir el grado de profundidad de las diferentes temáticas, para evaluar las dificultades de las tareas y para poder integrar los conceptos de la disciplina que se enseña, con los conocimientos, experiencias y expectativas de los alumnos.

Los *conocimientos psicopedagógicos*, según este autor, se refieren la organización del centro escolar y a los aspectos metodológicos en el proceder con los alumnos, de acuerdo con sus características y dificultades.

El *metaconocimiento* es el conocimiento sobre la naturaleza de los conocimientos antes mencionados, en relación con la escuela, con la asignatura que se enseña y con los objetivos que se persiguen. Este tipo de conocimiento, constituye un elemento nuclear para la integración de los diferentes saberes involucrados en la construcción del Conocimiento Profesional.

La naturaleza del Conocimiento Profesional, es muy particular por la diversidad de problemas que hay en la práctica docente. Esto, conlleva a que se desarrolle progresivamente, en lo que Bromme denomina “la sabiduría de la praxis”. Sin embargo, lo anterior no implica que todo lo que el profesor haga, pueda derivar en conocimiento profesional. Por eso, el adagio popular de “la práctica hace al maestro” es cuestionable, pues el Conocimiento Profesional no surge espontáneamente, sino que demanda de procesos de formación que conlleven a la reflexión de esa práctica.

1.3. Grossman: El Conocimiento Didáctico del Contenido como dominio integrador de conocimientos

Pamela Grossman (1990), a partir de sus investigaciones con profesores de Inglés, hace una propuesta del Conocimiento Profesional del profesor, identificando cuatro componentes:

- El conocimiento del contenido de referencia, es decir, el conocimiento disciplinar.
- El conocimiento pedagógico general.
- El conocimiento del contexto.
- El Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC).

Todos estos componentes, interrelacionados entre sí, especialmente alrededor del CDC. El conocimiento que los profesores tengan acerca de los contenidos de la disciplina y su estructura, influye en la manera como han de presentarse los contenidos a los estudiantes, en el momento de la enseñanza.

En el componente del *conocimiento pedagógico general* incluye, además de las características de los alumnos y del aprendizaje, la gestión y organización del aula de clase, el currículum y las estrategias de enseñanza, otros aspectos como el conocimiento y las creencias sobre los propósitos de la enseñanza y los sistemas de evaluación de los aprendizajes.

En lo que tiene que ver con el conocimiento curricular y las estrategias de enseñanza, hay un solapamiento entre los dominios del conocimiento pedagógico y el CDC. No obstante, en el dominio CDC se hace referencia a contenidos y actividades de enseñanza específicos de un contenido en particular. Grossman (1990) sostiene que el CDC es el componente que mayor incidencia tiene en las acciones de enseñanza en el aula de clase. Enfatiza, en la importancia de conocer las concepciones (principalmente las ideas erróneas) y los intereses de los alumnos para la definición y estructuración de los contenidos curriculares y de las estrategias de enseñanza. En el apartado referente al Conocimiento Didáctico del Contenido se retomará el planteamiento de dicha investigadora al respecto.

En relación con esta propuesta, llama la atención el tipo de relaciones entre los dominios del conocimiento profesional del profesor. En este sentido, el único dominio que se relaciona con los otros tres es el CDC, esto mediante interrelaciones en doble vía (ver Figura 1.1.). A su vez, los conocimientos disciplinar, pedagógico general y contextual, no se interrelacionan de manera directa entre sí, solamente lo hacen con el CDC. Cabe resaltar que en este enfoque, no se relacionan los conocimientos contextual y pedagógico. Hay que tener presente, que la organización y gestión en la escuela y en el aula, así como los asuntos relacionados concretamente con el currículo, están influenciados por las situaciones del contexto tanto a nivel nacional, como local, e institucional, e incluso de aula.

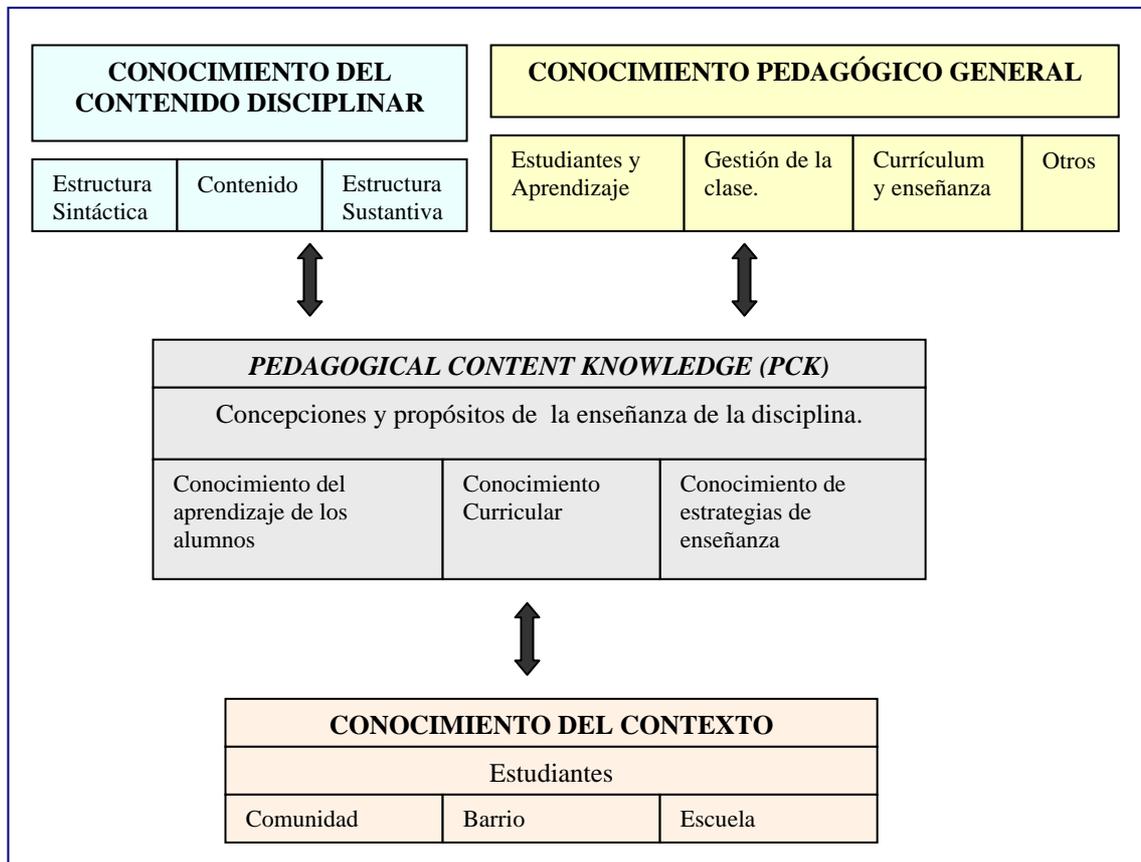


Figura 1.1. Estructura del Conocimiento Profesional del Profesor, según Grossman. Tomado de Grossman (1990: 5). PCK equivale a CDC: Conocimiento Didáctico del Contenido.

Es de anotar que los enfoques de Shulman y de Grossman, no destacan de manera explícita, como parte del Conocimiento Profesional del profesor, los aspectos relacionados con la selección y secuenciación de contenidos de enseñanza, Grossman tan sólo lo menciona al referirse al conocimiento curricular. De igual forma, ninguno hace referencia a la importancia de las concepciones del profesor en la estructuración de su Conocimiento Profesional.

1.4. Carlsen: El Conocimiento Didáctico del Contenido como integración de otros conocimientos

William Carlsen manifiesta que “los dominios del conocimiento del profesor son visualizados mejor de una forma heurística y no como un mapa inmutable sin ninguna estructura cognitiva individual” (1999: 135). Propone integrar los conocimientos: general pedagógico, disciplinar, el CDC, del contexto general educativo y del contexto específico educativo (Figura 1.2.). En contraste con otras perspectivas, en esta se considera que los componentes del conocimiento profesional docente no pueden existir independiente y aisladamente, sino que por el contrario, cobran sentido únicamente dentro de un sistema. Esto, especialmente es válido para el caso del CDC, el cual solamente es posible como producto de la integración de los otros conocimientos, siendo impensable su existencia de forma aislada.

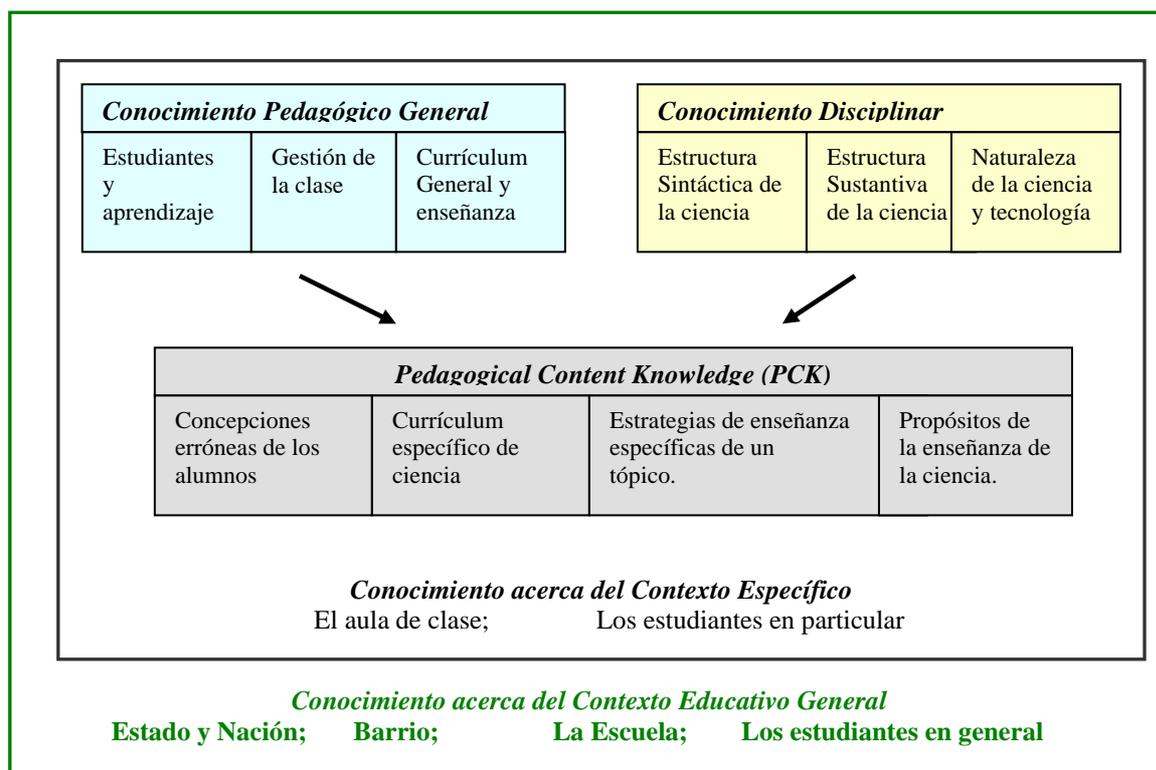


Figura 1.2. *El Conocimiento Profesional del Profesor, desde la perspectiva de de Carlsen (1999).* Tomado de Gess-Newsome y Lederman (1999: 136).
PCK equivale a CDC

Es decir, dadas las características integradoras, esta propuesta tiene una perspectiva más compleja. Al respecto, es de destacar que relaciona el conocimiento contextual (general y específico), no solamente con el CDC sino también con los conocimientos pedagógico y disciplinar. Otra aportación para destacar en esta perspectiva es la inclusión que se hace del conocimiento de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia y la tecnología dentro del componente del conocimiento disciplinar.

Los enfoques descritos hasta el momento (Shulman, 1986; Grossman, 1990; y Carlsen, 1999) se caracterizan por su enfoque estructural, y presentan inconvenientes como los que se puntualizan a continuación:

- Las limitadas interrelaciones entre sus componentes. Especialmente al interior de cada uno de los dominios (conocimientos pedagógico, disciplinar, contextual, y CDC), en los cuales, se presentan los conocimientos de forma yuxtapuesta, a manera de “amalgama”.
- Se refieren fundamentalmente a aspectos de carácter teórico. Es decir, al ámbito académico, desconociendo las concepciones de los profesores, sus intereses y el saber experiencial.
- En lo que atañe al conocimiento de las concepciones de los alumnos, está orientado exclusivamente a la detección y comprensión de las ideas erróneas, como parte del conocimiento que se requiere para afrontar las dificultades del aprendizaje, lo cual es muy valioso. Sin embargo, se ignora que no todas las concepciones son erróneas y tampoco se tiene en cuenta su importancia para organizar e implementar los contenidos curriculares y las actividades de enseñanza.
- De los tres enfoques, el de Carlsen (1999) presenta elementos que apuntan a diferenciar las características, de los contenidos curriculares del conocimiento pedagógico general y del CDC. Así, para el primero hace referencia al currículum y las metodologías de enseñanza en general, y en el caso del CDC a las particularidades de la enseñanza de la Ciencia.
- En general, se explicita el conocimiento de los contenidos que se han de enseñar como parte del Conocimiento Profesional. Se supone entonces, que

están incluidos en el conocimiento curricular específico perteneciente al CDC. Sin embargo, dado que el profesor enseña un saber, el asunto relacionado con los contenidos que se enseñan merece un tratamiento especial. Es decir, no basta con que el profesor tenga idoneidad del conocimiento disciplinar de la asignatura que enseña. Por el contrario, se requiere de un conocimiento especializado y profesionalizado sobre la disciplina que le permita seleccionar y secuenciar los contenidos, y además transformarlos de acuerdo con las características de los alumnos.

A continuación, se presenta una propuesta que supera en especial una de las limitaciones antes enunciadas: el no tener en cuenta las concepciones de los profesores acerca de los diferentes constituyentes del Conocimiento Profesional.

1.5. Magnusson, Krajcik y Borko: La importancia de las concepciones del profesor en la construcción de su Conocimiento Profesional

Magnusson, Krajcik y Borko (1999) adaptan la propuesta de Grossman (1990), concretamente a la enseñanza de la Ciencia. En consecuencia, en el CDC focalizan las actividades de enseñanza y los contenidos curriculares a las particularidades de la Ciencia. Como se presentará más adelante, en el apartado correspondiente al CDC, estos autores resaltan la importancia que reviste la orientación de la enseñanza de la Ciencia en los demás componentes del CDC.

En lo que concierne a la estructura general y dominios del conocimiento profesional, esta perspectiva (Figura 1.3.) no muestra diferencias con el enfoque de Grossman (1990). Sin embargo, sí incorpora una importante característica: referirse, tanto en el caso de los dominios, como en el de los componentes, no solamente al conocimiento como tal, sino a las concepciones que tienen los profesores, incluso llegándolas a considerar al mismo nivel de importancia.

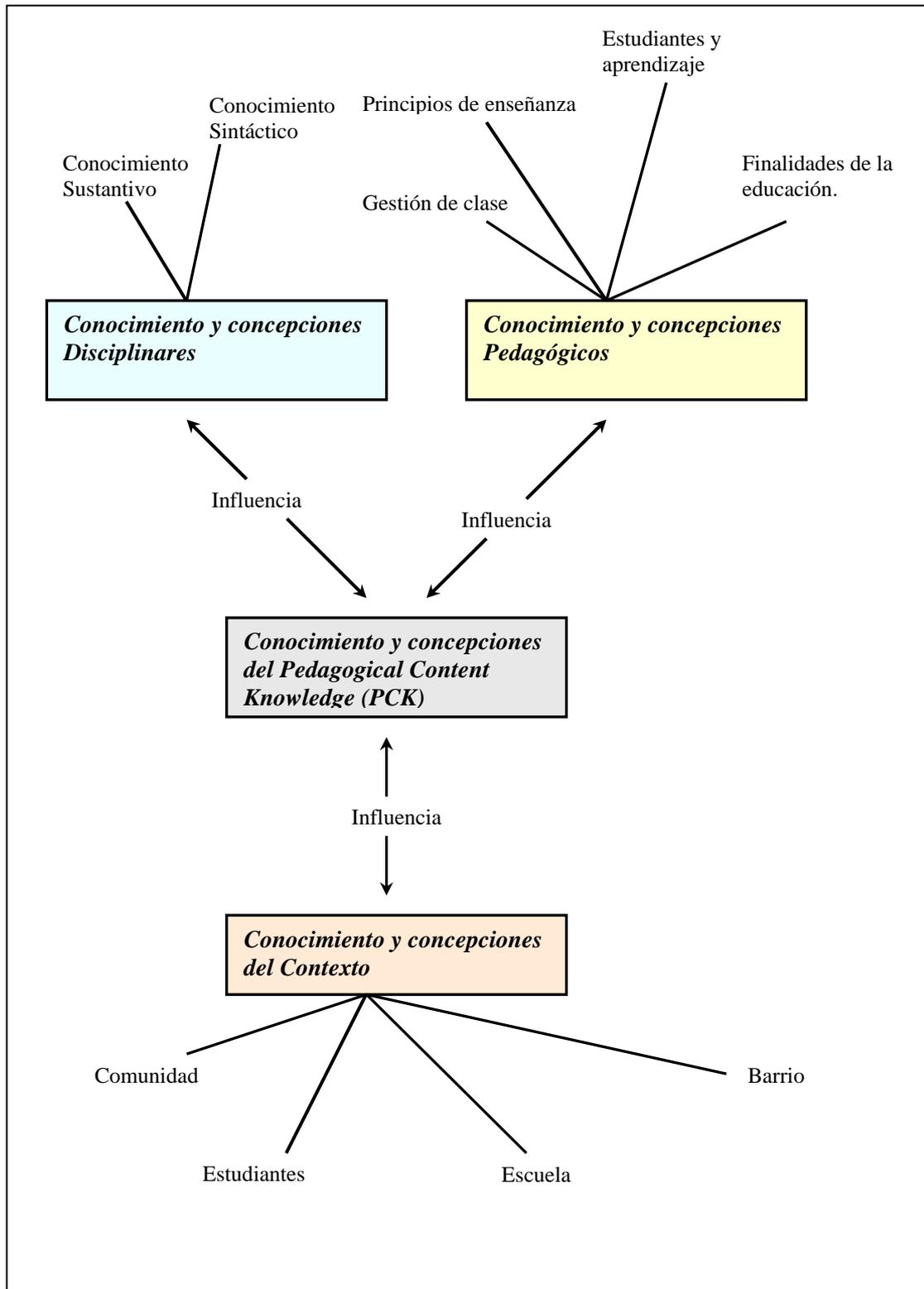


Figura 1.3. Estructura del Conocimiento Profesional del Profesor desde la perspectiva de Magnusson, Krajcik y Borko (1999), (a partir de la propuesta de Grossman, 1990). Tomado de Gess-Newsome y Lederman (1999: 98). Nota: para todos los dominios y componentes se hace referencia tanto al conocimiento como a las concepciones. PCK equivale a CDC

El Conocimiento Profesional de los profesores no solamente tiene como fuentes la académica, además cuenta con la propia del saber personal que obedece a las ideas que tienen los docentes acerca de cada uno de los componentes del Conocimiento Profesional, concepciones que están relacionadas con las experiencias y los intereses de cada quien. Cabe destacar este aspecto, pues no basta con que el profesor cuente con un adecuado bagaje académico. Dado que las concepciones generalmente están arraigadas, son difíciles de cambiar; como consecuencia, este hecho tiene trascendentales implicaciones en la formación del profesorado.

1.6. Morine-Dersheimer y Kent: La importancia de las finalidades de la educación, y de la evaluación, en la construcción del Conocimiento Profesional

La Figura 1.4. representa la perspectiva de Greta Morine-Dersheimer y Todd Kent (1999) acerca de los componentes del Conocimiento Profesional docente. Al igual que en los enfoques antes descritos, el CDC es el componente central alrededor del cual se integran los otros conocimientos. Comparte con la propuesta de Carlsen (1999), el discriminar dos tipos de conocimientos contextuales: uno general educativo, y otro específico más cercano al CDC.

Una aportación por resaltar en este enfoque, es que asigna un lugar destacado a las finalidades de la educación, y a la evaluación. Estos, como elementos que influyen en los conocimientos curricular, y pedagógico generales, y en el CDC. Como se puede apreciar, esta propuesta se estructura de una manera más dinámica, al establecer más interrelaciones entre los diferentes tipos de conocimientos.

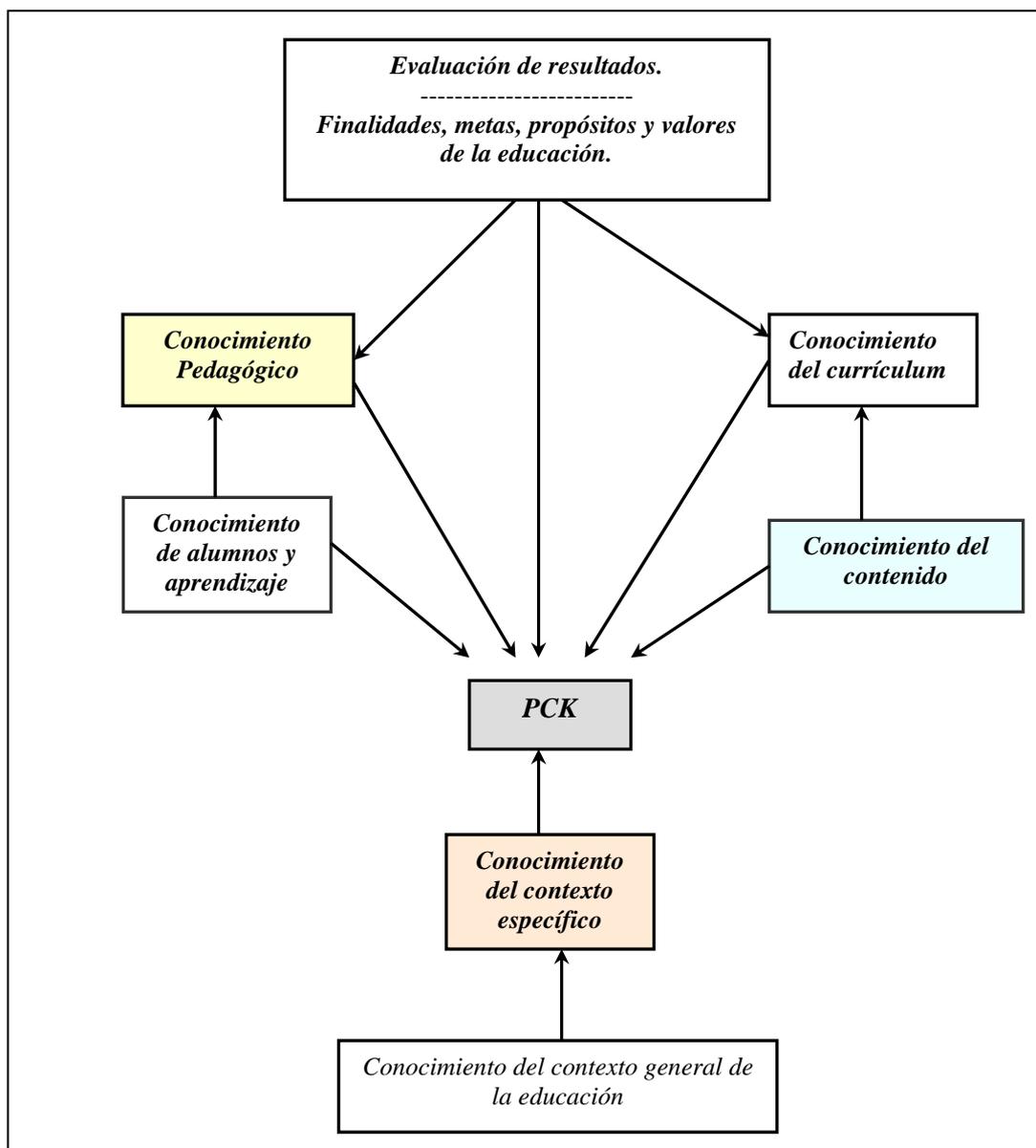


Figura 1.4. *Componentes del Conocimiento Profesional del profesor según Morine-Dersheimer y Kent (1999). Tomado de Gess-Newsome y Lederman (1999: 22). PCK equivale a CDC*

Antes de continuar describiendo los enfoques de Conocimiento Profesional, vale la pena tener en cuenta el enfoque estructural de los mismos. Al respecto, Gess-Newsome (1999a) identifica dos extremos: uno integrador y otro transformador. El primero, dadas sus características, más bien convendría denominarlo aditivo (tal y como aparece en la Figura 1.5.). Las propuestas con *orientación aditiva* consideran el CDC como el producto de la yuxtaposición de los conocimientos disciplinar, pedagógico y contextual, lo cual significa que basta

con que el profesor cuente con unos sólidos cimientos conceptuales de estos saberes para que en la práctica los integre y se produzca así el CDC.

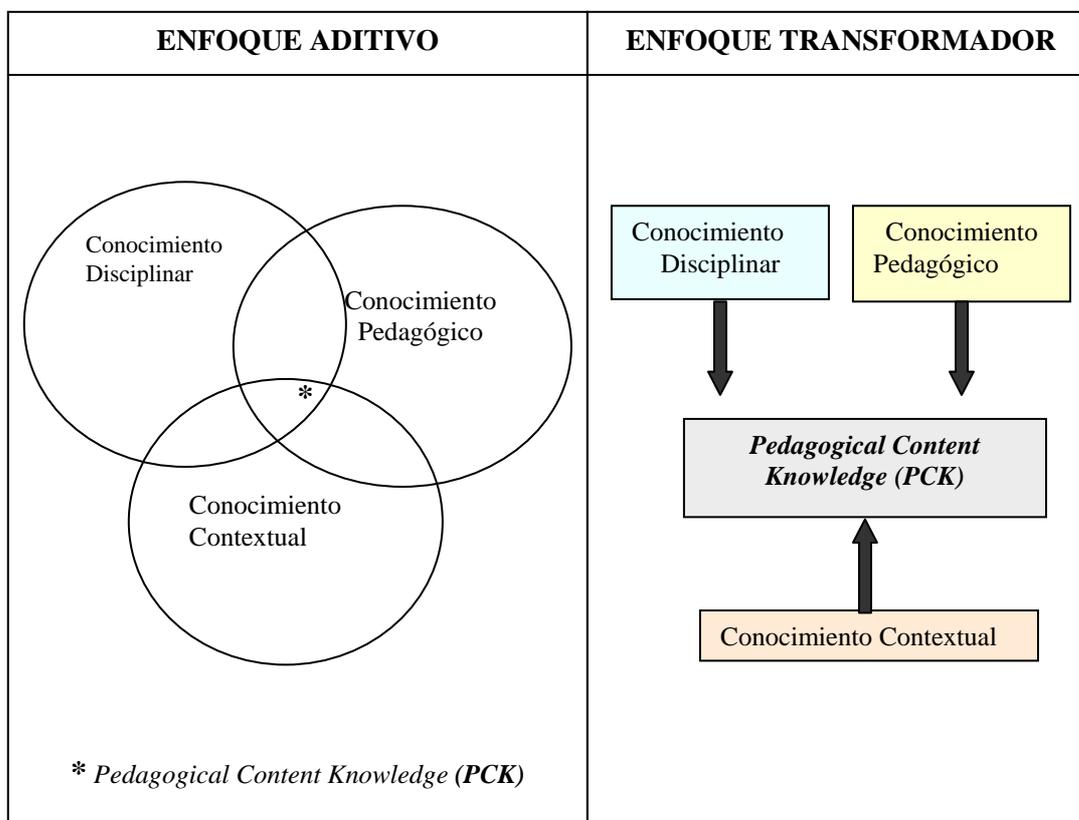


Figura 1.5. Comparación de dos enfoques de Conocimiento Profesional del Profesor, atendiendo a su estructura. Tomado de Gess-Newsome y Lederman (1999: 12). PCK equivale a CDC

En contraste, los de *orientación transformadora* presentan una relación más dinámica entre los componentes del Conocimiento Profesional. Concretamente, se asume el CDC como un constructo organizador, ya que alrededor de este confluyen los demás conocimientos y a partir de las transformaciones de esos conocimientos, precisamente, se construye el CDC, el cual constituye un sello de identidad del saber profesional del profesor. Para explicar las diferencias entre estos dos extremos, Gess-Newsome se vale del símil con la mezcla (para el caso del modelo aditivo) y con el cambio químico (para el caso del modelo transformador). Así como en el cambio químico, el o los productos de una reacción son diferentes a los reaccionantes, en el modelo transformador se produce una nueva forma de conocimiento, es decir el CDC. En este enfoque, los

conocimientos que se transforman e integran en el CDC, son utilizados por el profesor en la toma de decisiones en la enseñanza.

1.7. El Conocimiento Profesional como teoría práctica (Proyecto Curricular IRES)

El Grupo *Didáctica e Investigación Escolar* (DIE), gestor del Proyecto Curricular *Investigación y Renovación Escolar* (IRES), entiende el Conocimiento Profesional docente como la interrelación e integración sistémica y compleja de saberes de distinta índole. Ello demanda un profundo proceso de reelaboración y transformación epistemológica y didáctica. Dicho conocimiento, se genera desde las situaciones y problemas prácticos del contexto educativo particular. Entendiendo que la práctica constituye el ámbito epistemológico específico donde se presentan los problemas profesionales.

El Conocimiento Profesional, es asumido desde una perspectiva evolutiva, en la que se formula una hipótesis de progresión con miras a reestructurar, de una forma progresivamente compleja, el *conocimiento “de hecho”* del profesor en un *conocimiento deseable* (Porlán y Rivero, 1998). Así pues, los productos de esa reelaboración y transformación se constituyen como sistemas de ideas en evolución, de carácter tentativo, procesual y evolutivo.

Desde la perspectiva del Conocimiento Profesional como teoría práctica, dicho conocimiento se caracteriza por ser: práctico, integrador y profesionalizado, complejo, tentativo, evolutivo y procesual. Porlán *et al* ponen de manifiesto que para construir el conocimiento práctico profesional “se trata de poner en marcha un complejo proceso de interacciones entre saberes internos, saberes externos de diferente procedencia, problemas de aula, obstáculos, intereses, fenómenos de la realidad escolar, etc.” (2001: 22).

A pesar de basarse en la experiencia y aunque considera aspectos de diversas disciplinas, el Conocimiento Profesional no es ni empírico, ni teórico,

sino que es epistemológicamente diferenciado al mediar entre las teorías formalizadas y la acción profesional. Porlán, Rivero y Martín del Pozo manifiestan que:

“el conocimiento profesional deseable es un conocimiento epistemológicamente diferenciado, resultado de una reelaboración e integración de diferentes saberes, que puede concebirse como un sistema de ideas en evolución (lo que permite una gradación de lo simple a lo complejo: una hipótesis de progresión que facilite dicha evolución)”. (2000: 509).

Desde esta perspectiva, la organización del Conocimiento Profesional no obedece exclusivamente a la lógica disciplinar, ni a la acumulación de experiencias. Este conocimiento, se produce a partir de las interrelaciones entre los diferentes saberes (académicos, experienciales, etc.), que surgen de los problemas relevantes de la práctica profesional. En palabras de Porlán *et al* “es un conocimiento sobre la integración y transformación de saberes en la perspectiva de formular determinado conocimiento escolar y sobre los procesos que facilitan su construcción” (1997: 161).

A partir de procesos de investigación de problemas, experimentación de alternativas y reestructuración de significados, el Conocimiento Profesional busca una evolución en aquellas concepciones que representen obstáculos para el desarrollo profesional, desde posiciones simples (más fragmentarias, dependientes y acrílicas), hasta posiciones más complejas (más relativas, integradoras, autónomas y críticas). En consecuencia, se puede formular en diversos niveles tentativos, de progresiva complejidad, a manera de *hipótesis de progresión profesional*. Dicha hipótesis, toma como eje organizador los metaconocimientos y ofrece ventajas para orientar el proceso autoformativo de los profesores, implicando procesos menos lineales y más complejos.

En este sentido, para Porlán *et al.* (1996), el *Conocimiento Profesional deseable*, es asumido no como una representación idealista, sino como una *hipótesis de progresión* que propone tres niveles:

- Uno *inicial*, correspondiente al modelo didáctico tradicional (academicista, transmisionista).

- Uno *intermedio*, en el que predominan planteamientos de innovación frente al modelo transmisivo (desde concepciones tecnológicas, hasta concepciones más fenomenológicas y espontaneístas del saber profesional y del currículum).
- Uno *de referencia*, basado en modelos didácticos de orientación constructivista, en el que se propone a un profesor-investigador que trabaje en equipos mixtos de investigación e intervención.

Según el grupo de autores al que se está haciendo referencia (Porlán, *et al.*, 1996), las fuentes y saberes que confluyen en el contexto de la práctica docente y que se integran en el Conocimiento Profesional son:

- Fuente Académica:
 - Saberes Metadisciplinarios.
 - Saberes Disciplinarios.
 - Saberes disciplinares aplicados: Didácticas específicas.
- Fuente de Experiencias Profesionales:
 - Saberes rutinarios.
 - Saberes técnicos.
 - Saberes y creencias personales / Teorías implícitas.
 - Saberes curriculares.
- Fuente de Creencias Ideológicas.

En la Figura 1.6., se muestran los componentes del Conocimiento Profesional, las relaciones y las fuentes de los mismos.

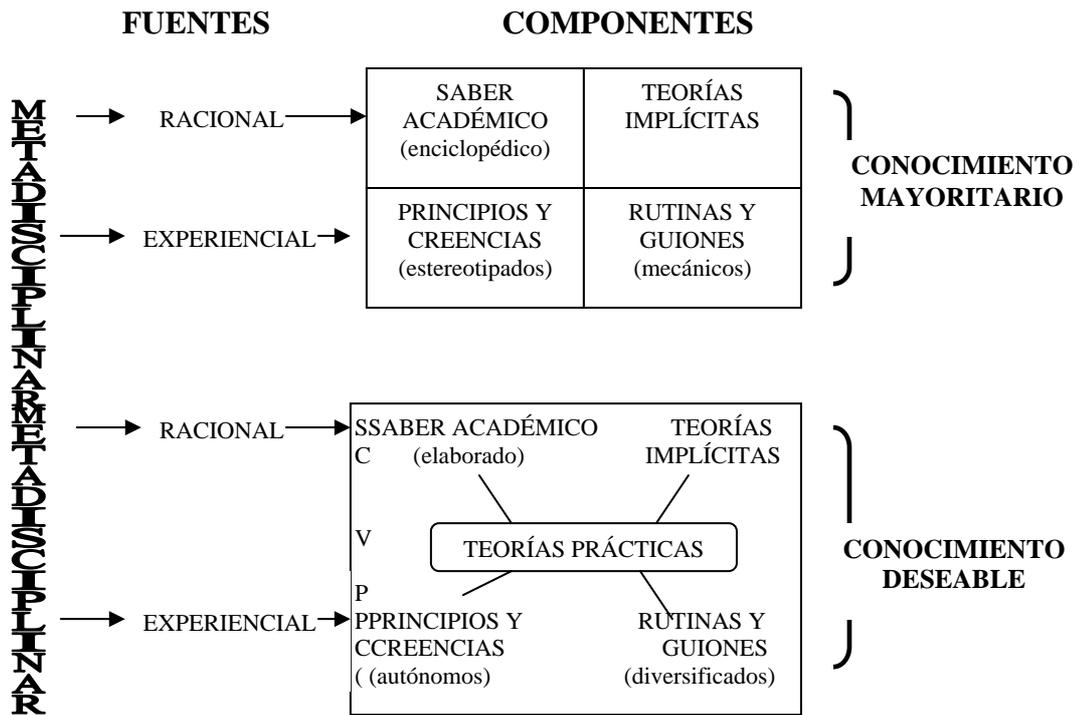


Figura 1.6. Fuentes y componentes del Conocimiento Profesional. Tomado de Porlán y Rivero (1998: 64)

Los **saberes académicos** son preponderantemente adquiridos durante la formación inicial y son de carácter explícito. Los *saberes metadisciplinarios* son teorías generales y cosmovisiones que posibilitan la integración de tipo generalista mediante reflexiones y conceptualizaciones sobre el conocimiento en general. Además, son importantes porque actúan como categorías organizadoras del Conocimiento Profesional (Porlán y Rivero, 1998).

En relación con los *saberes metadisciplinarios* y su importancia, como lo afirman Porlán, Rivero y Martín del Pozo:

“El grado de complejidad de nuestras ideas acerca de la naturaleza de los conocimientos, de sus formas de organización y cambio, y del papel que pueden jugar en el conocimiento del sistema cognitivo, estas mismas metaideas [...], este grado de complejidad, puede favorecer, en cierta medida procesos de generalización, transferencia e integración entre ámbitos parciales del conocimiento personal [...] De ahí nuestro interés por estudiar las concepciones epistemológicas de los profesores”. (1997: 156).

Según Porlán *et al* “los saberes metadisciplinarios y las didácticas específicas, constituyen un primer nivel de integración epistemológica y de transformación de significados que facilitan la formulación de contenidos del conocimiento práctico profesional” (1996: 28).

De acuerdo con Porlán y Rivero (1998), los *saberes disciplinares* corresponden a:

- Áreas curriculares de las Ciencias de la Naturaleza (Biología, Física, Química, Ciencias de la Tierra).
- Conocimientos psicopedagógicos: relacionados con la enseñanza (Pedagogía, Historia de la Educación, etc) y con el estudio de sistemas educativos (Sociología de la Educación, Política Educativa, Economía Educativa, etc).

En cuanto a los **saberes basados en la experiencia profesional**, estos se expresan principalmente durante la programación, la evaluación y el diagnóstico de problemas del aula. Epistemológicamente, comparten características con el conocimiento cotidiano, tales como ser adaptativos, tener contradicciones internas, no poseer método, estar impregnados de valoraciones con connotaciones morales e ideológicas, basarse en argumentos relativamente inconsistentes, etc. (Porlán *et al.* 1997).

De acuerdo con Porlán y Rivero (1998), los *saberes rutinarios* (guiones y esquemas de acción), son de tipo experiencial y constituyen saberes en acción de difícil elaboración y reflexión conciente. Es decir, en la dimensión psicológica corresponden al nivel tácito. Dotan al profesor de una habilidad para predecir el curso de los acontecimientos y la forma estándar de abordarlos. Son funcionales y simplifican la toma de decisiones, aportando seguridad en la medida que ayudan a resolver en buena medida gran parte de los problemas cotidianos. Estos saberes son los más próximos a la conducta y están muy arraigados, por tanto ofrecen gran resistencia al cambio. Las rutinas responden de forma un tanto mecánica a lo inmediato (el qué y el cómo), sin mediar la reflexión de la práctica (por qué, para

qué). Este saber se aprende por imitación, incluso desde la experiencia como alumnos, a partir de la observación, selección e interiorización de aquellas acciones que cada quien considera eficaces en las actividades de enseñanza diarias de sus profesores (aquellos esquemas de actuación prototípicos).

Jiménez-Pérez y Wamba (2003) manifiestan que, el profesor además de contar con saberes influenciados por estereotipos sociales, posee saberes implícitos como es el caso de las “rutinas docentes” que le permite realizar actividades de manera inconsciente, pudiendo llegar incluso a ser contrapuestas, con lo que él mismo manifiesta como deseable. Dichas rutinas, correspondientes a conductas muy seguras y recalcitrantes al cambio, pueden constituir obstáculos para el desarrollo profesional. No obstante, estos autores no le asignan a los obstáculos un carácter netamente experiencial, en palabras suyas: “los obstáculos no son sólo obstáculos que se generan en la experiencia profesional, van mucho más allá: son formas de pensamiento profundamente arraigadas en nuestra cultura; son concepciones sociales y culturales presentes en los diferentes contextos de aprendizaje en los que participamos como es la familia, la escuela, el centro de trabajo, etc.” (p. 126).

Los *saberes y creencias personales* se refieren a las concepciones, metáforas e imágenes con que cuenta el profesor acerca de las distintas variables de su experiencia profesional: qué es la enseñanza, qué es el aprendizaje, etc. Dichas concepciones tienen un grado de estructuración que las hace funcionales, pero muy difícil de identificar por la propia persona ejecutora de los actos, requiriendo la intervención de terceros (como compañeros de equipo de trabajo, investigadores, etc.) para hacerlas explícitas. Están fuertemente arraigadas en la medida que son coherentes, flexibles y funcionales y, posibilitan explicaciones causales a fenómenos físicos. Al igual que las rutinas, son resistentes al cambio y consecuentemente, pueden constituir obstáculos para la transformación (Rodrigo, 1994; Rodrigo, Rodríguez y Marrero, 1993; Pozo y Rodrigo, 2001).

Rodrigo, Rodríguez y Marrero (1993) manifiestan que las **teorías implícitas** de los docentes tienen un sustento sociocultural, y corresponden a

teorías personales elaboradas por los profesores, a partir de reconstrucciones de conocimientos pedagógicos históricamente elaborados. Estas reconstrucciones se hacen a través de la formación y en la práctica pedagógica. Dichas teorías del profesor actúan como mediadoras entre la cultura y el alumno, incidiendo el nivel de cultura del docente, sus actitudes hacia el conocimiento y el significado que le asigne al currículo. Los autores destacan que,

“las teorías implícitas permiten a los profesores interpretar la realidad ya que son en buena medida los principales intérpretes del currículo, de las innovaciones, de los intercambios académicos, sirven de bases de conocimiento en el procesamiento de la información y constituyen un marco de valores de referencia de programas de acción”. (p. 271).

Acorde con la complejidad y particularidad de los sistemas de enseñanza-aprendizaje y de la integración de los saberes antes descritos, el Conocimiento Profesional, no se asume, desde la simplicidad de producir y aplicar técnicas didácticas a situaciones escolares más o menos estandarizadas, sino que por el contrario, es de naturaleza compleja.

Martín del Pozo y Porlán (1999) hacen referencia al *conocimiento profesionalizado del contenido*, fundamentalmente desde la perspectiva didáctica, resaltando que no se trata sólo de conocer los contenidos *per se*, sino que, además se requiere saber qué enseñar y cómo enseñar dichos contenidos. Es un conocimiento que capacita para transformar los conocimientos disciplinares y cotidianos en contenidos escolares. Esto no implica, por su puesto, que no se requiera un adecuado conocimiento disciplinar en los profesores.

1.8. Barnett y Hodson: La incidencia del contexto en la construcción del Conocimiento Profesional

Barnett y Hodson (2001) hacen énfasis en el conocimiento de los profesores del área de Ciencias. Los autores resaltan que el Conocimiento Profesional está notablemente determinado por las características personales de los docentes, y por

un conocimiento colectivo definido por los contextos educativo, social y cultural específicos, al igual que por factores institucionales y políticos de diferente nivel.

En cuanto a las primeras características, señalan que cuando el profesor ejerce su profesión no se limita a aplicar de una manera imparcial los currículos generalizados que han sido elaborados por expertos, los cuales suelen estar distantes de la realidad escolar. Por el contrario, responden atendiendo a sus creencias personales, sus valores y experiencias. De otra parte, el conocimiento colectivo de los profesores se gesta a partir de la constante socialización e interacción entre los colegas docentes. Estos autores expresan que “el conocimiento está íntimamente relacionado con las situaciones y las interacciones sociales específicas, las cuales han sido generadas, validadas y utilizadas” (Barnett y Hodson, 2001: 435). Hacen énfasis en la vida del aula de clase cotidiana y los contextos educativos y los micromundos de los profesores.

Consideran que existe un conocimiento pedagógico del contexto específico, cuyas fuentes son:

- En primer lugar, las fuentes internas representadas por las reflexiones que hacen los docentes acerca de sus experiencias de enseñanza, de la forma como responden los alumnos, de la interacción con los padres de familia y con los profesores.
- En segundo lugar, las fuentes externas, que están definidas por los contenidos disciplinares que se enseñan de acuerdo con los currículos prescritos, las regulaciones por parte del gobierno y las políticas institucionales.
- En tercer lugar, las interacciones que se producen al interior de los grupos de profesores.

A su vez, consideran componentes de dicho conocimiento:

- a) Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC).
- b) Conocimiento del aula de clase y de los alumnos.

- c) Conocimiento académico y de investigación.
- d) “Conocimiento Profesional”.

a) El *CDC* es adquirido a lo largo de la experiencia a través de la discusión, la imitación, las reflexiones y la actualización. Comprende la forma como se enseña, la definición de objetivos, la organización y secuenciación de lecciones. Implica conocer las formas para facilitar en los alumnos el aprendizaje de tópicos particulares.

b) El *conocimiento* que el profesor tenga, *de su aula de clase y de sus alumnos*. Hace referencia a aspectos situacionales y particulares que conllevan a un ambiente de constante reconstrucción. Contempla esas experiencias diarias de una situación educativa particular que conducen a que el docente esté observando continuamente y regule sus acciones (las actividades, la interacción verbal, etc.).

c) El *conocimiento académico y de investigación* incluye los conocimientos de los contenidos científicos (conceptos, hechos, teorías), la naturaleza de la ciencia (Historia, Filosofía y Sociología de la Ciencia, interacciones CTS y medio ambiente), qué y cómo aprenden los alumnos (el cual se adquiere en la formación inicial y en la experiencia, en las fuentes bibliográficas, y en las reflexiones personales), los propósitos de la enseñanza de las Ciencias, etc.

d) En relación con el “*Conocimiento Profesional*”, los autores plantean polémica sobre esta denominación, dado que corresponde a un conocimiento mucho más amplio que identifica los saberes particulares del profesor, precisamente por esa razón está entrecomillado¹. Este tipo de conocimiento surge de las conversaciones de los profesores sobre asuntos como sus alumnos, las medidas administrativas, los programas, los compañeros de trabajo, las tradiciones de los profesores, etc. Hace énfasis en los propósitos del cambio educativo a diferentes niveles: propósitos, personas, políticas y presiones. Este conocimiento

¹ Las comillas son del autor de la presente tesis. Este conocimiento correspondería a un conocimiento contextual que les permite a los profesores analizar las realidades educativas.

se corresponde netamente con la práctica e involucra aspectos como documentos curriculares, informes sobre la administración y los procesos institucionales, etc.

Como se ilustra en la Figura 1.7., los componentes del conocimiento pedagógico del contexto interactúan y obedecen a grandes ambientes que los autores han denominado *Paisaje del Conocimiento Educativo* y *Paisaje del Conocimiento Social*. Así, el CDC y el conocimiento del aula de clase hacen parte exclusivamente del paisaje del conocimiento educativo, mientras que los conocimientos profesional, académico y de investigación conciernen a los dos paisajes.

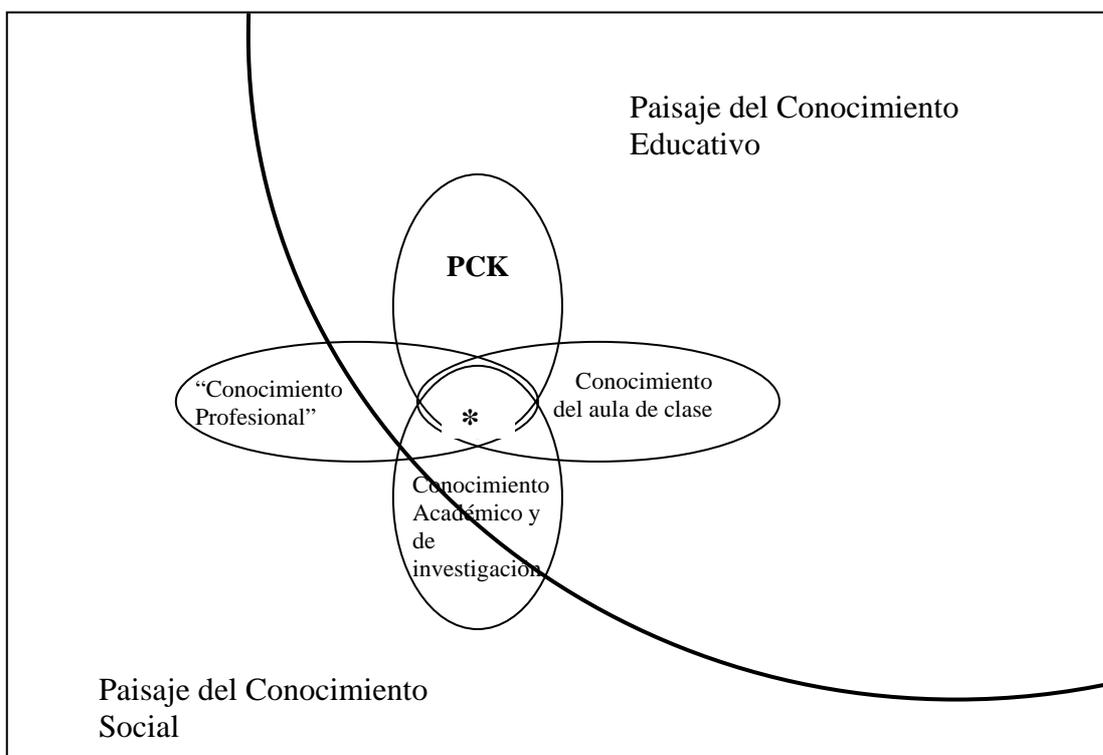


Figura 1.7. *Componentes del Conocimiento Pedagógico del Contexto Específico.* Nota: el término Conocimiento profesional ha sido polemizado por los autores del modelo. (*Conocimiento pedagógico del contexto específico). Tomado de Barnett y Hodson (2001: 437). PCK equivale a CDC

1.9. Tardif: Los profesores como sujetos de Conocimiento Profesional

Tardif (2004), a partir de sus investigaciones y reflexiones, realizadas durante doce años, acerca de los saberes que sirven de sustento al trabajo y a la formación de profesores de Primaria y Secundaria, propone un enfoque que se basa más en las categorías establecidas por los propios profesores, y de los saberes que ellos utilizan en su práctica profesional cotidiana, que en postulados epistemológicos establecidos por los teóricos.

Según el autor, el saber profesional docente tiene un carácter diverso, práctico, temporal, de interacción humana, experiencial, y de interfaz entre lo individual y lo social. Para enseñar, el profesor requiere movilizar y transformar una amplia variedad de saberes. En palabras suyas:

“El saber no es una cosa que fluctúe en el espacio: el saber de los maestros es el saber de ellos y está relacionado con sus personas y sus identidades, con su experiencia de vida y su historia profesional, con sus relaciones con los alumnos en el aula y con los demás actores escolares del centro, etc. Por eso, es necesario estudiarlo relacionándolo con esos elementos constitutivos del trabajo docente”.
(2004: 10)

Aunque este autor prácticamente no hace referencia explícita al término Conocimiento Profesional, si da cuenta de los componentes y las características de ese conocimiento que identifica al profesor. El concepto de conocimiento que se utiliza en el presente informe, puede ser equiparable al término saber, empleado por Tardif. Es decir: lo que él denomina *saber del profesor*, equivale a *Conocimiento Profesional*.

Para él, los saberes son “comparables a conjuntos de informaciones técnicamente disponibles, renovados y producidos por la comunidad científica y susceptibles de movilización en las diferentes prácticas sociales, económicas, técnicas, culturales, etc.” (2004: 27). Cuando se refiere concretamente al término conocimiento de los profesores, lo define como “los saberes, el saber hacer, las competencias y las habilidades que sirven de base a su trabajo [al docente] en el ambiente escolar” (Ibid: 167).

Tardif defiende el *postulado de la subjetividad*, el cual plantea que los profesores en el contexto de sus tareas cotidianas poseen, utilizan y producen

saberes específicos de su profesión. Es decir, los maestros son actores competentes y sujetos de conocimiento y no simples ejecutores técnicos de los conocimientos producidos por otros (por ejemplo, por los expertos en el currículo y por los investigadores en enseñanza). En términos del autor, el profesor “es un actor en el sentido fuerte de la palabra, es decir, un sujeto que asume su práctica a partir de los significados que él mismo le da, un sujeto que posee conocimientos y un saber hacer provenientes de su propia actividad y a partir de los cuales la estructura y la orienta” (Ibid: 169).

Consecuentemente, las investigaciones que conllevan a la producción del Conocimiento Profesional docente, deben basarse en el estudio con los propios profesores. Al respecto, se han desarrollado varias investigaciones sobre el pensamiento del profesor, sobre la “vida de los docentes”, e investigaciones en el campo de la Sociología de los actores, en el de la Sociología de la acción.

Como se enunciaba anteriormente, este investigador considera que el saber del profesor es en parte social. Dicha afirmación la hace evitando caer en el reduccionismo del sociologismo, que ignora la contribución de los individuos en la construcción del saber, sobredeterminándola a las fuerzas sociales (generalmente externas a la escuela), y a la investigación en ciencias sociales, independientemente de los contextos de los docentes. Concibe el saber social, como la “relación entre yo y los demás que repercuten en mí, relación con los otros en relación conmigo y también, relación de mí conmigo mismo, cuando esa relación es presencia del otro en mí mismo” (Ibid: 13). Al respecto, arguye los siguientes elementos:

- El objeto del saber profesional docente está constituido por sujetos y prácticas sociales de interacción humana.
- La profesión docente no se ejerce aisladamente, sino en un contexto institucional y una situación colectiva de trabajo.
- El saber del profesor está condicionado por el contexto social en lo que tiene que ver con las normas, los programas, los currículos, etc.

- La Pedagogía y la Didáctica son construcciones sociales que dependen de la historia de una sociedad, de poderes y jerarquías.
- El saber profesional se construye a largo plazo, de una manera progresiva, aprendiendo del ambiente de trabajo.

El saber del profesor siempre está en relación con la interacción con los demás actores del proceso de enseñanza-aprendizaje como son los alumnos, los padres de familia, los colegas. Dichas interrelaciones se dan en un contexto social a diferentes niveles (aula, institución y sociedad). Pero a la vez que el saber es social, no se desconoce su carácter individual de quienes lo poseen, lo que conlleva tener en cuenta la experiencia profesional, la personalidad, las expectativas, las emociones, las relaciones interpersonales, la historia de vida profesional, etc. La personalidad del profesor es un aspecto determinante en su ejercicio, ya que influye en gran medida en la aceptación por parte de los alumnos y las interacciones con ellos. Un elemento fundamental en las relaciones profesor-alumnos es la afectividad, que es considerada por el autor como un componente tecnológico de las profesiones de interacción.

Se considera que el saber del profesor es *temporal*, teniendo en cuenta que se adquiere progresivamente, a partir del contexto, de una historia de vida previa a la formación docente inicial, y de una carrera profesional. Las experiencias escolares del futuro profesor durante su vida académica, representan una fuerte influencia en la producción del saber profesional, e incluso llega a ser resistente a la constitución de programas curriculares de formación del profesorado.

Como ya se había mencionado, la otra característica del saber profesional docente, según Tardif, es la *interacción humana*. El autor destaca que la enseñanza no es un saber de producción en serie con objetos, sino que demanda una especial interacción entre seres humanos. Plantea que “los saberes movilizados por los profesionales en la interacción, no pueden pensarse a partir de los modelos dominantes del trabajo material” (Ibid: 18), por eso se muestra en desacuerdo con los enfoques tecnológicos de la enseñanza.

En síntesis, desde la perspectiva de este autor, el saber del profesor se sitúa en la interfaz entre lo individual y lo social, tratando de integrar estos dos aspectos en un todo. Así pues, el saber del profesor se relaciona con: su saber individual, las situaciones de trabajo con los otros, y los espacios de trabajo en una institución y en una sociedad.

Tardif, con base en las declaraciones de los docentes, contempla como componentes del saber de los profesores:

- Los saberes provenientes de la formación profesional.
- Los saberes disciplinares específicos.
- Los saberes curriculares.
- Los saberes experienciales.

Dichos componentes, según el autor, tienen fundamentalmente un origen social. Considera que son fuentes de los diferentes saberes que confluyen en el saber profesional: la familia del profesor, la escuela en que se educó, la institución en que trabaja (en la que se establecen normas, objetivos, finalidades, enfoques pedagógicos, etc.), la cultura personal del profesor, etc.

Los saberes provenientes de la *formación profesional* son aquellos obtenidos a partir de la educación formal en las instituciones formadoras del profesorado. Comprende saberes de las Ciencias y de la educación (como la Pedagogía).

Los saberes *curriculares* hacen referencia a los contenidos, objetivos y métodos, mediante los cuales la institución escolar presenta los saberes. Dichos saberes, al igual que los disciplinares, no están determinados por los profesores. Tampoco controlan, ni la definición, ni la selección de los saberes pedagógicos que se imparten en las instituciones formadoras del profesorado.

El otro aspecto que tiene muy presente Tardif, como fuente de saber profesional es la experiencia de los profesores. Tanto la laboral, como la de estudiante durante la prolongada vida escolar de los docentes. Los profesores por

él investigados, ponen de manifiesto que el principal *saber* docente es el *experiencial* ya que:

- Constituye el fundamento de la práctica y de la competencia profesional.
- Es producido por los propios profesores, mientras que el resto de saberes están determinados externamente.
- Sirve para juzgar la formación docente.
- Es práctico.
- Constituye “representaciones a partir de las cuales los educadores interpretan, comprenden y orientan su profesión y su práctica cotidiana en todas sus dimensiones” (Ibid: 37).
- Se manifiesta en un saber ser, y un saber hacer, personales y profesionales que son validados por el trabajo cotidiano.

El *saber experiencial* se basa en los saberes procedentes de la experiencia cotidiana en el trabajo, como condición para la producción de sus propios saberes. Es en la experiencia laboral donde se aplican, reflexionan, transforman e integran los saberes. Este saber se refleja en las capacidades de los profesores para comportarse como sujetos, entre sujetos, dado que la actividad educadora se da mediante la interacción entre humanos, mediando los valores, los sentimientos, las actitudes, etc. Por otra parte, éste tipo de saber posibilita realizar ejercicios de retroalimentación de los saberes adquiridos antes o fuera de la práctica profesional. Además, le permite a los profesores evaluar y objetivar su saber profesional mediante la validación en la práctica cotidiana.

Este autor considera que el saber profesional docente no se puede reducir a lo cognitivo, sino que además cobra gran importancia lo que los profesores han vivido. Por esa razón, manifiesta que es relevante no solamente la visión del profesor como sujeto epistémico, sino además como sujeto existencial.

En cuanto al otro tipo de experiencia, se resalta que antes de ejercer la profesión, el docente ha tenido muchas vivencias de enseñanza y aprendizaje y, que esa experiencia, es muy fuerte y persiste a través del tiempo. A diferencia de

los saberes antes mencionados, los experienciales son auténticamente producidos por los docentes.

Los saberes profesionales cobran sentido cuando se integran y se transforman. Como se ilustra en la Figura 1.8., esto ocurre en las prácticas docentes, produciendo como consecuencia el Conocimiento Profesional.

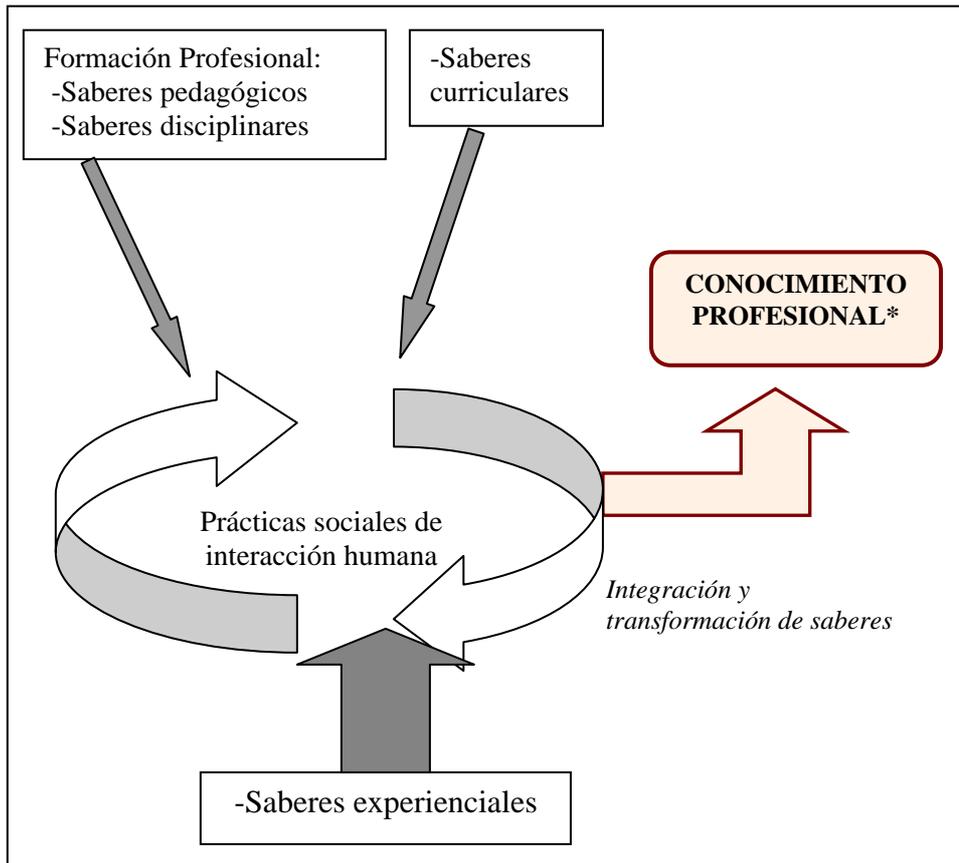


Figura 1.8. Fuentes de saberes en la construcción del Conocimiento Profesional según Tardif. (A partir de Tardif, 2004).

* Equivalente a lo que el autor denomina *Saber del Profesor*.

El grosor de las flechas oscuras representa el nivel de incidencia de las fuentes

2. EL CONOCIMIENTO PEDAGÓGICO COMO COMPONENTE DEL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DOCENTE

De los componentes del Conocimiento Profesional docente, el conocimiento pedagógico es quizás el más conocido, teniendo en cuenta los numerosos estudios realizados acerca de las concepciones sobre la enseñanza-aprendizaje, la organización y administración en el aula de clase, los principios generales de la instrucción, los sistemas de evaluación, etc. (Grossman, 1990). Dicho conocimiento es común a la enseñanza de diferentes saberes.

Los enfoques del Conocimiento Profesional docente de Grossman (1990), Carlsen (1999), y Magnusson, Krajcik y Borko (1999), consideran como elementos constituyentes del conocimiento pedagógico: la gestión y organización de la clase, el currículum, las características del aprendizaje y del alumno, las metodologías de enseñanza, las técnicas didácticas², la estructura de las lecciones, las teorías del desarrollo humano, los procesos de planificación curricular, la evaluación, la Historia y Filosofía de la educación, los aspectos de la educación, las finalidades de la educación, etc. No obstante, en dichos enfoques, aparte de enunciar estos componentes no se hacen explícitas las interrelaciones que puedan establecerse entre ellos. En contraste, Morine, Dershimer y Kent (1999) muestran relaciones, propias de una naturaleza más compleja del conocimiento pedagógico. Ellos identifican los siguientes componentes:

- Organización y gestión de la clase.
- Modelos y estrategias de enseñanza.
- Comunicación y discurso en el aula.
- Conocimiento pedagógico general.
- Conocimiento pedagógico personal.
- Conocimiento pedagógico del contexto específico.

² En la literatura especializada de habla inglesa la Didáctica tiene una connotación técnica. Por el contrario, en el contexto europeo la Didáctica hace referencia al conocimiento que tiene que ver con la enseñanza y el aprendizaje (el qué y cómo enseñar, cómo evaluar, etc.)

De otra parte critican, el enfoque de Conocimiento Profesional, propuesto en 1986 por Shulman, en cuanto a la visión limitada que tiene del conocimiento pedagógico, al reducirlo a los principios y estrategias de organización y gestión de la clase. Sobresale el hecho de que estos autores consideran tres tipos de conocimiento pedagógico.

a) Entienden el *conocimiento pedagógico general* como el proveniente del ámbito académico. Es decir, el que se obtiene a partir de las investigaciones y que se difunde en la literatura especializada. Dicho conocimiento es adquirido por los profesores, principalmente en los programas de formación inicial.

b) El *conocimiento pedagógico personal* se construye tomando como base las concepciones y la experiencia práctica de los profesores. Una fuente que se considera determinante en la construcción de este tipo de conocimiento pedagógico, está constituida por las experiencias que los profesores, o los futuros docentes, han tenido durante su vida como estudiantes. Diferentes trabajos (Florio-Ruane y Lensmire, 1990; Calderhead y Robson, 1991; McLaughlin, 1991; Kagan, 1992. Citados en Morine, Dershimer y Kent, 1999: 36; Tardif, 2004) exponen posiciones encontradas frente a la posibilidad de que las concepciones de los profesores, derivadas de la experiencia durante su vida como estudiantes, puedan cambiar. Cabe señalar, que aunque la experiencia práctica personal es necesaria para la construcción del conocimiento pedagógico personal, no es suficiente para lograr un crecimiento profesional. Se requiere entonces, de la teoría (conocimiento pedagógico general) para poder analizar y reflexionar las acciones, transformarlas y reconstruir significados.

c) El tercer tipo de *conocimiento pedagógico* es el del *contexto específico*, el cual resulta de las interacciones entre los conocimientos pedagógicos general y personal. Ello implica que se buscan explicaciones, a las experiencias de enseñanza y las concepciones que poseen los profesores, a partir de la reflexión que hagan los propios docentes. Para ello se requiere del conocimiento de la pedagogía general, es decir, lo que comúnmente se denomina como “teoría”. Otra característica importante del conocimiento pedagógico del contexto específico, es

que permite ejemplificar y contextualizar los principios pedagógicos obtenidos a partir de investigaciones. Los autores destacan que las actuaciones y toma de decisiones de los profesores, están influenciadas por el conocimiento pedagógico que tengan del contexto específico.

Morine, Dersheimer y Kent (1999), a partir de la revisión que hacen sobre la *organización y gestión de la clase*, expresan que hay una influencia directa entre la forma como el profesor distribuye y secuencia los contenidos de enseñanza, y la calidad de aprendizaje de los alumnos. Consideran que el docente requiere un conocimiento que le permita organizar y administrar tanto los contenidos como las actividades de enseñanza, lo cual conlleva a una adecuada distribución y uso de recursos como el tiempo y los materiales de enseñanza.

Según estos autores, el conocimiento al que se está haciendo referencia se refleja en comportamientos del profesor relacionados con: el uso adecuado del tiempo, la formulación de preguntas acordes con los niveles de dificultad, la oportuna retroalimentación de tareas, el monitoreo y seguimiento de tareas, la implementación de estrategias de grupos, el grado de complejidad de las tareas, la estructuración de contenidos teniendo en cuenta las concepciones y experiencias de los alumnos.

Desde esta perspectiva, la organización y gestión de la clase no responde a un aspecto puramente técnico, sino que demanda de un conocimiento pedagógico y didáctico. Lo cual conlleva a pensar que hay cierto solapamiento entre las categorías de conocimiento establecidas. Como se tratará más adelante, parte de estos elementos se pueden considerar como componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido.

En relación con los *modelos y estrategias de enseñanza*, estos autores resaltan que están íntimamente relacionados con los propósitos educativos y con la perspectiva psicológica (por ejemplo, desde la perspectiva vygotskyana se hará énfasis en el trabajo de cooperación entre los alumnos). De otra parte, en relación con el aspecto contextual, destacan la importancia de que en las instituciones

escolares existan estructuras organizativas que promuevan el cambio en las actividades.

Un elemento que cobra importancia en el enfoque de conocimiento pedagógico de estos autores, es la *comunicación* que se establezca en el proceso de enseñanza-aprendizaje entre los alumnos, y entre éstos y el profesor. Parte del conocimiento pedagógico, es analizar los patrones de comunicación en el aula, lo cual implica reflexionar acerca de las relaciones de poder, los patrones lingüísticos de la clase, la cooperación entre colegas, el tipo de vocabulario, las estructuras de participación (las cuales pueden variar dependiendo de los contextos), etc.

De otra parte, para Tardif el saber pedagógico no se reduce a técnicas o instrumentos sino que está relacionado con la práctica social global y compleja. Se presenta a partir de concepciones provenientes de las reflexiones sobre la práctica educativa. En palabras suyas, la pedagogía es:

“la práctica de un profesional, es decir, de una persona autónoma, guiada por una ética de trabajo, que se enfrenta a diario con problemas para los que no existen recetas prefabricadas. Un profesional de la enseñanza es una persona que debe habitar y construir su propio espacio pedagógico de trabajo, de acuerdo con unas limitaciones complejas que sólo él puede asumir y resolver de forma cotidiana, apoyado necesariamente en una visión del mundo, del hombre y de la sociedad”.
(2004: 110).

Coll (1986), manifiesta que el profesor necesita tener un ***saber psicopedagógico*** que le brinde elementos para la selección y secuenciación de contenidos, la planificación de actividades de aprendizaje, la formulación de objetivos y la evaluación de los aprendizajes. Dicho autor destaca como marco de referencia psicopedagógico del currículum escolar: la teoría comprensiva de la instrucción, la teoría genética de Piaget, la teoría sociocultural de los procesos psicológicos superiores de Vygotsky, la teoría del aprendizaje verbal significativo de Ausbel, las teorías de los esquemas (Anderson, Norman, Rumelhart, Minsky), y la teoría de la elaboración de Merrill y Reigeluth. Según este autor, se necesita contar con un conocimiento psicológico, que permita orientar los procesos de

enseñanza-aprendizaje teniendo al alumno como el protagonista central, en un contexto sociocultural determinado.

Este autor señala que el profesor necesita tener un conocimiento psicopedagógico tal que le permita:

- Comprender los procesos de desarrollo cognitivo de los estudiantes.
- Detectar, comprender y utilizar los conocimientos previos de los alumnos.
- Promover el desarrollo de las capacidades metacognitivas de los estudiantes.
- Desarrollar actividades que propicien un aprendizaje significativo.
- Permitir espacios que faciliten el aprendizaje de experiencia social culturalmente organizada.

No se puede trabajar cualquier contenido sin importar las características de los alumnos, por eso se requiere conocer las capacidades cognitivas de los estudiantes, sus intereses, sus experiencias y sus concepciones. Es necesario entonces, conocer las formas de organización mental, las estructuras intelectuales, las posibilidades de razonamiento. Es decir, se debe tener muy en cuenta el nivel de *desarrollo cognitivo de los alumnos*, para lo cual según este autor, la teoría genética de J. Piaget aporta valiosos elementos. Para el caso concreto de la enseñanza de la Biología, por ejemplo, resulta inapropiado abordar, con niños de Primaria, contenidos como los procesos moleculares que ocurren en la fotosíntesis o en la respiración celular.

El docente requiere un conocimiento psicopedagógico tal que le permita trabajar con *las concepciones de los estudiantes*, provenientes tanto de sus experiencias escolares, como extraescolares. Al respecto, es necesario aclarar que no es tan fácil que el alumno por sí solo identifique sus ideas arraigadas que pueden estar constituyendo obstáculos en el aprendizaje. Para ello, el profesor debe aportar en la exploración de esas ideas y ayudar a hacer explícito lo que está implícito.

Hewson (1993) señala que al aprender, el individuo utiliza el conocimiento previo, para determinar si la nueva concepción es inteligible (si se conoce su significado), plausible (si se cree que es verdadera) y fructífera (si se encuentra útil). Así pues, si se da una insatisfacción del conocimiento previo frente al nuevo, se necesita una reestructuración. Según el autor en mención, no se trata de obligar a los alumnos a abandonar sus concepciones y reemplazarlas por las de los científicos, o por las del profesor. Se trata más bien, de ayudarlos a formar el hábito de cuestionar una idea con otra, de desarrollar estrategias adecuadas para aceptar y contrastar concepciones alternativas. Al respecto, Gil (1993) critica que en el proceso de enseñanza se tenga en cuenta solamente el cambio conceptual, plantea que el aprendizaje implica además el cambio procedimental (metodológico) y actitudinal.

Giordan y de Vecchi (1999) retoman el pensamiento de teóricos como Bachelard y Canguilhem, en el sentido de que las concepciones de los alumnos pueden constituir obstáculos para el aprendizaje, y al igual que en las Ciencias, en la enseñanza es necesario superar dichas dificultades. Así pues, comentan que para Bachelard, la educación científica no se trata de adquirir una cultura experimental, sino cambiar de cultura mediante la superación de obstáculos acumulados durante la vida cotidiana.

De igual manera mencionan que, según Canguilhem, en ciencias es obligatorio pasar por el obstáculo. En ese sentido, “el saber se construye por aproximaciones sucesivas y esta construcción tan lenta encuentra resistencias, las primeras evidencias, las ideas preconcebidas, las costumbres, que son otros tantos obstáculos epistemológicos” (Giordan y de Vecchi, 1999: 83). Desde la perspectiva de estos autores, cuando se enseña en la escuela, el nuevo conocimiento en el mejor de los casos “se infiltra” en el sistema de pensamiento del estudiante, sin llegar a alterar su estructura. Por lo tanto, es fundamental averiguar las concepciones de los alumnos, analizarlas y tenerlas en cuenta en los procesos didácticos.

En general, el enfoque constructivista del aprendizaje destaca la importancia de trabajar con las concepciones de los alumnos, en la idea de reestructurarlos y provocar el cambio conceptual, procedimental y actitudinal. Según Posner y otros (quienes produjeron el concepto de cambio conceptual), en las perspectivas filosóficas de los paradigmas de Kuhn y los programas de investigación de Lakatos, el cambio conceptual ocurre cuando esos compromisos centrales (paradigmas o programas), necesitan alguna modificación, lo cual implica un reto para el científico que se traduce en la revolución científica (perspectiva kuhniana) o en cambio de programa de investigación (Lakatos). Posner *et al* (1988) hacen la analogía del anterior planteamiento filosófico, con el aprendizaje; proponen así, que los nuevos conceptos o fenómenos son relacionados con los conceptos existentes previamente en el alumno, generándose cambios, que van desde la sustitución de los conceptos previos por lo nuevo, hasta la acomodación (reestructuración) de esos conceptos.

Este concepto implica el paso de las concepciones alternativas a las concepciones científicas, y está soportado en modelos gestados desde la nueva filosofía de las ciencias, especialmente en los pensamientos de Toulmin y Kuhn (Pintó, Aliberas y Gómez, 1996), en la medida que hacen una analogía entre el proceso mediante el cual las concepciones cambian, por una parte con la evolución de conceptos y teorías a partir de la selección, y por otra con el cambio científico (al comparar el cambio conceptual con la “revolución científica”, con lo cual dicho cambio puede culminar en éxito o en fracaso). Pintó, Aliberas y Gómez (1996), manifiestan que

El cambio conceptual sólo se dará a lo largo de un proceso gradual cuando el alumno vaya adquiriendo una coherencia entre sus concepciones y las evidencias empíricas, cuando la objetividad sea un deseo fuertemente sentido; en definitiva, cuando vaya adquiriendo una metodología para validar el conocimiento y, a la vez, las nuevas concepciones no le aparezcan como refutables por motivos personales. (Ibid: 224).

Hewson (1993) identifica tres enfoques del cambio conceptual: como intercambio conceptual (se rechaza la anterior concepción y se cambia “a manera de trueque” por la nueva), como reemplazamiento (existen unas concepciones erróneas, las de los estudiantes, que deben ser sustituidas por otras que son

acertadas, las de los científicos), y como extensión (supone establecer relaciones entre lo nuevo y lo que ya se conoce). Este autor concibe el cambio conceptual desde la perspectiva constructivista, lo que implica que el conocimiento se construye a partir del conocimiento previo, en un contexto de interacción y acuerdo social.

De tal manera, se requiere que el profesor conozca los fundamentos psicopedagógicos de este concepto y facilite en su ejercicio profesional el cambio conceptual en sus alumnos y también en él, lo cual supone que los propios estudiantes sean quienes expliciten las concepciones (es decir activarlas), las contrasten, confronten y reestructuren.

El otro aspecto del conocimiento psicopedagógico que el profesor debe integrar a su Conocimiento Profesional tiene que ver con el favorecimiento del *aprendizaje significativo*. Al respecto, Coll (1988) manifiesta que se trata de promover experiencias personales en los alumnos, de tal forma que se produzca la motivación intrínseca. Ello supone que se tengan en cuenta los fines, valores, sentimientos y actitudes del aprendiz, evitando que lo que se pretende enseñar sea ajeno a la identidad personal, a lo idiosincrásico. Este autor retoma de Ausubel la idea de que se construyen significados, cuando se es capaz de establecer relaciones sustantivas y no arbitrarias entre lo que se aprende y lo que ya se conoce. En esta dirección, mientras mayor sea el grado de complejidad de dichas relaciones, mayor será el aprendizaje significativo, con lo cual, si lo nuevo no tiene con qué relacionarse de lo que el individuo posee, entonces carecerá de cualquier significatividad.

En términos piagetianos, significa una acomodación, una diversificación y un enriquecimiento al generarse mayores interconexiones con los esquemas previos. El aprendizaje significativo conlleva a que el alumno decida lo que quiere aprender; es él quien sabe lo que mejor se adapta a su individualidad, a sus necesidades. Este hecho está relacionado con la metacognición, a la cual se hará referencia más adelante. Para que se produzca un aprendizaje significativo conviene activar la motivación intrínseca, mediante la confrontación del alumno, a través de situaciones de novedad y de ambigüedad.

Igualmente, es necesario conocer los fundamentos de la Psicología cognitiva, para poder promover el desarrollo de las *capacidades metacognitivas*, sin las cuales los alumnos difícilmente llegarán a autorregular sus procesos de aprendizaje, a detectar sus dificultades, y a buscar información y apoyo para la superación de las mismas. En la medida que el individuo alcanza capacidades metacognitivas es capaz de decidir, controlar procesos afectivos y cognitivos, autoevaluarse y automotivarse. La persona asume lo aprendido de forma personalizada, creativa y crítica, mediante la metacognición, la creatividad y el pensamiento crítico, lo cual le permite regular y controlar los procesos cognitivos. Dicho control implica la autorregulación del aprendizaje, lo cual demanda motivación intrínseca, planificación y evaluación, que posibiliten revisar e identificar logros y problemas, tomar decisiones sobre los procesos de selección de estrategias, organización y distribución del esfuerzo con fines de corregir a tiempo los inconvenientes detectados en los procesos cognitivos (Beltrán, 1998).

Gracias al autocontrol es posible regular los procesos, la autoeficacia en la ejecución, la autoconfianza, la responsabilidad y la comprensión de los procesos cognitivos. De igual forma, el autocontrol se relaciona con el conocimiento previo, la motivación, la definición de metas, los valores personales, el conocimiento del área específica y las habilidades cognitivas generales (Beltrán, 1998). Como lo manifiesta Martí (1995), la metacognición puede referirse a dos aspectos: el conocimiento sobre los procesos y la regulación de los mismos. El primer aspecto, implica conocer la amplitud de la memoria, discriminar el grado de dificultad de una tarea, darse cuenta si se está o no aprendiendo. El autor retoma las categorías de conocimiento sobre procesos cognitivos establecidas por Flavell: conocimiento sobre personas, tareas y estrategias.

El otro elemento destacado por Coll (1986), tiene que ver con lo que el profesor debe saber y saber hacer para propiciar espacios que faciliten el *aprendizaje de la experiencia social culturalmente organizada*. Al respecto, se debe tener en cuenta que es necesario buscar el equilibrio entre lo que el alumno es capaz de aprender por sí solo, y lo que requiere de otras personas para aprender (mediante observación, imitación, colaboración, etc), lo que Vygotsky denomina

Zona de Desarrollo Proximal. Como lo plantea Beltrán (1998), es mediante las relaciones interpersonales que el alumno aprende elementos cognitivos y comunicativos de su cultura. De acuerdo con los planteamientos vygotskyanos, las funciones mentales aparecen primero en el ámbito social y posteriormente en el psicológico, "primero aparece entre la gente como una categoría interpsicológica y luego en el estudiante como una categoría intrapsicológica" (Tharp y Gallimori, 1988: 28).

En síntesis, las diferentes perspectivas sobre el conocimiento pedagógico hacen énfasis en los siguientes grandes aspectos: el proceso de enseñanza aprendizaje (sus características, los factores que inciden, los principales obstáculos, las estrategias para facilitarlos) y la gestión de recursos en los procesos educativos.

3. EL CONOCIMIENTO CONTEXTUAL COMO COMPONENTE DEL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DOCENTE

El conocimiento del contexto es otro dominio importante que influye en el resto de componentes del Conocimiento Profesional, pero muy especialmente en el Conocimiento Didáctico del Contenido, ya que el conocimiento cotidiano está frecuentemente influenciado por la relación del sujeto con los elementos contextuales a diferentes niveles (sociedad, cultura, familia, escuela, etc).

Según Barnett y Hodson (2001), un mismo profesor enseña de forma diferente, un mismo contenido, a diferentes alumnos dependiendo de las condiciones particulares de los estudiantes y de la escuela. La enseñanza es "contexto-específica" y, por tanto, las decisiones de los docentes en el aula están determinadas por el contexto, por las condiciones sociales y culturales específicas. Los autores citados plantean que la profesión de los profesores de Ciencias se ve "enculturizada por el conocimiento, las creencias, las actitudes, los valores, el lenguaje, y los códigos de comportamiento de la comunidad de los profesores" (p. 434). Atribuyen al contexto social las propiedades, por una parte, de facilitar y estructurar el aprendizaje y, por otra, de incrementar la competencia y el

reconocimiento. Como ya se mencionó, el Conocimiento Profesional del profesor y los conocimientos que lo integran están enmarcados en contextos tanto de nivel social como educativo (lo que los autores del enfoque de conocimiento pedagógico del contexto específico denominan “paisajes de los conocimientos educativo y social”).

En el mismo sentido, Rodrigo (1997) pone de manifiesto que los escenarios socioculturales actúan como filtro para la alta diversidad de teorías implícitas entre las personas. Así, la diversificación del conocimiento cotidiano se ve un tanto limitada por dichos escenarios; por esa razón, no existen cientos de concepciones sobre los diferentes conceptos, sino que más bien existen tendencias de dichas concepciones (por ejemplo acerca de conceptos físicos, sociales, etc.). Esta autora manifiesta que “aunque las personas experimentan sus teorías [las implícitas] como individuales y biográficas, tienen bastante de colectivas y normativas, al menos dentro de determinados grupos sociales” (p. 182).

Los profesores deben contar con un conocimiento tal, que les permita responder de forma apropiada a contextos específicos, asumiendo una posición crítica ante la aplicación de currículos prescritos por otros profesionales. Este conocimiento es necesario dado que el ambiente de cada aula es particular y en sí, cada aula constituye un sistema donde existen múltiples tensiones, ante las cuales los docentes deben tomar decisiones. Barnett y Hodson (2001) plantean que los docentes se mueven en micromundos y en esa dinámica es donde toman sus decisiones. Es decir, sus actuaciones obedecen a relaciones contextuales complejas. Ellos proponen que los profesores de Ciencias poseen estos micromundos:

- Micromundo de la enseñanza de las Ciencias: representado por las metas que persigue la comunidad académica de la enseñanza de las Ciencias, y la educación ambiental, y que se presenta en la literatura especializada del caso.
- Micromundo del profesionalismo del profesor: hace referencia a las competencias básicas como docente, a las interrelaciones entre profesores y a la credibilidad entre los colegas.

- Micromundo del currículum de Ciencias: es decir, los contenidos y evaluaciones prescritos.
- Micromundo de la cultura específica de la escuela: dado por los patrones de conducta aceptables, por la normatividad local.

Estos autores creen que es menester que los docentes reflexionen acerca de los contenidos, de la calidad y del contexto. De igual manera, simpatizan con los movimientos de la teoría crítica, y la pedagogía de la liberación y la investigación participativa, teniendo en cuenta que resultan coherentes para el reconocimiento y la dilucidación del Conocimiento Profesional del profesor en el contexto institucional e ideológico.

Por otra parte, Marcelo (1999) manifiesta que el profesor necesita conocer “las características socioeconómicas y culturales del barrio, las oportunidades que ofrece para ser integrado en el currículum, las expectativas de los alumnos, [...] la escuela, su cultura, el profesorado, las normas de funcionamiento” (p. 157). Tal y como lo manifiestan Morine, Dershimer y Kent (1999) el contexto de la práctica influye en el conocimiento pedagógico referente a la organización y administración de la clase. Por su parte, Carlsen (1999) da especial importancia a este tipo de conocimiento al relacionarlo con los demás tipos de componentes que constituyen el Conocimiento Profesional, mientras que el enfoque de Grossman (1990), solamente relaciona de manera directa el conocimiento del contexto con el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC).

4. EL CONOCIMIENTO DEL CONTENIDO DISCIPLINAR

Una vez presentadas las principales características generales del Conocimiento Profesional, y las específicas referentes a los conocimientos pedagógico y contextual, ahora se hace una revisión de otro componente fundamental del Conocimiento Profesional: el conocimiento disciplinar. Concretamente se hará referencia a las características de las disciplinas en general, y del Conocimiento Biológico en particular.

Para enseñar algo, resulta obvio pensar que es menester conocer ese algo. De hecho, la visión tradicional sobre el conocimiento que debe tener el profesor señala que para enseñar una disciplina específica basta con saber dicha disciplina. Evidentemente, para enseñar se requiere el conocimiento disciplinar pero no es suficiente. Como se ha manifestado hasta el momento, el Conocimiento Profesional del profesor, desborda este tipo de conocimiento a otros componentes tales como el contextual, el pedagógico y el CDC.

4.1. El Conocimiento Disciplinar como componente del Conocimiento Profesional

La denominación de conocimiento disciplinar hace referencia al conocimiento de la materia que se enseña, tanto de los contenidos concretos de enseñanza, como de la forma como están organizados en su estructura sustantiva y sintáctica (según la clasificación de Schwab, 1978, citado en Shulman, 1986b: 9).

La *estructura sustantiva* hace referencia a “la variedad de formas como los conceptos y principios básicos son organizados para incorporar los hechos” (Shulman, 1986b: 9). Como lo señala Marcelo (1999) el conocimiento sustantivo no se limita a contemplar conceptos y principios generales de la disciplina sino que incluye “el conocimiento de los marcos teóricos, tendencias y la estructura interna de la disciplina en cuestión” (p. 156).

La *estructura sintáctica* se refiere a las maneras como se verifican o falsean, se validan o invalidan los contenidos, “la sintaxis de la disciplina aporta las reglas para determinar qué aseveración tiene mayor nivel de justificación” (Shulman, 1986b: 9). Grossman manifiesta que la estructura sintáctica incluye la sustantiva y tiene que ver con el dominio del docente de “los criterios aceptados, y que se utilizan por los miembros de la comunidad científica para orientar la investigación en dicho campo. Son los medios por los cuales se introduce y acepta por la comunidad un nuevo conocimiento” (1990: 29).

Porlán (2003), refiriéndose a los principios para la formación del profesorado, pone de manifiesto la relevancia de tener en cuenta la estructura de los conceptos, la cual posibilita establecer relaciones y redes con otros conceptos. Es decir, destaca la necesidad de identificar conceptos estructurantes al momento de la definición de objetivos, contenidos y actividades de enseñanza.

En la revisión realizada por Marcelo (1999), se presentan diferentes clasificaciones del conocimiento del contenido que tienen los profesores, estas se resumen en la siguiente Tabla:

Tabla 1.1. *Clasificaciones del Conocimiento del Contenido que poseen los profesores.* Tomada de Marcelo (1999:156)

Ball, McDiarmid (1989)	Cornbleth (1989)	Grossman, Wilson, y Shulman (1989)	Kennedy (1990)
- Conocimiento Sustantivo. - Conocimiento sobre la materia. - Disposición hacia la materia.	- Conocimiento Declarativo. - Conocimiento procedimental.	- Conocimiento Sustantivo - Conocimiento Sintáctico. - Creencias.	- Conocimiento del contenido. - Organización, estructura del contenido. - Métodos de indagación.

En lo que sigue, se enuncian las relaciones (según, Gess-Newsome, 1999b) entre el conocimiento que tenga el profesor de la disciplina, y su incidencia en la enseñanza. En este sentido, se considera que el conocimiento disciplinar es necesario (incluyendo su estructura y naturaleza) ya que le posibilita al profesor:

- Establecer relaciones entre los conceptos que se enseñan.
- Identificar los principios fundamentales de la disciplina, y en esa medida seleccionar, secuenciar y transformar los contenidos de enseñanza prioritarios.
- Identificar las aplicaciones que puedan tener los contenidos, a la cotidianidad de los alumnos.
- Realizar síntesis de contenidos.
- Diseñar, implementar y/o adaptar prácticas de laboratorio.
- Formular preguntas y problemas con niveles de complejidad acordes con los propósitos de la enseñanza.

- Abordar y resolver problemas.
- Detectar las ideas erróneas de los alumnos.
- Evaluar y seleccionar textos escolares, teniendo en cuenta la veracidad y la estructura organizativa de los contenidos.

De otra parte, es importante hacer hincapié en que no se trata solamente de conocer los contenidos y la estructura de las disciplinas, sino que además se requiere tener conocimiento de sus características históricas y epistemológicas, dado que aportan elementos importantes para la enseñanza, como son las condiciones y obstáculos en la producción del conocimiento, así como la identificación de los conceptos estructurantes (Gagliardi, 1986, 1988; Gagliardi y Giordan, 1986; Gil-Pérez, 1993; Giordan y De Vecchi, 1999).

Según Grossman, Wilson y Shulman, 1989 (citados en Gess-Newsome, 1999b: 52) los estudios del conocimiento disciplinar con profesores, ponen acento en aspectos como la naturaleza, la forma de producción, la organización y los contenidos de dicho conocimiento. Todo ello, en relación con la construcción del Conocimiento Profesional. Gess-Newsome (1999b) presenta las siguientes categorías de investigación:

- a) Los contenidos disciplinares.
- b) La estructura del conocimiento disciplinar.
- c) La naturaleza de la disciplina.
- d) Las orientaciones para la enseñanza de contenidos específicos.
- e) La influencia contextual en la implementación escolar.

a) Los *contenidos disciplinares* comprenden los factores, conceptos, principios y procedimientos propios de la disciplina. El dominio de los contenidos disciplinares, es un factor que incide notablemente en la enseñanza. Ello, permite: establecer más relaciones entre conceptos, identificar los principios disciplinares fundamentales, y modificar los protocolos y los objetivos de las actividades prácticas presentadas en los textos escolares. Cuando el profesor tiene idoneidad en el conocimiento disciplinar, se le facilita la interacción con los alumnos.

En el mismo sentido, Mellado (1998) afirma que en la medida que se conozcan los contenidos disciplinares específicos a enseñar, se pueden formular preguntas de mayor nivel cognitivo a los alumnos.

b) *La estructura del conocimiento disciplinar* corresponde a las interrelaciones que se establecen a nivel del conocimiento conceptual, esto implica una organización determinada y tiene consecuencias en la enseñanza. Las características de las interrelaciones que se den entre los diferentes contenidos, posibilitan en mayor o menor grado la fluidez para dar respuesta a las preguntas de los alumnos y resolver problemas. De otra parte, orienta la selección y secuenciación de contenidos de enseñanza, ya que las relaciones que se establezcan entre los diferentes tópicos conceptuales, incide en la forma como se categorizan los contenidos que se enseñan.

“Una estructura de contenidos coherente tiene positivos impactos en la enseñanza. Su influencia está mediada por la complejidad del conocimiento disciplinar, el conocimiento pedagógico, las intenciones del profesor y las reacciones de los estudiantes” (Gess-Newsome 1999b: 69). Al respecto, Marcelo manifiesta que “cuando los profesores no conocen las estructuras de la disciplina que enseñan, pueden representar erróneamente el contenido y la naturaleza en sí de la disciplina” (Ibid: 56).

c) En lo concerniente a la *naturaleza de la disciplina*, existe una gran cantidad de investigaciones con profesores, dedicadas concretamente a la naturaleza de la Ciencia, pero no suelen hacer referencia a las concepciones sobre la naturaleza de las disciplinas específicas. Dadas las particularidades epistemológicas e históricas en las diferentes disciplinas de las Ciencias de la Naturaleza (Física, Química, Biología, y Geología, tradicionalmente), en la formación profesional docente, se hace necesario comprender el objeto de estudio, los principios, leyes y teorías más relevantes y los marcos conceptuales del área. Además, es deseable, en la formación del profesorado, estudiar las características del trabajo en Ciencias y la forma como los científicos abordan los problemas.

El concepto *naturaleza de la Ciencia* se refiere a “los valores y supuestos inherentes al desarrollo del conocimiento científico” (Lederman, 1992: 331); para Rydler (1999, citado en Parkinson, 2004: 168) “se refiere a la comprensión acerca de las prácticas sociales y la organización de la Ciencia. A la forma como los científicos obtienen, interpretan y utilizan los datos para realizar sus investigaciones”. En la naturaleza de la Ciencia se incluyen los siguientes aspectos de la Ciencia: Historia, Filosofía, Sociología, principales problemas, características que la identifican, producción, estatus, forma como se estructura, propósitos y aspectos socioculturales (Lederman, 1992; Irwin, 2000). Por su parte, autores como Manassero y Vázquez (2000) contemplan consideraciones sociocientíficas, Zeidler *et al* (2002) incluyen los aspectos éticos y morales. Incluso Vázquez y Manassero (1998) contemplan las características de las personas que producen el conocimiento científico. Desde la perspectiva del Proyecto Curricular IRES, en el Conocimiento Profesional docente deseable se busca contemplar el conocimiento de la Historia de la Ciencia y los problemas que en el transcurso de ella, han dado origen a la construcción del conocimiento científico (Porlán y Rivero, 1998).

El conocimiento sobre la naturaleza de la Ciencia es un importante referente dentro del campo de la Didáctica de las Ciencias. Tanto que constituye una clara línea de investigación que se inició con el estudio de las concepciones de los alumnos en los años cincuenta. Luego surgieron nuevas líneas de trabajo enfocándose, primeramente, en el análisis de programas curriculares para la enseñanza de las Ciencias, con las consecuentes formulaciones de alternativas para su mejoramiento. Posteriormente se extendió a investigaciones con profesores (Lederman 1990, 1992).

Como lo manifiesta Lederman (1992), las investigaciones indican que el profesor constituye una variable importante en las concepciones sobre la naturaleza de las Ciencias que tienen los estudiantes. Según Yerrick *et al* (1997), la manera como los docentes experimentan la enseñanza y sus concepciones sobre la naturaleza de las Ciencias, influye de forma importante en la visión que los

estudiantes tienen de la Ciencia y en sus habilidades para incursionar en su estudio. Sin embargo, diversos estudios muestran resultados opuestos, que no permiten aseverar conclusiones definitivas al respecto, y por tanto no se puede afirmar que las concepciones que tengan los profesores acerca de la naturaleza de la Ciencia inciden directamente en el respectivo aprendizaje en los alumnos (Lederman y Zeidler, 1987; Bruhouse, 1990; Lederman, 1990, 1999; Gess-Newsome, 1999b).

La comprensión de la naturaleza de la Ciencia ha sido contemplada como uno de los fines básicos de la enseñanza de las Ciencias en Estados Unidos desde mediados del siglo XX, tal y como consta en the National Society for the Study of Education, 1960 (Citado por Petrucci y Dibar, 2001). Así, por ejemplo, para el caso concreto de la enseñanza de la Biología, el programa BSCS (Biological Sciences Curriculum Study), establecido en 1958, dentro de sus objetivos incluye, mejorar las concepciones de los alumnos acerca de la naturaleza de la Ciencia.

Para Parkinson (2004), los profesores en formación inicial y en ejercicio deberían trabajar los aspectos históricos, filosóficos y sociológicos de la ciencia, pero no de una manera inconexa, sino abordando la vida de importantes científicos, o el desarrollo de un concepto determinado. De tal manera que se analicen los principales obstáculos y factores que influyeron en la producción del conocimiento científico, tales como la personalidad de los investigadores, los aspectos sociales, etc. Otra alternativa que propone este autor es el análisis de artículos de la prensa y de revistas. Al respecto, Parkinson señala que en la investigación realizada por McClune (2002, citada en p. 177), los profesores que más utilizaron la lectura de artículos fueron los de Biología, seguidos de los de Química y en menor cantidad los de Física. Las actividades que se acaban de mencionar permiten vislumbrar que el conocimiento científico cambia en el tiempo y que la producción de leyes y teorías está mediada por interpretaciones, errores de interpretación, etc.

Por su parte Porlán (1994), destaca la importancia de los estudios en creencias de los profesores acerca de la epistemología disciplinar (contenidos de

la materia) y de la epistemología natural (naturaleza del conocimiento). El mismo autor, señala que las ideas epistemológicas del docente de alguna manera determinan la forma de conceptualizar la dinámica escolar, los procesos generales del conocimiento curricular y el Conocimiento Profesional del profesor (Porlán, 1989). Como lo expresa Mellado (1996), es necesario que los docentes en formación reflexionen sobre sus concepciones acerca de la Ciencias y sobre la enseñanza-aprendizaje de las mismas. En este sentido, vale la pena hacer énfasis en las concepciones epistemológicas, las cuales constituyen un referente definitivo en la forma como el docente integra los diferentes saberes en su ejercicio profesional.

Como colofón en lo que respecta a las generalidades del conocimiento disciplinar, cabe señalar que Segall (2004) plantea que el ámbito de la enseñanza del conocimiento disciplinar no se puede concebir de una forma aislada, sino que está en interrelación con el conocimiento pedagógico. Se trata entonces, de que el profesor cuente con un conocimiento tal que le permita identificar qué contenidos enseñar y de qué manera enseñarlos, lo cual está determinado en gran medida por las características propias del conocimiento disciplinar *per se*, que además no es exactamente el mismo que se ha de enseñar.

4.2. El Conocimiento Biológico

En lo que sigue, se presentan las características del conocimiento disciplinar, específicamente para el caso de la Biología. Se abordan los siguientes aspectos del Conocimiento Biológico: la naturaleza en cuanto al objeto de estudio y a los referentes epistemológicos predominantes, la manera como se produce, y la estructuración.

4.2.1. Características del Conocimiento Biológico

Para Canguilhem (1976) el conocimiento surge de la búsqueda de seguridad, como producto de asombro y angustia del hombre, mediante la reducción de

obstáculos para resolver las tensiones entre el hombre y el medio, para encontrar un equilibrio en el mundo. A su vez, retoma el pensamiento de Goldstein acerca del Conocimiento Biológico como:

“una actividad creadora, una gestión esencialmente emparentada con la actividad por la cual el organismo compone con el mundo ambiente de manera que pueda realizarse él mismo, es decir, existir. El conocimiento biológico reproduce de manera consciente la gestión del organismo viviente. La gestión cognitiva del biólogo es expuesta en las dificultades análogas a aquellas que encuentra el organismo en su aprendizaje, es decir, en las tentativas para ajustarse al mundo exterior” (Canguilhem, 1976: 24)

Reflexionar acerca del estatus epistemológico de la Biología, obliga a considerar aspectos generales de la Filosofía de la Ciencia. Los planteamientos de autores como Porlán (1989), Mellado y Carracedo (1993), Jiménez y Sanmartí (1997), Chalmers (2000), y García y Cubero (2000), coinciden en que las características del conocimiento científico varían dependiendo de la perspectiva filosófica con que se aborde. Se puede decir que, en general, los autores antes citados establecen dos grandes perspectivas: la empírico-positivista, y la alternativa, correspondiente esta última a la nueva filosofía de las Ciencias, la cual incluye visiones racionalistas, constructivistas y relativistas.

La *perspectiva empírico-positivista* se corresponde con el pensamiento inductivo, según el cual el conocimiento es el reflejo de la realidad. Desde esta perspectiva, para acceder al conocimiento lo fundamental es observar y experimentar de forma cuidadosa y desprejuiciada los objetos y los fenómenos; es decir, el conocimiento deriva directamente de los hechos. Las leyes y teorías son el objetivo final de las ciencias y se obtienen a partir del razonamiento correcto mediante inferencia inductiva (Chalmers, 2000). Para poder generalizar se requiere una gran cantidad de enunciados singulares, obtenidos de observaciones realizadas en una amplia variedad de condiciones. Igualmente, se necesita que la observación sea absolutamente imparcial.

Desde el *enfoque científicista (mecanicista)* las leyes se caracterizan, entre otros aspectos, por: tener un carácter descriptivo; representar una regularidad del acontecer natural, una relación fija entre determinados datos; y ser mensurable

para poder cuantificar los datos y convertirlos en variables que puedan, a su vez, relacionarse mediante funciones matemáticas. Por su parte, la teoría científica: persigue la generalización, debe permitir la previsión de hechos futuros, y constituye “un sistema de proposiciones -potencialmente expresables en forma matemática- cuyo objeto es sintetizar y explicar de la manera más sencilla, completa, racional y exacta, todo un conjunto de leyes experimentales” (Serrano, 1985: 68). No obstante, el mismo Serrano reconoce que la verdad científica en los últimos tiempos parece haberse “desabsolutizado” sin llegar a relativizarse por completo.

De acuerdo con esta perspectiva filosófica, la otra condición para producir conocimiento científico es la experimentación. En este sentido, una proposición sólo es significativa si se puede verificar (Porlán, 1989). Existe una forma sistemática de llegar al conocimiento: el método científico, como conjunto de reglas de aplicabilidad universal para observar fenómenos e inferir conclusiones (Jiménez y Sanmartí, 1997). Porlán (1989) también señala que desde esta visión, el conocimiento científico matematiza los productos de la observación y la experimentación. Según la concepción inductivista, la Ciencia es objetiva, confiable, útil y hace posible tanto predicciones como explicaciones.

La *perspectiva empírico-positivista* ha recibido abundantes críticas. García y Cubero (2000) señalan que la observación varía de un observador a otro, ya que está condicionada por los conocimientos y las expectativas de cada quien. Como lo manifiesta Porlán (1989), según el enfoque popperiano, la observación se hace desde el marco de alguna teoría, mientras que según la posición positivista los conocimientos surgen de una forma directa a partir de la observación. Al respecto, Chalmers anota: “las leyes científicas generales van invariablemente más allá de la cantidad finita de la evidencia observable que puede soportarlas, y ésta es la razón por la cual no pueden nunca ser probadas en el sentido de ser deducidas lógicamente de dicha evidencia” (2000: 42). Respecto a la experimentación, el autor recién citado señala que los experimentos: pueden ser falibles, necesitan estar apoyados en la teoría, requieren de instrumentos y tecnología apropiados

(con métodos de medición sensibles), y demandan de la eliminación de los factores perturbadores.

Por otra parte, se cuestiona la aplicabilidad universal del método científico, dado que la metodología para abordar la realidad en cada campo de estudio (Biología, Física, Química, Psicología, etc.) puede ser diferente. En las Ciencias hay diversas metodologías de trabajo, con una tendencia general al carácter provisional de sus hipótesis y teorías científicas (muchas veces se sustituyen por otras con mayor capacidad explicativa) (Martín-Martínez, 1997). Jiménez y Sanmartí (1997), y Chalmers (2000) señalan que desde la nueva Filosofía de la Ciencia, más que caracterizar la Ciencia según el método que emplee, se trata de abordar nuevas dimensiones como los paradigmas teóricos de Kuhn (el conocimiento científico también es cambiante, cuando aparece un paradigma que “triumfa” sobre otro, debido a que ninguna teoría puede resolver todos los problemas), o los programas de investigación de Lakatos. En relación con el *enfoque Kuhniano*, Mayr (1998, 2006), refiriéndose a la Biología, señala que en el desarrollo de esta ciencia no han existido largos periodos de normalidad, ni tampoco revoluciones cataclísmicas. Así, pese a lo revolucionaria que haya podido ser la teoría de la evolución postulada en *El origen de las especies* de Darwin, la comunidad científica demoró en aceptarla.

A propósito de la *postura de Lakatos*, Chalmers señala que en Ciencias como la Biología, o como las Ciencias Sociales, no se puede proceder como se suele proceder en la Física, en la cual generalmente se aíslan mecanismos individuales. Para el caso de los sistemas vivientes, se necesita una alta complejidad para funcionar, con lo cual la Biología muestra importantes diferencias con la Física.

Desde la *perspectiva de Popper*, el conocimiento científico también es modificable, las hipótesis deben ser refutables y las teorías se cambian o abandonan cuando aparecen observaciones que la falsean. Al respecto, para el caso de la Biología, Mayr afirma que:

Debido a la naturaleza probabilística de la mayor parte de generalizaciones en Biología evolutiva, resulta imposible aplicar el método falsacionista de Popper para poner a prueba las teorías porque el caso particular de una aparente refutación de una determinada ley puede resultar ser nada más que una excepción, algo común en la Biología. (Mayr, 2006: 45).

Una postura más extrema corresponde a la *teoría anarquista de la ciencia de Feyerabend*, según la cual no existe un método científico, sino que “todo vale”. La Ciencia no tiene ninguna característica que la haga superior a otras fuentes de conocimiento. Según Feyerabend “el alto prestigio de la Ciencia es un dogma peligroso, que adopta un papel represor similar al que, según su relato, representó el cristianismo del siglo XVII, teniendo en mente episodios tales como las luchas de Galileo con la Iglesia” (Chalmers, 2000: 147).

Para el caso de la Biología, de acuerdo con Jiménez (2003), los fenómenos que estudia no se ajustan a generalidades precisas que permitan predicciones con valores altos de certeza; esto, debido a que los seres vivos cambian constantemente tanto a nivel individual, como generacional. En muchos casos, las predicciones sólo se pueden hacer en términos de probabilidades (por ejemplo en la genética). Por su parte, Mayr (1998, 2006) considera que las regularidades biológicas casi nunca tienen la universalidad de las leyes físicas. La Biología explica fenómenos únicos, dadas las especificidades propias de cada individuo, cada especie, cada variedad, etc., que además están influenciadas por el ambiente en que se encuentren. En consecuencia, debido a que las regularidades de lo vivo lejos están de tener la universalidad de las leyes físicas, en la Biología no sorprende que, ocasionalmente, falle una predicción. La utilidad de la predicción para poner a prueba teorías biológicas es muy variable. En palabras de dicho autor:

algunas teorías biológicas, sobre todo en la Biología funcional, tienen un gran valor predictivo, mientras que otras están controladas por conjuntos de factores tan complejos que no se pueden hacer predicciones consistentes. En biología, las predicciones suelen ser probabilísticas, debido a la gran variabilidad de casi todos los fenómenos biológicos, a la posibilidad de que ocurran hechos fortuitos y a la multiplicidad de factores interactivos que afectan al curso de los acontecimientos. Para el biólogo no es tan importante que su teoría pase la prueba de la predicción; es mucho más importante que su teoría resulte útil para resolver problemas (Mayr, 1998: 70)

Al respecto, por ejemplo es muy impredecible el curso futuro de la evolución, o problemas como ¿por qué se extinguieron los dinosaurios?, no se pueden resolver mediante la aplicación de leyes universales.

En contraste con la perspectiva científicista galileana, en que son las leyes las que determinan las teorías, Jiménez (2003), y Mayr (2006) coinciden en que los conceptos juegan un papel preponderante en la formulación de las teorías biológicas. Según Mayr (1998), muchas teorías biológicas son probabilísticas ya que en un resultado influyen simultáneamente varios factores, muchos de ellos aleatorios.

En la misma idea de la relación entre las llamadas leyes de las Ciencias físicas y la Biología, vale la pena tener en cuenta que algunas de las características de los fenómenos biológicos se diferencian esencialmente de los físicos. Por ejemplo, desde el punto de vista termodinámico, en la teoría general de los sistemas, Bertalanffy (1976) hace una distinción entre los sistemas físicos y los sistemas biológicos. Con la segunda ley se introduce la idea de los procesos irreversibles, la cual contrasta con el pensamiento biológico que muestra que el universo viviente evoluciona del desorden al orden, hacia un estado de creciente complejidad. Así, los sistemas vivos son abiertos (desde el punto de vista energético) y no pueden ser descritos por la termodinámica clásica (Capra, 2000; Mayr, 2006).

El concebir solamente el método hipotético-deductivo, propio de las Ciencias clásicas, no responde a los problemas complejos que demandan una Ciencia de los sistemas abiertos, como es la Biología. En esta ciencia, los límites no son claros y se posibilita el establecimiento de relaciones interdisciplinarias (García, 1998). Gil (1994), manifiesta que no basta con las leyes de la Física para explicar los fenómenos biológicos, ya que los seres vivos tienen el nivel de organización de la materia más complejo. Las disciplinas tienen especificidades que las diferencia a unas de otras.

Otra característica del Conocimiento Biológico que identifica Jiménez (2003), es la no matematización (hecho por el que algunos sectores académicos a lo largo de la historia han puesto en duda el carácter científico de la Biología). Al respecto, cabe tener presente los planteamientos de Serrano (1985) acerca de la influencia del Renacimiento en las Ciencias de la Naturaleza. Este autor destaca que la Ciencia desarrollada a partir de Galileo pretende explicar la naturaleza física mediante el número, la figura y el movimiento. Durante aproximadamente dos siglos, se radicalizó el proyecto galileano que significó la reducción de todos los fenómenos a la explicación físico-matemática, estableciéndose de esta manera la utilización del método científico galileano como condición para que una disciplina alcanzara el estatus de ciencia. Sin embargo, el objeto de estudio de determinadas Ciencias, como las Sociales, la Economía, la Psicología, no se agota en lo matematizable.

Por otra parte, en contraposición a la perspectiva fisicalista³ acerca de los organismos vivos, la cual está fundamentalmente referida a la Biología funcional y caracterizada por el esencialismo, el reduccionismo, el determinismo y el universalismo; está la perspectiva de que el Conocimiento Biológico tiene como derroteros: el pensamiento poblacionista, la probabilidad, la oportunidad, el pluralismo, la emergencia y la narración histórica.

Una característica del Conocimiento Biológico destacada por autores como Canguilhem (1976), Mayr (1998) y Jiménez (2003) es la complejidad. Ello, debido a las múltiples interacciones que se dan en los seres vivos, en las poblaciones y en general en todos los sistemas biológicos. Al referirse Canguilhem, a los aportes de Claude Bernard, destaca que él reconocía como particularidad en la Biología, la complejidad de sus problemas, por ello se resistía a que la Fisiología fuera consumida por la Física y por la Química.

Salvo en la Biología Molecular y Celular, rara vez en las ciencias de lo viviente se dan soluciones de unicausalidad⁴, ya que se trata de sistemas complejos con red de relaciones, donde el efecto final es el último paso de un gran

³ Este término es tomado de la traducción de Mayr (2006), y se refiere a la visión de ciencia galileana.

⁴ Esto desde una perspectiva reduccionista de la Biología Molecular y Celular.

entramado de relaciones. Así, en los fenómenos biológicos predomina la multiplicidad y pluralidad de causas, las cuales bien pueden ser próximas o remotas. Las primeras se refieren a lo funcional y están controladas por programas genéticos y somáticos, y explican lo fisiológico y la expresión del genotipo; éstas se corresponden con la Biología funcional (Mayr, 2006)

En el caso de las causas remotas, se refieren a lo evolutivo, a los cambios en el programa genético, éstas se corresponden con la Biología evolutiva (Mayr, 2006). A diferencia de lo anterior, en el mundo no viviente sólo existe un conjunto de causaciones: las basadas en las leyes naturales. Las causas de los fenómenos biológicos pueden ser las descubiertas por la ciencias físicas y las debidas a las instrucciones del programa genético; a esto se le ha denominado la dualidad en causación de los organismos (Mayr, 1998).

Canguilhem (1976), en el análisis que hace del enfoque experimental de Claude Bernard, destaca características de los seres vivos y los fenómenos biológicos. Dichas características conllevan, de igual manera, a especificidades del Conocimiento Biológico. Estas son:

- La especificidad: en Biología la generalización lógica se ve limitada por la especificidad del objeto de observación o experimentación. Así, la historia de la Biología muestra que, no gratuitamente, determinados conceptos han surgido concretamente a partir de investigaciones en determinados organismos y no en otros. Por ejemplo, la circulación en el caballo, la regeneración en la hidra, la fecundación y la segmentación embrionaria en el erizo de mar, etc.
- La individualización: No existen dos organismos idénticos, ni aún dentro de la misma especie, donde influyen desde el nacimiento factores como el sexo.
- La totalidad: los estudios en Biología están referidos a la unidad, por tanto no basta con estudiar las partes. Siempre se requiere tener como referente el todo, aún cuando se quiere comprender la composición y funcionamiento de las partes.

- La irreversibilidad: Como lo expresa Bernard, el mismo animal no es comparable a sí mismo según el momento en que se examine.

Otra particularidad del Conocimiento Biológico destacada por autores como Mayr (1998), Wandersee, Fischer, y Moody (2000), es el hecho de ser muy amplio y diverso, lo cual obedece a la rica biodiversidad existente en la naturaleza, desde el nivel genético, hasta el ecológico. Esto conlleva a que existan muchos campos de estudio en la Biología, tanto en lo que compete a los aspectos fundamentales de lo vivo, como a las aplicaciones.

Según García (1999), para el caso de la Ecología, este campo de la Biología no posee un estatus epistemológico bien definido. Se considera entonces como una Ciencia de síntesis y como tal no se ubica fácilmente en las Ciencias de la Naturaleza o en las Ciencias Sociales. Su carácter es interdisciplinar y para su comprensión es menester contemplar el todo más que las particularidades.

Tal y como lo señalan Thompson y Mintzes (2002), otro aspecto propio del Conocimiento Biológico es que conlleva implicaciones referentes a actitudes en diversas áreas incluyendo salud, conservación y protección del ambiente.

Como plantean Wandersee, Fischer, y Moody (2000), se pueden resumir, las características del Conocimiento Biológico de la siguiente manera:

- No se deriva únicamente de la observación del mundo viviente. Surge a partir de variadas fuentes y es formulado desde concepciones existentes.
- Existen diferentes formas de estudiar y pensar acerca de la Biología.
- Puede ser utilizado fluida y flexiblemente en el mundo real.
- Es amplio, en constante evolución, dependiente del contexto y del método.
- Sus límites son ambiguos, indefinidos y problemáticos.
- Contempla una amplia gama de dominios: desde lo molecular a lo interestelar, del presente al pasado distante, de lo marino a lo terrestre y

aéreo, de lo submicroscópico a lo macroscópico, desde lo precelular hasta lo multicelular, etc.

- A diferencia de las Ciencias físicas, en la Biología no es tan claramente generalizable la regla de que las Ciencias deben utilizar las matemáticas. De que la confianza en cualquier ciencia es proporcional al grado en que ésta es matematizable. El papel de las leyes en la construcción de la teoría no es relevante.

4.2.2. Perspectivas Epistemológicas de la Biología

La naturaleza del Conocimiento Biológico ha cambiado a través de la Historia de la Biología, por ello es pertinente hacer una revisión de los referentes epistemológicos más destacados. A continuación, se presentan algunas posturas teóricas al respecto.

Ante el problema fundamental de la Biología referente a qué caracteriza un organismo vivo, a lo largo de la historia, principalmente hasta mediados del siglo XIX, ha predominado la tensión entre dos corrientes de pensamiento: la mecanicista y la vitalista, presentándose una oscilación permanente entre ellas (Blandino, 1964; Canguilhem, 1976). Las doctrinas posteriores corresponden a corrientes intermedias como el materialismo dialéctico, las concepciones mnemónicas, el emergentismo, el organicismo y el determinismo de fenómenos biológicos en ausencia de casualismo (Blandino, 1964). En los últimos tiempos la perspectiva dominante corresponde al organicismo y al enfoque sistémico (Figura 1.9).

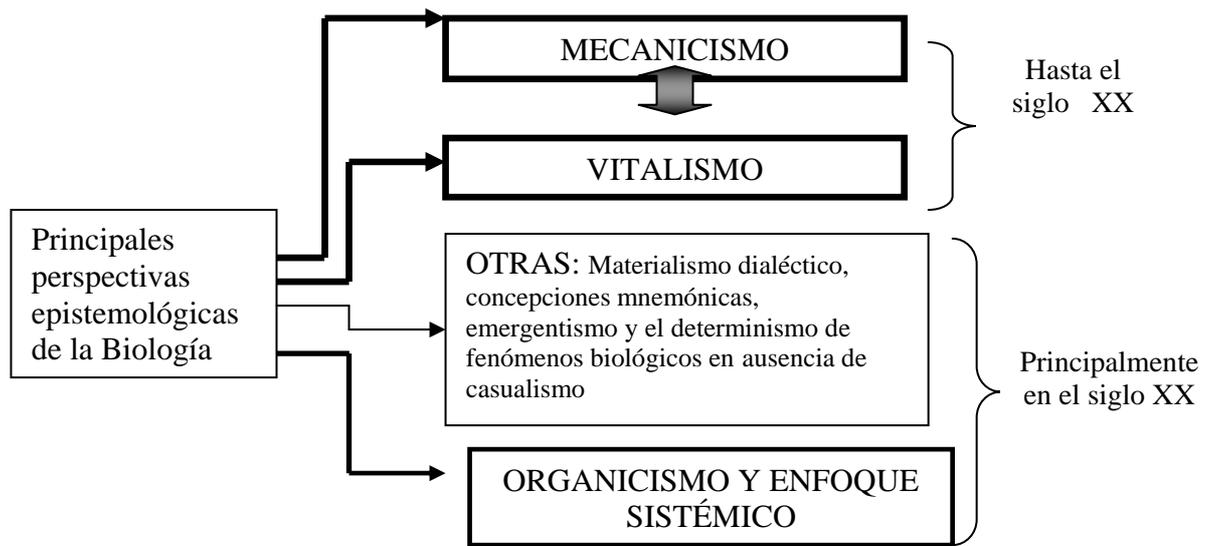


Figura 1.9. *Principales perspectivas epistemológicas de la Biología.*
El grosor de las líneas pretende representar la predominancia durante la historia

Según Canguilhem (1976), los principales problemas de divergencia entre el vitalismo y el mecanicismo han sido los relacionados con:

- La sucesión de formas (discontinuidad-continuidad).
- El desarrollo del ser (preformismo-epigenesis).
- La individualidad (atomicidad-totalidad).

De igual manera, en el estudio de los fenómenos vivientes, han constituido problemas relevantes las tensiones entre el determinismo y el no determinismo, y entre casualismo y no casualismo. El determinismo implica que los fenómenos biológicos en iguales condiciones se realizan del mismo modo. Para Blandino (1964), estos problemas tienen un trasfondo filosófico y tienen que ver, por una parte con la existencia o no de una *psique* inmaterial y libre (que de existir, algunas actividades no serán deterministas), y por otra parte con la necesidad de una inteligencia ordenadora (como sustento de la no casualidad) para hacer posible la realización de procesos biológicos (regularidad, coordinación de fenómenos) que puede obedecer a una concepción teísta o en su lugar inmanente en la materia.

La perspectiva mecanicista

Desde el punto de vista del mecanicismo, los organismos vivos no difieren de la materia inanimada. Desde esta perspectiva, los principios biológicos a nivel molecular se pueden explicar por principios físicos y químicos y no existen componentes metafísicos (Mayr, 1998). Entonces, lo biológico se reduce a fenómenos físicos y químicos, sin necesidad de recurrir a principios vitales. Por otra parte, para explicar los fenómenos de la vida es suficiente con el conocimiento de las leyes que se observan en la naturaleza inorgánica.

Desde esta perspectiva, el organismo vivo es una máquina (aunque más compleja que las construidas por el hombre). En el desarrollo de esta tendencia se distinguen los mecanicistas teístas (con destacados representantes como Descartes), que conciben que el organismo es una máquina construida por Dios; y los mecanicistas ateos, que asumen al organismo como una máquina formada por la casualidad o por la casualidad y la selección (Blandino, 1964).

Según los planteamientos de Canguilhem, el mecanicismo no es finalista. Así, “como la construcción de la máquina no es una función de la máquina, el mecanismo biológico, si es el olvido de la finalidad, no es por lo mismo la eliminación radical” (1976: 22).

Demócrito tenía una visión determinista, para él la realidad estaba formada por átomos y vacío, y el movimiento de los átomos era siempre igual. Además creía que el resultado de los agrupamientos y separación de átomos no demanda ninguna inteligencia divina que los predispusiera ni ordenara (antifinalismo). El mecanicismo moderno, reduce el fenómeno biológico, únicamente a fenómenos físicos y químicos, aunque no necesariamente de forma exclusiva a los fenómenos mecánicos, dicho pensamiento se identifica con el determinismo material y con el casualismo (Blandino, 1964).

En los siglos XVI y XVII se producen cambios radicales a la visión medieval del mundo, dirigida en su momento por el pensamiento aristotélico y la teología cristiana. Dichos cambios se soportan en los nuevos descubrimientos

gestados en la revolución científica de la Física, la Astronomía y las Matemáticas (con representantes tan relevantes como Copérnico, Galileo, Descartes, Bacon y Newton). Se producen entonces dinámicas pendulares que oscilan desde la concepción de universo orgánico, viviente y espiritual, hasta la concepción del mundo como máquina (Capra, 2000).

Durante el Renacimiento, la mecánica es considerada como la ciencia por excelencia debido a su claridad. Los grandes desarrollos de esta época obedecen a las importantes innovaciones en el método experimental que implicaba observación sistemática y provocada de los fenómenos naturales, e individualización de los factores que influyen en fenómenos mediante la selección y aislamiento de las condiciones (Blandino, 1964).

En la lógica mecanicista, la ley debe ser matematizable, de una forma exacta, identificándose con la concepción determinista de los fenómenos naturales (Serrano, 1985). Como enfatiza Capra (2000), los desarrollos científicos del Renacimiento acarrearón importantes implicaciones en la forma de ver el mundo y de investigar. Es así como los trabajos de Galileo conllevaron a restricciones, resultando únicamente importante la medición y la cantidad, excluyendo la cualidad del trabajo en Ciencias. Por su parte, el método de pensamiento analítico de Descartes conllevó a buscar la comprensión del funcionamiento del todo, únicamente desde las propiedades de las partes. Además, la naturaleza se dividió en dos reinos independientes: la mente y la materia.

A diferencia de la visión de Demócrito, el mecanicismo de Descartes no es atomista. Concibe todo como lleno, los fenómenos físicos, sin excepción, se deben a “movimientos recíprocos de las partes de esta sustancia que se hurtan entre sí. Para Descartes, hasta los animales son puras máquinas, construidas por Dios, pero sin sujeto cogniscente” (Blandino, 1964: 32).

En el campo de la Biología también hubo marcadas preferencias por las concepciones mecánicas del Renacimiento. “En Biología, el mayor éxito del

modelo mecanicista de Descartes fue su aplicación al fenómeno de la circulación sanguínea por William Harvey” (Capra, 2000: 40).

Un importante cambio de la perspectiva mecanicista de la Biología ocurrió en el siglo XVIII, cuando Antonie Lavoisier demostró que la respiración es una oxidación, con el consecuente reconocimiento de la importancia de los fenómenos químicos en los procesos biológicos y no solamente de los fenómenos mecánicos, tal y como era la concepción dominante en el siglo anterior. A pesar de que en Biología se abandonaron en gran medida los modelos mecanicistas, no se dejó de lado la esencia de la idea cartesiana. A los animales se les seguía viendo como máquinas, aunque ya incluyendo procesos químicos en su funcionamiento.

En palabras de Capra: “consecuentemente, el mecanicismo cartesiano quedó expresado como dogma en el concepto de que, en última instancia, las leyes de la Biología pueden ser reducidas a las de la Física y la Química” (2000: 40). Al respecto, Ernst Mayr expresa: “los organismos vivos no se pueden reducir a las leyes fisicoquímicas, y las leyes físicas no pueden explicar muchos aspectos de la naturaleza que son exclusivos del mundo vivo” (Mayr, 1998: 13). El mismo autor retoma preguntas de los biólogos desarrollistas, en contra de la perspectiva mecanicista, por ejemplo:

¿cómo puede una máquina regenerar partes perdidas, como muchos tipos de organismos son capaces de hacer?, ¿cómo puede una máquina replicarse a sí misma?, ¿cómo pueden dos máquinas fusionarse en una sola, como el caso de la fusión de los gametos para producir un cigoto? (Mayr, 2006: 39).

Un opositor del mecanicismo en el Renacimiento fue el médico Helmont, su rechazo lo fundamentó en que consideraba al mecanicismo como una hipótesis y por tanto un producto de la inteligencia, para él la verdad sólo correspondía a la realidad, condición que no cumplía el pensamiento (Canguilhem, 1976).

El mecanicismo encuentra en el movimiento romántico un importante oponente con Goethe, como figura central, quien fue uno de los primeros en utilizar el término morfología para el estudio de la forma biológica. Goethe admiró el orden en movimiento y concibió la forma como un patrón de relaciones

al interior de un todo organizado. Los artistas románticos pusieron énfasis en la comprensión cualitativa de los patrones o pautas. Por su parte, Emmanuel Kant en su *Critica a la razón* argumentó (a propósito de la naturaleza de los seres vivos) que los organismos, a diferencia de las máquinas, son autorreproductores y autoorganizadores. Un importante aporte del destacado filósofo es que “en un organismo, las partes existen además por medio de las otras, en el sentido de producirse entre sí” (Capra, 2000: 41), lo que implica que se concibe al organismo como un ser organizado y autoorganizador. Cabe destacar que este pensamiento fue retomado en el siglo XX como elemento importante en la construcción del pensamiento sistémico.

El movimiento romántico influyó en los estudios biológicos. Así, a finales del XVIII e inicios del XIX, el primordial objetivo de las investigaciones se focalizó en la forma, dejando en el plano secundario lo material. Capra (2000) ilustra lo anterior con el caso de la escuela francesa de anatomía comparada de Georges Cuvier que ideó el sistema de clasificación zoológica basándose en similitudes de las relaciones estructurales.

Posteriormente, en la segunda mitad del siglo XIX, se fortaleció el mecanicismo en la Biología. Los notables descubrimientos y el perfeccionamiento del microscopio desencadenaron una serie de avances como la teoría celular, la evolución, los principios de la Embriología moderna, los desarrollos en Microbiología y la postulación de las leyes de la herencia. Estos hechos afianzaron las bases físicas y químicas de la Biología, llegando incluso a tener como dogma la concepción mecanicista.

Con la teoría celular se provocó un claro desplazamiento de las explicaciones de las funciones biológicas, no desde la organización del organismo como un todo, sino desde los componentes celulares. De igual forma, la visión mecanicista afloró en la Microbiología, de los estudios de Pasteur se derivó la concepción de considerar a las bacterias la única causa de la enfermedad. La entonces recién nacida Bioquímica, también tuvo un claro enfoque mecanicista

con la constante búsqueda de explicaciones físicas y químicas a la vida (Capra, 2000: 40).

No obstante, a pesar de los grandes desarrollos de la Biología desde el paradigma mecanicista del siglo XIX, se presentó un fuerte elemento contradictor representado en las limitaciones para explicar desde este enfoque el desarrollo embrionario, y la diferenciación celular. Ante la búsqueda de solución del problema, se retomaron posiciones vitalistas y se desarrolló un nuevo paradigma: el organicismo.

Paradójicamente, a mediados del siglo XX, mientras que en los campos de la Administración de Empresas y de la Ingeniería eran abundantes las aplicaciones de la Teoría General de los Sistemas, en la Biología era prácticamente inexistente el pensamiento complejo. Esto, debido a la dilucidación de la estructura del ADN en los años cincuenta, con el subsiguiente desarrollo de la Biología Molecular en las décadas de los sesenta y los setenta. De tal forma que en pleno siglo XX se generó nuevamente un movimiento pendular hacia el mecanicismo. La Biología de la época pretendía encontrar a nivel molecular (estructuras y mecanismos) la explicación de todos los fenómenos de la vida, con lo cual se produjo un reduccionismo molecular. Capra (2000), señala que la Biología Molecular “ha contribuido a una grave distorsión en la investigación biológica” (p. 95), su perspectiva mecanicista constituye un obstáculo para dilucidar de qué forma los genes en conjunto “cooperan” para hacer posible el desarrollo de un organismo.

La perspectiva vitalista

El vitalismo niega la reductibilidad de la vida a meros fenómenos físicos y químicos. Es decir, los fenómenos biológicos difieren en sus características, de los fenómenos no biológicos. El enfoque vitalista insiste en el finalismo de los órganos del viviente, los cuales se estructuran para hacer posible la vida. Esto, gracias a un principio vital, capaz de dirigir, organizar y coordinar todas las actividades del ser viviente, todos los fenómenos vivientes, lo cual implica una

visión no casualista. Dicho principio ha recibido diferentes denominaciones, así, para Barthez era el principio vital, para Bichat la fuerza vital y para Aristóteles y Driesch la entelequia (Canguilhem, 1976).

Desde la perspectiva vitalista, existe una unidad viviente producto de la coordinación que hace el principio vital sobre las partes, lo cual hace posible la vida; “el primer argumento a favor de la unidad del viviente se deduce de la coordinación de las actividades de los distintos órganos para la vida del todo” (Blandino, 1964: 29). El cuerpo no se puede formar de partes distanciadas entre sí, y la materia viva debe ser un continuo. La existencia de una fuerza vital es la que le asigna a los seres vivos propiedades, tales como las adaptativas, que los diferencia de los inertes (Mayr, 1998).

La naturaleza del principio vital varía. Así, en el vitalismo de Driesch (siglo XIX) es inmaterial e inespacial. Por su parte, en el vitalismo aristotélico-tomista es constitutivo intrínseco del viviente, mas no es una sustancia que se adiciona a la materia para gobernarla, sino que hace parte del cuerpo y es llamado “alma o psique, dirige de manera más o menos conscia todos los fenómenos biológicos, incluidos los vegetativos” (Blandino, 1964: 22). Es único e indivisible en si mismo, este principio “invade” todo el cuerpo viviente.

Canguilhem afirma que el vitalismo es la expresión de la confianza del viviente en la vida, de la identidad de la vida consigo misma en el viviente humano, consciente de vivir, y a esto obedece la crítica de racionalistas y mecanicistas, quienes afirman que el carácter del vitalismo es de “nebulosidad”, de “vaporisidad”. En consecuencia, “si el vitalismo es vago e informulado como una exigencia, el mecanicismo es estricto e imperioso como un método” (1976: 99).

Esta visión carecía de una metodología para ponerse a prueba. Ulteriormente la genética y el darwinismo aportaron interpretaciones válidas de los fenómenos que según los vitalistas sólo se podían explicar por la intervención de una sustancia o fuerza vital (Mayr, 1998).

Aristóteles planteaba que la forma era inmanente en la materia y viceversa. Además, que la naturaleza esencial de todas las cosas estaba en la materia, sólo de forma potencial, así, la forma convierte en real la esencia. “El proceso de la autorrealización de la esencia en el fenómeno real fue denominado por Aristóteles entelequia” (Capra, 2000: 38). Al respecto, Blandino resalta: “La concepción aristotélica de la vida fue la primera doctrina biológica completa, elaborada por un hombre muy atento a la observación de los hechos y siempre ávido de probar sus propios asertos, sin limitarse a afirmarlos por simples motivos vagos” (1964: 27). La doctrina vitalista de Aristóteles es finalista y determinista ya que contempla que en idénticas condiciones, siempre ocurre de igual manera; sin embargo, no es aplicable para fenómenos de la vida intelectual propia del hombre. Para el caso de plantas, la entelequia es material y no tiene conocimiento alguno, en los animales es inmaterial, dependiente intrínsecamente de la materia.

Para la doctrina aristotélica el finalismo no es debido a la acción causalista creadora y ordenadora de Dios. En contraste, la doctrina tomista admite de forma más neta la espiritualidad del alma humana y concibe un finalismo en el cual Dios todo lo crea y ordena con causalidad eficiente (Blandino, 1964).

El vitalismo de los siglos XVII y XVIII se identifica con el animismo (Stahl), al asignarle al alma (que posee los atributos de la inteligencia) la propiedad de dar vida al cuerpo animal, siendo así alma y cuerpo ontológicamente diferentes (Canguilhem, 1976). El principal vitalista del Renacimiento fue Stahl, para él, el principio vital es el alma racional, la cual influye sobre la materia, construye cuerpo y guía su actividad. A diferencia de Aristóteles, concibe el alma como sustancia completa diferente del cuerpo (concebido este como un aglomerado de sustancias completas). El principio vital es externo al cuerpo y hace posible que mantenga su composición (Blandino, 1964).

Canguilhem (1976) señala que aún en los siglos XVIII y XIX perduraban enfoques vitalistas, como fue el caso de F. Wolf, fundador de la Embriología moderna. También Schwan, creador de las leyes generales de formación celular

en 1838, aunque mecanicista, mostraba ciertos puntos a favor de las concepciones antimecanicistas. Creía en la existencia de un blastema formador en el que aparecían secundariamente las células y no tan sólo a partir de un mosaico de células.

Aún en los primeros decenios del siglo XIX prevalecen las tendencias vitalistas (heredadas del epigenismo del XVIII). Al respecto, Blandino (1964) recoge los siguientes argumentos:

- El finalismo y el orden en los organismos vivos son inexplicables en ausencia de un especial principio vital.
- La generación espontánea.
- La cantidad insignificante de materia, constituyente del semen resulta insuficiente para explicar el nacimiento del organismo.
- La uniformidad de los fenómenos vitales.
- Sólo en los vivientes hay compuestos ternarios y cuaternarios (con 3 o 4 tipos de átomos), en comparación con el mundo inorgánico con componentes químicos únicamente binarios. No obstante, este último argumento se debilitó con las primeras síntesis orgánicas en laboratorio (por ejemplo en 1828 Wöhler sintetizó urea, a partir del isocianato de amonio).

En el siglo XIX repuntó el vitalismo como búsqueda de respuestas a las limitaciones del mecanicismo de la época, como fue el no poder explicar la diferenciación celular. Se planteó como directora del proceso de organización alguna entidad no física, alguna fuerza o campo que se suma a las leyes físicas y químicas y que es necesaria para la comprensión de la vida. Sin embargo, al igual que en el mecanicismo, la perspectiva vitalista de esta época aceptaba la división cartesiana entre cuerpo y mente. Capra (2000) destaca el experimento de inicios del siglo XIX, realizado por el embriólogo Hans Driesch, consistente en la obtención de adultos (más pequeños que los comunes) de erizos de mar, a partir de embriones a los que se les había extirpado una célula del temprano estadio bicelular, o tetracelular. De esta manera, demostró que los huevos de erizo marino eran capaces de lograr lo que ninguna máquina era capaz: la regeneración de entes

completos desde sus partes. Pese a esto, la explicación que dio Driesch al fenómeno fue la propiedad asignada por una entelequia como entidad separada que actúa sobre el sistema físico sin ser parte del mismo.

Compte, Büchner, Haeckel y Weismann, entre otros, fueron importantes opositores del vitalismo. Arguyeron que la existencia de una fuerza vital implica actuar violando el determinismo de las leyes físicas, introduciendo nueva energía (contrario a la ley de la conservación de la materia) (Blandino, 1964).

Cabe destacar que el sobresaliente e influyente fisiólogo Claude Bernard (1813-1878) se opuso tanto al vitalismo como al mecanicismo; con base en datos experimentales se afianzó decididamente el finalismo y el determinismo de los fenómenos biológicos (Canguilhem, 1976).

Un hecho importante que se utilizó en contra del vitalismo fue el experimento de Speman, quien logró obtener un organismo quimera mediante el trasplante de tejido sobre tejido de jóvenes embriones de tritones de diferente especie. Ante este resultado surgió la pregunta de cuál es el principio que dirige la cooperación entre las dos especies (Ibid.).

Ya en el último cuarto del siglo XX, Monod (1985), al referirse al origen de “fuerza organizadora” que determina el aparato teleonómico, presenta dos perspectivas: la del *vitalismo metafísico* y la del *vitalismo cientista*. En los dos casos opera únicamente en el seno de la biosfera, de la materia viviente. Para el metafísico la vida constituye un “impulso”, una “corriente” radicalmente diferente de la materia inanimada. Para el cientista las propiedades, la invariancia, la teleonomía de los seres vivos, no se deben completamente a fuerzas físicas y las interacciones químicas propias de los sistemas no vivientes. En cualquier caso, asigna al azar la causa de la estructuración del aparato teleonómico, azar que posibilita las perturbaciones.

Según los planteamientos de Canguilhem (1976), tanto la perspectiva mecanicista, como la vitalista son antropomórficas ya que en los dos casos están

“inconscientemente cargados de un importe pragmático y técnico propiamente humano” (p.22).

Las perspectivas organicista y sistémica

Ya en el siglo XX las dos tendencias antes mencionadas no son aceptadas por la mayoría de los biólogos. En este siglo, se produce fundamentalmente el cambio del paradigma del mecanicismo, imperante en los tres siglos predecesores, al paradigma del organicismo (también denominado del holismo o ecológico).

Para el paradigma del organicismo los fenómenos vitales tienden a estar muy coordinados, de tal forma que para expresar lo que es normal en un organismo el mecanicismo no da respuesta ya que, si bien es cierto, se dan procesos físico-químicos a nivel molecular, estos mecanismos no responden en los niveles superiores de integración (Mayr, 1998). Como lo señala Capra (2000), dicho cambio implica revoluciones científicas e importantes movimientos pendulares. Es evidente la tensión entre el mecanicismo y el holismo, mientras que en el primero el énfasis se hace en las partes, en la sustancia (materia, estructura, cantidad), en el paradigma holístico se pone acento en el todo, en la forma (patrón, orden, cualidad), esto desde una perspectiva sistémica.

Canguilhem (1976) no se identifica con el pensamiento analítico propio del mecanicismo cartesiano. En contraste, concibe las formas vivientes como totalidades que no se pueden comprender desde su descomposición. Se identifica así, con el pensamiento de Claude Bernard sobre el todo como resultado de la interacción de las partes, retoma sus palabras:

“En fisiología, el análisis que nos muestra las propiedades de las partes organizadas elementales aisladas, nunca nos daría más que una síntesis ideal muy incompleta... porque los fenómenos enteramente especiales pueden ser el resultado de la unión o de la asociación cada vez más compleja de los fenómenos organizados. Todo ello prueba que estos elementos, aunque distintos y autónomos, no juegan por eso el papel de simples asociados y que su unión expresa más que la suma de las partes separadas”. (Canguilhem (1976: 11).

Bernard, a pesar de no considerarse mecanicista por rechazar el pensamiento analítico, admiraba el prestigio de las ciencias fisicoquímicas y buscaba encontrar en ellas un parecido biológico. No obstante, al mismo tiempo se resistía a que la fisiología fuera consumida por la Física y la Química, sosteniendo que la Biología tiene particularidades en sus problemas como es la complejidad (Canguilhem, 1976).

La Física Cuántica, al plantear que el mundo no se puede descomponer en unidades elementales, contribuyó significativamente al florecimiento de cambios paradigmáticos. Fue aún más impactante para la Física Cuántica que para la Biología la concepción de la constitución de los sistemas como totalidades. Desde Newton se pensaba que todo fenómeno físico se reducía a propiedades de partículas materiales. En los años veinte este pensamiento se replanteó a nivel subatómico mediante el establecimiento de probabilidades, ya no de cosas, sino de interconexiones entre varios procesos de observación y de medición. Así, para la Física Cuántica el objeto de estudio no son las cosas sino las interconexiones (Schrödinger, 2001). Con estos hallazgos se plantea que el colapsamiento del mecanicismo cartesiano, luego de tres siglos de dominio, obedeció a los aportes de la Física Cuántica, probablemente contribuyendo a dar lugar a la Biología Organicista (Capra, 2000).

La perspectiva organicista plantea que el conjunto está determinado por las interrelaciones que se alternan, o se superponen, o se combinan. Dichas interrelaciones, expresadas en términos de probabilidades, están determinadas por la dinámica del sistema. Una característica clave del organicismo es la emergencia, según Mayr “en todo sistema estructurado, en los niveles superiores emergen nuevas propiedades que no se habían podido predecir por muy bien que se conocieran los componentes del nivel inferior” (1998: 34). Desde la perspectiva organicista, un organismo vivo constituye un sistema ordenado jerárquicamente, con numerosas propiedades emergentes nunca observadas en la materia inanimada, sus actividades están programadas genéticamente lo que implica que la información con que cuenta ha sido adquirida a lo largo del tiempo.

Como consecuencia del cambio de los paradigmas vitalista y mecanicista, colateralmente se constituyen además de la Física Cuántica, la Biología Organicista, la Psicología Gestalt, la Teoría General de los Sistemas y la Ecología. Todos ellos contribuyen a la consolidación del pensamiento complejo.

Los psicólogos de la Gestalt afirmaban que los organismos perciben no en términos de elementos aislados, sino como patrones preceptuales integrados, de conjuntos organizados con propiedades ausentes en sus partes. Por su parte, la Ecología (que emerge durante el siglo XIX a partir de la escuela organicista de la Biología) tiene una perspectiva sistémica en la medida que estudia las interacciones como unidad ecológica de las comunidades de organismos y su entorno físico; esta ciencia contribuyó al pensamiento sistémico mediante la aportación de los conceptos de comunidad y red (Capra, 2000).

Según el autor que se acaba de citar, en los años treinta la filosofía procesual de Whitehead, los conceptos de homeostasis de Cannon y el trabajo experimental sobre metabolismo, llevan al biólogo organicista Ludwig von Bertalanffy a formular la Teoría General de los Sistemas abiertos. Es en ese momento, cuando en oposición al enfoque mecanicista dominante se opta por la visión organísmica en Biología, en la cual se hace énfasis en el organismo como un todo o sistema abierto en estado uniforme, lo que conlleva a que no sean aplicables las formulaciones habituales de la Física (en la que predominan los sistemas cerrados), y a que el principal objetivo de las ciencias biológicas sea descubrir los principios de organización en los diferentes niveles (Bertalanffy, 1976). No obstante, una restricción para la mayor aplicación de la Teoría General de los Sistemas se debió a los limitados desarrollos de las matemáticas, puesto que las ecuaciones lineales no podían explicar la complejidad de los procesos propios de los sistemas vivientes de naturaleza altamente no lineal (Op. Cit.)

En el siglo XX se produce un desplazamiento del concepto de función (propio del mecanicismo), al concepto de organización. En la exploración que hizo Ross Harrison del concepto de organización, a comienzos de siglo, identificó los aspectos configuración y relación que subsiguientemente se unificaron en el

concepto de patrón o pauta (configuración de relaciones ordenadas). Por su parte Joseph Woodger en los *Principios Biológicos* publicados en 1936 afirma que los organismos se pueden describir como complementación entre sus elementos químicos y sus relaciones organizadoras. Wooder y muchos organicistas resaltan que una característica clave de la organización de los organismos vivos es su naturaleza jerárquica, explican que en los seres vivos se construyen estructuras multiniveles, en las que existen sistemas dentro de sistemas. “En el mundo biológico las estructuras son expresión de una corriente de procesos” (Bertalanffy, 1976: 26). De tal forma que el todo superior es el sistema que está conformado por subsistemas relacionados entre sí a manera de red, entendido el sistema como “un todo integrado cuyas propiedades esenciales surgen de las relaciones entre sus partes” (Capra, 2000: 47).

El carácter jerárquico del organismo no se concibe como la estratificación de estructuras rígidas de dominación y control unas sobre otras, sino más bien como diferentes niveles de complejidad con diferentes leyes operando cada nivel, conformándose una complejidad organizada donde en cierto nivel surgen propiedades que estaban ausentes en niveles de menor complejidad. A esta propiedad se le ha denominado emergente (término acuñado por el filósofo C. D. Broad a principio de los años veinte), un ejemplo que puede ilustrar el concepto de emergencia es el sabor dulce característico del azúcar, el cual está ausente en sus constituyentes aislados: carbono, hidrógeno y oxígeno. En palabras de Capra:

“Según la visión sistémica, las propiedades esenciales de un organismo o sistema viviente, son propiedades del todo que ninguna de las partes posee. Emergen de las interacciones y relaciones entre las partes [...] las propiedades de las partes no son propiedades intrínsecas, sino que sólo pueden ser comprometidas en el contexto de un conjunto mayor” (Capra , 2000:. 49).

Así pues, las características exclusivas de los organismos vivos no se deben a su composición, sino a su organización. El organicismo pone acento en las características de los sistemas más complejos y organizados, en la historia evolutiva de los programas genéticos de los organismos. “Los todos están tan relacionados con sus partes que no sólo la existencia del todo depende de la cooperación ordenada y la interdependencia de sus partes, sino que el todo ejerce

además cierto grado de control determinista sobre sus partes” (Rittler y Bailey, 1928; citado por Mayr, 1998).

Como se puede ver, el organicismo plantea que además de lo físico y lo químico, los organismos poseen relaciones organizadoras que son consustanciales a la estructura de los seres vivos. Es la organización de las partes (mediante interacciones físico-químicas) lo que establece todo el sistema. Un sistema como el organismo no se puede explicar por completo describiendo las propiedades de sus partes aisladas; el funcionamiento del primero depende de la organización, las interacciones e interdependencias de las segundas (Mayr, 1998). El concepto de organización ha sido refinado hasta el de autoorganización en la teoría contemporánea de los sistemas vivos.

En los años ochenta, el desarrollo de las matemáticas de la complejidad contribuyó a la emergencia del concepto de la autoorganización a partir de elementos de la Teoría General de los Sistemas. Un concepto clave para comprender la autoorganización es el de patrón de organización. Como lo plantea Capra (2000), a lo largo de la historia de la Ciencia, los estudios de la vida y de la naturaleza se han centrado en la tensión entre la sustancia y la forma (el patrón), constituyendo la sustancia, la preocupación dominante. Así, desde los enfoques vitalista y mecanicista se enfatizó en averiguar la composición, las cantidades, la distribución, en sí: la sustancia, dejando de lado la forma.

Es tan solo en el siglo XX cuando resurge con fuerza el estudio del patrón (forma) como aspecto esencial para la comprensión de la vida. Es entonces, la perspectiva organicista la que centra su interés en la forma. “Si bien es cierto que todos los organismos vivos están hechos en última instancia de átomos y moléculas, son “algo más” que átomos y moléculas. Existe algo más en la vida, algo inmaterial e irreducible: el patrón de organización” (Capra, 2000: 98).

Investigar el patrón demanda estudiar una configuración de relaciones. Para este autor, el patrón de organización es la configuración de relaciones

características de un determinado sistema. El patrón de organización de los seres vivos corresponde a los sistemas autoorganizadores y se caracteriza porque:

- Sus elementos se relacionan de forma no lineal, con lo cual posee una configuración de red, con conformación de bucles de retroalimentación.
- Tiene capacidad de autoorganizarse y autorregularse.
- Se describe mediante ecuaciones no lineales.
- Se da en sistemas abiertos alejados del equilibrio.
- Implica la emergencia espontánea de nuevas estructuras y nuevos modos de comportamiento.

Capra (2000) resalta que la termodinámica clásica conduce a estructuras en equilibrio como por ejemplo la de los cristales, sin embargo ese no es el caso de los sistemas vivientes. En los años setenta Prigogine (creador de la teoría de la autorregulación), desarrolló una nueva termodinámica caracterizada por ser no lineal y explicar fenómenos de autoorganización de sistemas abiertos lejos del equilibrio que conllevan a la emergencia de estructuras disipativas. En la termodinámica de Prigogine, al contrario de la clásica, la energía disipativa es fuente de orden.

Por su parte, Laborit (1970) plantea que los organismos para mantener su estructura compleja (entendida como el conjunto de relaciones), sin llegar al estado de desorden desde el punto de vista termodinámico, necesitan un aporte constante de energía química y una gran cantidad de regulaciones cibernéticas. De tal manera que los sistemas vivientes han desarrollado una capacidad metabólica que les permite que la energía que adquieren del exterior fluya en su interior principalmente en forma química a través de reacciones de oxidorreducción, de fosforilación y defosforilación. En el organismo, los procesos anabólicos son dependientes de los catabólicos y viceversa. Se establece entonces, una red de procesos metabólicos que están regulados fisiológicamente a nivel de las

reacciones por demanda de ATP⁵ y cibernéticamente a escala del individuo (para el caso de animales mediante los sistemas endocrino y nervioso).

La emergencia de nuevas estructuras disipativas, resulta de las inestabilidades y a su vez pueden evolucionar al aumentar el flujo de materia y energía que generen nuevas inestabilidades. Al respecto, Capra (2000) destaca que el flujo de energía es exterior al sistema, y las inestabilidades y emergencias de nuevas formas de organización ocurren a partir de fluctuaciones internas amplificadas por bucles de retroalimentación positiva. Son conocidas las estructuras disipativas descubiertas en los años setenta en los campos de la Física, la Química y la Bioquímica (p. ej. las células hexagonales [Bénard], los “relojes químicos” [Prigogine], los hiperciclos [Eigen]) y para el caso de los sistemas vivos ¿existe un patrón de organización característico?

Los chilenos Humberto Maturana y Fernando Varela idearon el concepto de organización circular que denominaron *autopoiesis* (creación de sí mismo) como patrón general de organización de los sistemas vivos (Maturana y Varela, 2003). Según Varela (2002), la autopoiesis se caracteriza porque:

- Los sistemas vivos se organizan en un proceso causal circular cerrado que permite el cambio evolutivo.
- Los componentes del sistema son producidos y mantenidos por el mismo sistema.
- La función de cada componente contribuye a su vez a formar y transformar otros constituyentes permitiendo de esta manera el mantenimiento de circularidad global de la red.
- Constantemente, toda la red se hace a sí misma. La red es producida por los componentes y a la vez los produce, dicho proceso implica una autoorganización.
- La organización autopoietica implica la creación de un perímetro de referencia que define el territorio de las operaciones de la red y define el sistema como unidad.

⁵ Adenosín tri fosfato.

- En el modelo se considera a la célula como el sistema autopoietico más simple

Los creadores del modelo autopoietico lo catalogaron dentro de un enfoque mecanicista. No obstante, para Capra (2000) la autopoiesis no se corresponde con el mecanicismo cartesiano, sino con el pensamiento sistémico. Ello, teniendo en cuenta que la propuesta no se centra en las propiedades de los componentes, sino de los procesos y hace énfasis en las relaciones entre componentes y entre procesos. Además, Maturana y Varela diferencian organización (concebida como las interrelaciones entre componentes) y estructura, siendo su objeto la primera.

Para García, tanto los entes sociales como los biológicos comparten características como “una historia evolutiva, el ser sistemas abiertos en reorganización permanente, que mantienen su organización mediante la existencia de sistemas de regulación y de la disipación continua de la energía, la tendencia hacia sistemas de organización cada vez más complejos, etc.” (García, 1998: 38).

El *pensamiento sistémico* emergió simultáneamente, especialmente en los años veinte, con diferentes disciplinas, encabezando la Biología (la idea central del nuevo paradigma es la naturaleza de la vida), con el posterior enriquecimiento de la Psicología Gestalt y de la Ecología. El pensamiento sistémico hace hincapié en los principios de organización, enmarca el algo en el contexto del todo, como “la comprensión de un fenómeno en el contexto de un todo superior” (Capra, 2000: 47). De esta forma, las propiedades y comportamientos de las partes no determinan las del todo sino justamente lo contrario.

Capra (2000) destaca como características del pensamiento sistémico:

- Las propiedades del sistema están referidas al todo. Esto implica que los sistemas biológicos (sean organismos, partes del organismo, o comunidades) corresponden a las totalidades integradas, y además, al direccionar el sistema en elementos aislados se pierden las propiedades de los sistemas. Por otra

parte, las propiedades del todo emergen de las relaciones organizadas entre las partes.

- El grado de complejidad es diferente según los niveles sistémicos que lo conformen. Así, en un nivel se dan propiedades que no se dan en niveles inferiores (por la emergencia).
- Las relaciones partes-todo son invertidas respecto al mecanicismo, “las propiedades de las partes no son propiedades intrínsecas y sólo pueden entenderse desde el contexto del todo mayor” (Ibid: 57). Por tanto, el pensamiento sistémico es contextual, es decir, sólo se puede explicar desde el entorno.
- Las relaciones se expresan en términos de redes. Así, la realidad se percibe como una red de relaciones en la que no existen cimientos ni estratos, sino múltiples relaciones.
- Tal y como lo demostró la Física Cuántica, no hay partes en absoluto, la parte es un patrón dentro de una red de relaciones. Los objetos en sí mismos son redes de relaciones pertenecientes a redes mayores. Mientras en el mecanicismo lo relevante son las partes y las relaciones entre ellas son secundarias, en el pensamiento sistémico lo prioritario son las relaciones. Si se observa, el panel A de la Figura 1.10., correspondería al enfoque analítico propio del mecanicismo. En contraste, en el panel B lo que se destacan son las relaciones entre las partes, de tal forma que aparecen nuevas partes (subsistemas) como producto de dichas interrelaciones.

Así, en la perspectiva sistémica las características de las partes están determinadas por el tipo de interrelaciones de las partes (subsistemas) del todo (el sistema). En la ciencia sistémica cada estructura se considera como la manifestación de procesos subyacentes, corresponde entonces a un pensamiento procesual, en contraste con la visión mecanicista que contempla estructuras fundamentales que interactúan mediante fuerzas y mecanismos generando así procesos. Tal y como lo expresa Laborit, (1970) la estructura es el conjunto de relaciones entre elementos de un conjunto.

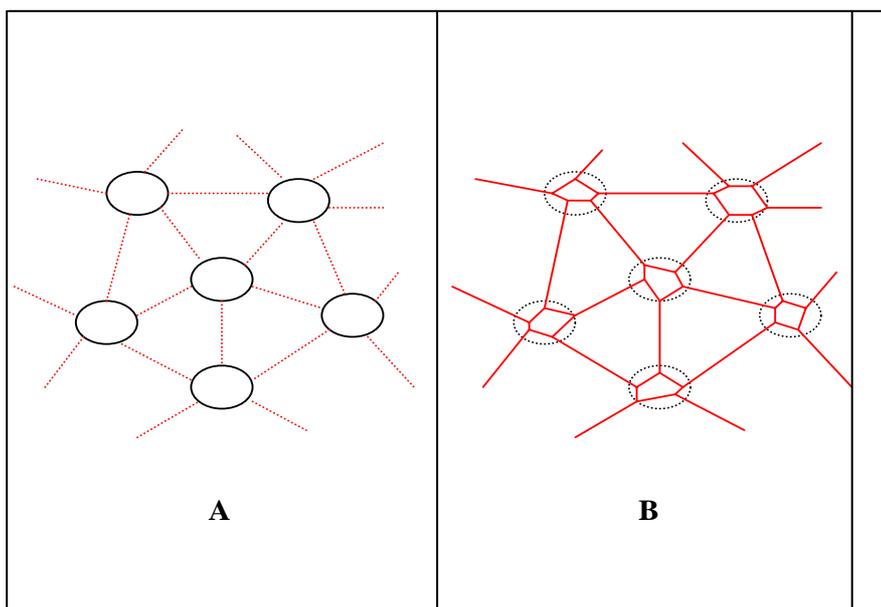


Figura 1.10. *El cambio de esquemas, de objetos a relaciones.*
(Tomado de Capra, 2000: 58)

El pensamiento sistémico tiene importantes implicaciones en la epistemología de las Ciencias. A continuación se mencionan las destacadas por Capra (2000):

- No preponderan unas ciencias sobre otras. Así, la Física deja de tener una supremacía, un nivel más fundamental dentro de las ciencias. De tal forma, la Biología, la Psicología, la Física, etc. pertenecen a diferentes niveles sistémicos pero ninguno es más fundamental que otro.
- No existen concepciones de cimientos que soporten las estructuras científicas, sino más bien redes.
- Se afecta el concepto tradicional de la objetividad de las Ciencias (propia del paradigma cartesiano). Como lo mencionara Heisenberg “Lo que observamos, no es la naturaleza en sí misma, sino la naturaleza expuesta a nuestro método de observación” (Ibid: 60). En consecuencia, la identificación de patrones (como objetos) depende del observador y del proceso de conocimiento.

- Los conceptos y teorías son limitados y aproximados. “La Ciencia nunca puede facilitar una comprensión completa y definitiva” (Ibid: 61), debido a la existencia de múltiples relaciones, con lo cual resulta imposible abordarlas en su totalidad. “Los científicos jamás pueden tratar con la verdad, en el sentido de una correspondencia precisa entre la descripción y el fenómeno descrito” (Ibid: 61). En consecuencia, lo que hace la Ciencia es aproximarse a la realidad.

Según García (1998a), esta perspectiva es incompatible con las propuestas deterministas y reduccionistas. Para este autor, entre otros son conceptos sistémicos: los mecanismos de regulación y autoperpetuación de los organismos, los sistemas jerárquicos y los niveles de organización, la modelización referida a los sistemas y la teoría ecológica.

Para cerrar este apartado referente a los aspectos epistemológicos, conviene presentar el punto de vista de Mayr, respecto al estatus de la Biología, construido a partir de su vasta experiencia en este campo. En su último libro este autor hace hincapié en el hecho de que la existencia de la Biología como Ciencia fue ignorada, a pesar de los desarrollos de los estudiosos del mundo viviente durante los siglos XVII y XVIII, tanto en el campo de la Medicina, como de la Historia Natural. Incluso, habiéndose establecido las ramas de la Biología: funcional y evolutiva, entre 1828, y 1866. “La Biología era todavía en buena parte pasada por alto por filósofos de la Ciencia, desde Carnap, Hempel, y Popper, hasta Kuhn” (Mayr, 2006: 42). Ello, según este autor, debido a la falta de formación en Biología de los filósofos de la Ciencia. Dadas las características de los fenómenos vivientes, como la variación, o los hechos fortuitos, la Biología no se identifica con los referentes propios de las ciencias llamadas físicas, que son las que han orientado los referentes filosóficos tales como el esencialismo (tipología), y el determinismo.

En la Tabla 1.2., se sintetizan las características más relevantes de las tres principales perspectivas del Conocimiento Biológico.

Tabla 1.2. *Comparación de las principales características de las perspectivas epistemológicas del conocimiento biológico.*

(A partir de Blandino, 1964; Canguilhem, 1976; Mayr, 1998; Capra, 2000; Varela, 2002)

VITALISMO	MECANICISMO	ORGANICISMO Y ENFOQUE SISTÉMICO
<p>Énfasis en el estudio de la sustancia (composición, cantidad, distribución)</p> <p>El organismo cuenta con características propias, diferentes de las físicas y químicas.</p> <p>Existencia de una fuerza vital que organiza las actividades que hacen posible la vida.</p> <p>Doctrina aristotélica: finalista y determinista.</p> <p>No casualismo.</p> <p>Finalismo (asignado a Dios para el vitalismo tomista).</p> <p>El epigenismo explica los fenómenos de lo vivo.</p> <p>Existe una unidad viviente.</p> <p>Principio vital: para Stahl (renacimiento) el alma racional.</p> <p>El conocimiento biológico no necesariamente es matematizable.</p>	<p>Énfasis en el estudio de la sustancia (composición, cantidad, distribución)</p> <p>El organismo es una máquina. Sus características son exclusivamente de naturaleza física y química.</p> <p>El organismo se origina bajo la dirección de Dios (m. teísta) o por la casualidad y/o la selección (m. ateísta).</p> <p>Énfasis en las partes, en la sustancia (materia, estructura, cantidad). Comprensión del funcionamiento del todo desde las propiedades de las partes.</p> <p>Demócrito: determinismo, casualidad, antifinalismo.</p> <p>M. moderno: determinismo material y causalismo.</p> <p>Atomista (Demócrito), No atomista (Descartes)</p> <p>No es finalista</p> <p>El preformismo explica los fenómenos de lo vivo.</p> <p>Para comprender las el todo, se parte del estudio de las partes.</p> <p>Lo relevante es lo cuantitativo, la objetividad, la verdad.</p> <p>Énfasis en concepto de función.</p> <p>El conocimiento biológico es matematizable.</p>	<p>Énfasis en el estudio de la forma (los patrones).</p> <p>Énfasis en la relaciones.</p> <p>El organismo tiene patrones de organización que le permiten autoorganizarse y autorregularse mediante redes de relaciones.</p> <p>La constitución de los sistemas no está coordinada por ninguna fuerza ni principio externo al organismo sino que emerge desde su interior.</p> <p>Las interacciones de elementos físicos y químicos hacen posible lo vivo. Dichas interacciones no obedecen exclusivamente a las propiedades físicas y químicas sino a los patrones de organización intrínsecos al sistema organismo.</p> <p>Las propiedades y comportamientos de las partes están determinadas por las del todo.</p> <p>La unidad depende de la organización de las partes.</p> <p>No preponderan unas ciencias sobre otras.</p> <p>Los conceptos y teorías son limitados y aproximados. No existe objetividad.</p> <p>La ciencia se aproxima a la realidad.</p> <p>Énfasis en concepto de organización.</p>

4.2.3. Referentes de la vida y de lo vivo

Un aspecto que ha suscitado controversia en la Biología ha sido el relacionado con la morfogénesis de los organismos, preponderando la oposición entre los preformistas y los epigenistas. Esta discusión fue posible debido a hechos importantes, ocurridos entre mediados del siglo XVII y finales del XVIII que aportaron al conocimiento del desarrollo embrionario, la regeneración y la generación espontánea, tales como: las observaciones microscópicas de Antonio van Leeuwenhoek, las observaciones del desarrollo embrionario de animales como el pollo, la rana e insectos, y los estudios sobre la regeneración de la hidra realizados por Spallanzani.

La perspectiva del *preformismo* plantea que el embrión está formado por partículas muy juntas y a medida que se desarrolla, estas se van distanciando por acción de la interposición de otras partículas tomadas de los alimentos. Los preformistas tuvieron una tendencia mecanicista, defendieron que la morfogénesis embrional no está guiada por el alma, sino que por el contrario es una estructura preexistente. Además, como consecuencia de las observaciones de Redi y Spallanzani, se negó la generación espontánea (Blandino, 1964).

Según este autor, en el enfoque preformista, la concepción de reproducción se orienta como la transmisión, de generación en generación, de las características fenotípicas preformadas. Así, la teoría de los envoltorios de Vallisneri contemplaba que en el germen de un organismo existe un organismo pequeñísimo y, a su vez, en las glándulas germinales de este hay gérmenes que contienen los organismos completos, aún más pequeños, y así sucesivamente, de generación en generación.

Obviamente, en esa época los conocimientos bioquímicos eran limitados y no se concebía que lo que se transmite es información (genotipo). En cambio, se pensaba que lo que se transmite son características fenotípicas, ya expresadas, aunque en escala mínima, es decir creadas desde un comienzo. Existieron dos vertientes de preformistas: los ovulistas y los animalculistas, según concibieran que el nuevo organismo en miniatura estuviese contenido en el óvulo ó en el

espermatozoide. No obstante, en los dos casos se presentó la dificultad para explicar la función del elemento germinal del otro sexo.

En contraste, la perspectiva del *epigenismo* concibe que en el desarrollo embrionario poco a poco se van formando las partes que antes estaban ausentes, dicha formación, sólo es posible mediante la orientación de la materia amorfa por parte de un principio vital. La entelequia (ya sea de tipo sustancial o una fuerza) siempre es exclusiva del mundo de los vivientes, dirige la morfogénesis, conserva la estructura del adulto y regenera las partes amputadas. Los epigenistas defienden la generación espontánea de sustancias en putrefacción, argumentando que sólo principios esenciales pueden ordenar la materia informe mediante reacciones químicas (sin influencia de *vis vitalis*) (Giordan, 1988).

En relación con la naturaleza del viviente, Blandino (1964) plantea que los fenómenos biológicos vegetativos, al igual que los físicos son *determinísticos* (implican autorregulación y coordinación) con lo cual, en iguales condiciones materiales siempre ocurren de la misma manera y existen leyes fijas (propiedades activas y pasivas, intrínsecas y estables de la materia que determinan la acción) que establecen las modificaciones de las estructuras moleculares sin necesidad de que haya un principio vital. Entendidas las leyes, como el comportamiento de la materia expresable de forma matemática mediante la relación constante entre diferentes variables físicas.

¿Qué determina las formas, las características que identifican a un organismo? La estructura biológica específica (determinada a nivel macromolecular), según Blandino (1964), estará guiada por leyes biológicas vegetativas propias de la sustancia material (subatómica) “en cada uno de estos corpúsculos debe haber potencialidad activa, claramente enderezada a producir las variadas formas del mundo biológico” (Ibid: 314).

El determinismo de los seres vivientes obedece a leyes fijas intrínsecas en la materia de las estructuras vivientes, que conduce a regularidades morfológicas, dinámicas (permanencia de estructuras y reproducción) y funcionales de los

organismos. Los vivientes poseen estructuras altamente específicas y regulares, la formación de dichas estructuras no puede ser casual ya que la casualidad es irregular e inconstante (desigual, incompleta, no coordinada, disfuncional). El determinismo viviente es posible debido a la existencia de leyes biológicas específicas para el mantenimiento de la estructuración dinámica de todas las moléculas del organismo. Las leyes biológicas constituyen características que direccionan la construcción de estructuras que hacen posible la constancia de los vivientes. Existen leyes preferenciales a favor de la constitución y mantenimiento de las estructuras vivas, de lo contrario no sería posible la vida. Esta perspectiva difiere del mecanicismo ya que en el ser viviente, contrario a lo que ocurre en la máquina, existen leyes intrínsecas que tienden a producir y a mantener el organismo; mientras que la organización de la máquina es puramente extrínseca.

La concepción biológica de este autor se caracteriza por: el finalismo objetivo instrumental, el determinismo anticausalístico y la regularidad de los fenómenos biológicos; “la regularidad morfológica y la regularidad dinámica son las dos características sobresalientes de los seres vivos” (Ibid.: 270). El finalismo objetivo instrumental, hace referencia a que las partes coexisten coordinada e independientemente realizando las funciones que garantizan el mantenimiento de la vida del todo. En la ontogénesis y también en el organismo adulto existen grupos celulares (u órganos) que dominan y guían el desarrollo coordinado de las partes, en vez de hacerse mediante convergencia de las partes sin predominio de unas sobre otras; debe existir una subordinación de unas a otras. La otra concepción biológica característica es la organicista en el sentido que el viviente “tiene leyes de determinantes, con elevada constancia, de su estructura dinámica” (Ibid: 266). La perspectiva organicista difiere del mecanicismo, dado que el organismo no es una máquina formada por casualidad; de igual forma, difiere del mecanicismo cartesiano ya que la causa no puede ser Dios (causa extrínseca). También se aparta del vitalismo porque no considera necesaria la existencia de la entelequia.

Para el autor en mención, el viviente es una estructura molecular con metabolismo cuasi-cíclico, reproducción y actividades funcionales. Desde el punto de vista termodinámico, es un sistema abierto en estado estacionario (dado que su

constitución es casi constante), o más exactamente, en estado casi-estacionario principalmente en organismos pluricelulares (teniendo en cuenta que terminan en la muerte). Al respecto

Capra (2000) señala que para Bertalanffy los sistemas vivos son abiertos, operan lejos del equilibrio y se autorregulan.

Blandino (1964) hace un análisis de las propiedades de las estructuras vivientes (resultante de la interacción entre partes) en comparación con la no viviente. Inicialmente aporta dos argumentos a favor de la emergencia de leyes biológicas nuevas. En palabras del autor:

“El nuevo agregado con sus nuevas relaciones espaciales constituye una condición nueva de influjos recíprocos entre los corpúsculos, condición que puede hacer variar las propiedades de los corpúsculos de un modo no previsible (p. 317); y ...parece que los fenómenos biológicos presentan una variación brusca con respecto a los fenómenos inorgánicos y, por consiguiente, es probable que también las leyes biológicas presenten una variación brusca e imprevisible con respecto a las leyes inorgánicas” (Ibid: 318).

No obstante lo anterior, pesa más el argumento en contra que indica que los influjos directos entre corpúsculos lejanos son escasos y casi nulos, con lo cual sería mucho más probable que se diera emergencia en la formación de moléculas pequeñas en donde interactuarían átomos cercanos. Por otra parte, la emergencia implicaría las desviaciones de leyes físicas muy generales y válidas. Con lo anterior se explica que para el autor en mención resulta improbable la existencia de emergencia de propiedades nuevas en los complejos vivos.

Por otra parte Monod (1985) plantea que las características de los seres vivos son:

- a) La Teleonomía.
- b) La morfogénesis autónoma.
- c) La invariancia reproductiva.

Dichas características son contempladas desde dos perspectivas: la microscópica (molecular) que implica procesos metabólicos y la macroscópica (individuo y poblaciones) que entraña procesos evolutivos.

a). La *teleonomía* corresponde a procesos morfogenéticos espontáneos y autónomos entendidos como proyectos de autoconstrucción (a partir de morfogénesis internas a él), autofuncionamiento y regulación. Ello conlleva a un determinismo interno autónomo, preciso, riguroso, con libertad casi total de agentes o condiciones externas que son incapaces de dirigirlo o de imponer, al objeto viviente su organización. Así, para este autor es posible comprender que el organismo trasciende las leyes físicas “para no ser más que persecución y cumplimiento de su propio proyecto” (Monod, 1985: 91). En sus palabras, “una de las propiedades fundamentales que caracterizan sin excepción a todos los seres vivos: la de ser objetos dotados de un proyecto que a la vez representan en sus estructuras y cumplen sus “performances”⁶ (Ibid.: 20). Se plantea una aparente paradoja, ante el hecho de mantener tan elevados niveles de orden que implican los aparatos teleonómicos y su multiplicación, lo cual estaría en contravía del segundo principio de la termodinámica. No obstante, conservar ese aparato teleonómico dominante demanda una gran cantidad de energía.

Según este autor, las proteínas constituyen los agentes moleculares de la teleonomía estructural y funcional por ser las responsables de: la catálisis de las reacciones bioquímicas (las enzimas), la regulación de procesos (enzimas alostéricas, receptores de membrana, promotores y reguladores genéticos, etc) y la constitución de estructuras celulares y extracelulares fundamentales de los organismos. En los tres casos, fundamentalmente a través de interacciones altamente específicas que obedecen al establecimiento de uniones no covalentes (entre radicales de aminoácidos, o entre estos y secuencias nucleotídicas o con radicales de azúcares). Para Monod la discriminación electiva caracteriza a los seres vivos.

⁶ Se entiende por performance el logro, la ejecución conseguida.

La información estructural puede ser creada y distribuida en los seres vivos. Así, las enzimas son altamente específicas y sus productos son extremadamente específicos, incluso llegando a discriminar la producción de determinado isómeros ópticos. La regulación obedece a las necesidades fisiológicas, la “inmensa red de interconexiones cibernéticas que hacen de un organismo una unidad funcional autónoma” (Ibid: 89) trascendiendo las leyes químicas posibles, gracias a estrategias reguladoras en la cuales están involucradas proteínas con capacidades de reconocimiento estereoespecífico diferenciales.

Este autor afirma que es el azar la causa de la estructuración del aparato teleonómico, azar que posibilita las perturbaciones, fuentes a su vez de las modificaciones del texto químico. Así, el origen de toda novedad y creación en la biosfera reside en el azar.

Esta noción [el azar] es también, de todas las ciencias, la más destructiva de todo antropocentrismo, la más inaceptable intuitivamente para los seres intensamente teleonómicos que somos nosotros. Es pues la noción, o más bien el espectro, que debe a toda costa exorcizar todas las ideologías vitalistas y animistas (Ibid.: 125).

Paradójicamente, a pesar de la gran diversidad, en los niveles morfológicos, estructurales (principalmente macroscópicos) y funcionales, existente entre los organismos, todos, desde las bacterias primitivas hasta los mamíferos superiores compartimos una unidad a escala microscópica representada en estructuras moleculares y vías metabólicas. A esa conservación de caracteres se le denomina *invariancia*, la cual además hace posible la preservación de las especies a lo largo del tiempo. La *invariancia* es factible gracias a los procesos reproductivos que garantizan que los descendientes hereden las características de los progenitores (reproducción invariante). Así como Monod otorga prioritariamente a las proteínas (tanto estructurales como enzimáticas y reguladoras) las características teleonómicas, asigna al ácido desoxirribonucléico (ADN), la invariancia genética por la propiedad que tienen estas moléculas de autorreplicarse con alta fidelidad.

A lo largo del desarrollo de la Biología se han abordado las invariancias, así por ejemplo en el caso de la Zoología, el establecimiento de uniformidades

anatómicas, a partir de comparaciones, posibilitaron constituir relaciones entre organismos. Posteriormente, con los desarrollos de la Bioquímica, en el segundo cuarto del siglo XX, se corrobora la “profunda y rigurosa unidad a escala microscópica de todo el mundo viviente” (Ibid.: 116).

Volviendo al asunto de la diversidad biológica, es evidente que existe variabilidad genética que se conserva sustancialmente al interior de cada especie. Dicha variabilidad, se debe fundamentalmente a perturbaciones que se presentan por modificaciones en la información genética almacenada en las moléculas de ADN (alteraciones como sustituciones, adiciones, deleciones de uno o más nucleótidos) ocasionadas principalmente por mutaciones y procesos de recombinación. La variancia precede necesariamente a la teleonomía, el surgimiento de estructuras teleonómicas cada vez más interesantes, según la idea darwiniana, resulta de “perturbaciones sobrevenidas a una estructura poseyendo ya la propiedad de invariancia, capaz por consecuencia de conservar el azar y por ello de someter los efectos al juego de la selección natural” (Ibid: 35). El cambio se da a nivel microscópico (molecular) a partir del azar y opera a nivel macroscópico (a escala de organismo).

b) El autor en referencia concibe al organismo como una máquina, desde los puntos de vista estructural y funcional, no así en lo que atañe a su construcción. Plantea que el organismo dirige su *morfogénesis* de una manera *autónoma*, gracias a las asociaciones microscópicas estereoespecíficas, y espontáneas entre moléculas (esencialmente entre proteínas, y entre proteínas y ácidos nucleicos). A su vez, propone que la morfogénesis macroscópica debería también obedecer a una formación espontánea derivada de interacciones estereoespecíficas microscópicas de proteínas. Hoy día se conoce que la morfogénesis a nivel macroscópico no depende exclusivamente de las interacciones entre proteínas sino que están involucradas moléculas como los azúcares y los lípidos.

c) Las interrelaciones surgen del azar pero se constituyen conservadas y se reproducen por la maquinaria de la *invariancia*, convirtiéndose en orden, en regla, en necesidad, haciendo posible del organismo una unidad funcional. Para el caso

de la adquisición de la estructura secundaria de una proteína a partir de la cadena de aminoácidos, ocurre debido a las interacciones no covalentes (la gran mayoría de las veces) entre los radicales de los aminoácidos elegidos entre sí al azar, conllevando sin embargo a garantizar una alta fidelidad que asegura la invariancia de las diferentes copias de la proteína y de las estructuras que de ellas deriven.

Hoy día, se conocen secuencias aminoacídicas lineares de miles de proteínas y varios cientos de estructuras tridimensionales de formas activas biológicamente de proteínas (Hofman y Webwe, 2003). A su vez, en las últimas décadas se han determinado secuencias de nucleótidos del ADN del genoma de diferentes organismos que posibilita la deducción de secuencias de aminoácidos, posibilitando la obtención de información de moléculas proteicas funcionales biológicamente. Monod (1985) acentúa que en los seres vivos ocurren procesos epigenéticos que conllevan a la conformación de estructuras complejas y diferenciadas tales como las proteínas globulares y los ribosomas, mediante el ensamblaje de monómeros repetitivos, adquiriendo de esta forma propiedades funcionales intrínsecas que antes (en presencia de los monómeros despolimerizados) se carecían.

Para Monod, las características de los seres vivos están interrelacionadas y son interdependientes. Así, la teleonomía hace posible la multiplicación de las especies y como consecuencia la conservación de las mismas. Todas las propiedades de los seres vivos se deben a principios fundamentales de conservación molecular. De igual forma, plantea que la capacidad de reproducir y transmitir la información de su propia estructura (reproducción invariante) deriva de las propiedades teleonómicas.

Contrario a la Teoría General de los Sistemas y a pesar de concebir a los organismos como sistemas vivientes complejos, Monod (1985) aborda el estudio de lo vivo desde el punto de vista analítico y considerando los organismos como máquinas en las que se realizan las reacciones bioquímicas necesarias para mantenerse como unidad funcional coherente e integrada. Como máquina

coherente funcionalmente, compleja y autónoma que se autorregula mediante la acción de proteínas detectoras de señales químicas.

Esta perspectiva riñe con las visiones holística y organicista, planteadas por los enfoques complejos acerca de los sistemas vivientes, tal y como lo conciben Capra (2000) y Varela (2002). Monod defiende el carácter teleonómico no como atributo de sistemas complejos sino debido a moléculas, como es el caso de las enzimas alostéricas capaces de “activar electivamente una reacción y regular su actividad en función de varias informaciones químicas” (Monod, 1985: 91). A su vez, el autor reconoce que las interacciones reguladoras moleculares de los sistemas microscópicos han podido ser selectivamente escogidas atendiendo exclusivamente de su participación en la coherencia del sistema. A pesar de lo anterior, afirma que los sistemas microscópicos de los seres vivos son altamente complejos, incluso sobrepasando los sistemas globales de los organismos. Por otra parte, en su explicación de los procesos epigenéticos para la conformación de macromoléculas se denota la emergencia de estructuras de orden superior a partir de monómeros, adquiriendo simultáneamente propiedades funcionales, antes totalmente ausentes. Además reconoce la capacidad de autorregulación de los seres vivos, plantea que la extrema coherencia de los sistemas teleonómicos sirve como guía y como freno para posibilitar la permanencia o no de mutaciones. Las “performances” teleonómicas son las principales orientadoras de la selección (es decir de la autonomía de los organismos respecto al medio).

Es paradójico que a pesar de la complejidad asignada por Monod a los organismos, él los considere máquinas.

En la Biología la dificultad es de otro orden, las interacciones elementales sobre las que reposa toda trama son relativamente fáciles de comprender gracias a su carácter mecanístico. Es la fenomenal complejidad de los sistemas vivientes lo que desafía toda representación intuitiva global (Ibid.: 152).

Resulta difícil identificar el referente epistemológico del pensamiento de Monod, en relación con los paradigmas predominantes del Conocimiento Biológico. Los planteamientos de este autor, hacen pensar que posee referentes

tanto del mecanicismo como del organicismo y del pensamiento sistémico. En la Tabla 1.3. se muestran los elementos que apuntan en uno y otro sentido.

Tabla 1.3. *Planteamientos mecanicistas y organicistas del pensamiento de Monod*

PLANTEAMIENTOS A FAVOR DE POSTURA MECANICISTA	PLANTEAMIENTOS A FAVOR DE POSTURA ORGANICISTA Y SISTÉMICA
<p>Abordaje analítico de lo vivo. Reduccionismo a estructuras y procesos moleculares (molecularización). Reacciones espontáneas (que suponen determinismo y casualismo). El azar como organizador del aparato teleonómico. Denominación explícita de “aparato” teleonómico (supone condición de máquina).</p> <p>Organismo como máquina desde el punto de vista estructural y funcional.</p> <p>Explícito carácter mecanístico de la biología.</p>	<p>Organismo como un sistema. Los procesos vitales trascienden las leyes físicas.</p> <p>Interacciones moleculares estereoespecíficas. Surgen del azar y se convierten en orden, en necesidad. Procesos de autorregulación por interconexiones cibernéticas.</p> <p>Características interrelacionadas e interdependientes.</p> <p>Desde el punto de vista de la morfogénesis el organismo no es una máquina.</p> <p>Emergencia de propiedades en macromoléculas antes ausentes en los monómeros.</p>
<p>PLANTEAMIENTO INTERMEDIO: No es claro a qué se deba la propiedad de los organismos de poseer un proyecto teleonómico (a la vez representado en sus estructuras).</p>	

Además, en la visión de Monod acerca de las características de lo vivo se denotan elementos vitalistas como la existencia de una “fuerza organizadora” del aparato teleonómico y la existencia de procesos epigenéticos (formación de moléculas).

Desde la perspectiva de Maynard (1987), la mayor parte de la Biología se ocupa de las propiedades de los organismos a dos niveles:

- a) Bioquímico y fisiológico.
- b) Genético y teoría de la evolución.

a) El primer nivel hace referencia a los procesos metabólicos en los que ocurre un continuo cambio de átomos y moléculas en el organismo, lo cual implica la construcción de una estructura compleja que se mantiene gracias a la energía

que fluye por ella. Estos procesos están enmarcados básicamente en el nivel orgánico. Abordar la Biología desde esta dimensión implica estudiar los componentes de los organismos que constituyen su estructura compleja, las reacciones bioquímicas que posibilitan el metabolismo, las enzimas, la obtención de energía, la especialización intracelular y/o intercelular de los procesos metabólicos, la regulación del metabolismo lo cual lleva implícito la regulación del flujo de energía y la existencia continuada de moléculas y estructuras. Este nivel es equivalente a la denominación de Biología funcional asignada por Mayr (2006), la cual se ocupa del problema de las causas próximas (Mayr, 1998).

b) El nivel genético y de teoría de la evolución, referenciado en el marco poblacional, se ocupa de los procesos que garantizan la supervivencia y reproducción de los seres vivos. La población de entidades que posee un mecanismo hereditario desarrolla adaptaciones para su supervivencia. Maynard, considera como propiedades fundamentales de las poblaciones: la multiplicación, la variación y la herencia. Este nivel es equivalente a la denominación de Biología evolutiva asignada por Mayr (2006), la cual se ocupa del problema de las causas remotas (Mayr, 1998).

No obstante, los dos niveles de análisis están interrelacionados. Así, los cambios que emergen con el tiempo en las poblaciones se hacen evidentes en las modificaciones de las entidades constituyentes de los organismos.

Desde la perspectiva de la complejidad, Morin (1980, citado por García, 1998: 103) propone que los seres vivos tienen una organización basada en tres tipos de relaciones:

- La complementariedad: asociación, cooperación.
- La concurrencia: rivalidades, competencia.
- El antagonismo: conflictos, parasitismos, depredaciones

Así mismo, afirma que los únicos seres que tienen la capacidad de crecer, metabolizar y procesar la información simultáneamente son los seres vivos.

Wandersee, Fischer y Moody (2000) destacan la Biología como una ciencia única que se diferencia de las Ciencias físicas, existiendo bordes difusos entre la primera y las segundas. En las Ciencias biológicas la forma y contenido, así como la generalización de las explicaciones es diferente de las Ciencias físicas. Por ejemplo:

- En cada uno de niveles de organización de la vida (desde átomo hasta biosfera) existen propiedades propias emergentes, que en cambio no existen paralelamente en las ciencias físicas.
- En las ciencias de la vida se estudian objetos con información de su historia (en contraste, por ejemplo la Química estudia objetos típicamente inanimados, esencialmente intercambiables).

Estos autores destacan como características de los organismos vivos el ser: sistemas abiertos con cierto mínimo de complejidad; sistemas autorregulados, con capacidad de autorreparación, automantenimiento, desarrollo y reproducción limitados por sus requerimientos de supervivencia; dinámicos, con capacidad de síntesis, organización y consumidores de energía. Sintetizan las características de los organismos en:

- Poseer un programa genético.
- Durante el desarrollo, la diferenciación ocurre a partir de una célula hasta un organismo completo.
- Supervivencia de las especies mediante la selección natural.

Miller, 1978 (citado por Wandersee, Fischer y Moody, 2000) propone las siguientes dimensiones de los sistemas vivientes: espacio, tiempo, materia, energía e información. Para este autor los sistemas viviente, en todos los niveles de organización, son abiertos y están formados por subsistemas que procesan sustratos y productos de varias formas de materia, energía e información. Los sistemas vivientes pueden ser descritos en términos de:

- Sustratos, potencia, energía, consumo, gasto, inversión (*inputs*) y productos, producción (*outputs*)
- Flujo a través del sistema (sangre: sistema circulatorio; bolo alimenticio: digestión; sistema urinario).
- Estados estables (mantenimiento de estabilidad)
- Retroalimentación.

A la vez, para los sistemas vivos propone 19 subsistemas críticos implicados en procesos, a saber: reproducción; límite entre lo propio y el otro; ingestión de nutrientes; distribución de materia, energía e información; conversión de materia, energía e información; producción de nueva materia orgánica; excreción; movimiento a diferentes niveles (células, tejidos, etc); soporte de estructuras; transformación de sustratos (enzimas); transformaciones internas (enzimas intracelulares); canal y red (cerebro); decodificación de información; asociación de eventos y experiencias; memoria; decisión de acciones y actitudes; codificación de información; transformación de productos. Así, los sistemas se pueden diferenciar teniendo en cuenta las variadas dimensiones: tamaño, duración, movilidad, grado de cohesividad espacial, densidad de distribución de unidades, número de procesos, complejidad de procesos, transferencia de procesos de un componente a otro, tasa de crecimiento. En la Tabla 1.4. se resumen las características de lo vivo, según diferentes referentes teóricos comentados.

Tabla 1.4. *Características de los seres vivos según diferentes referentes teóricos.*

ENFOQUE	CARACTERÍSTICAS DE LOS SERES VIVOS
Claude Bernard (Según Canguilhem, 1976)	La especificidad de los procesos biológicos.
	La individualización: No existen dos organismos idénticos.
	La totalidad: para estudiar las partes, siempre se requiere tener como referente el todo, aún cuando se quiere comprender la composición y funcionamiento de las partes.
	La irreversibilidad de los procesos biológicos
Blandino (1964)	Determinismo no casual: Tanto organización y mantenimiento de estructuras vivas, como el desarrollo y la reproducción están guiados por leyes biológicas fijas intrínsecas vegetativas propias de la materia (subatómica). Fenómenos biológicos: - Determinísticos: actividades vegetativas (ej. morfogénesis, nutrición, etc): demandan autorregulación y coordinación. Los fenómenos obedecen a leyes materiales fijas. - No determinísticos (sólo al inicio de cadena de actividades en un proceso, una vez comenzado el proceso, es determinístico). Actividades de relación (ej. control del músculo estriado). Debido a influjo psíquico Desarrollo: grupos celulares orientan la convergencia de las partes.
	Regularidad morfológica y dinámica.
	Finalismo objetivo instrumental: coexistencia coordinada de las partes
	Organicismo: Las leyes biológicas emergen del propio organismo y difieren de las leyes inorgánicas.
	Sistema abierto en estado cuasi-estacionario.
Monod (1985) (Enfoque primordialmente molecular)	Teoleonomía: la catálisis y regulación que posibilitan el metabolismo, al igual que las estructuras biológicas están mediadas directamente por mecanismos de interacciones estereoespecíficas no covalentes microscópicas que comprometen a las proteínas.
	Invariancia genética: la maquinaria química que compartimos los organismos. La diversidad biológica se conserva al interior de cada especie y se origina de pequeñas modificaciones en secuencia de del material genético.
	Morfogénesis autónoma: epigénesis mediante asociaciones estereoespecíficas microscópicas espontáneas (proteínas-proteínas, proteínas-ácidos nucleicos).
Maynard (1987)	Metabolismo . Nivel orgánico. (Se podría relacionar con lo funcional, las causas inmediatas)
	Genética y teoría de la evolución. Nivel poblacional (multiplicación, la variación y la herencia). Se podría relacionar con lo evolutivo, con las causas remotas.
Wandersee, Fischer, y Moody (2000)	Propiedades propias emergentes. Capacidad de autoorganización. Existencia de un programa genético. Diferenciación durante el desarrollo a partir de una célula. Supervivencia de las especies mediante la selección natural.
Preformista (siglos XVII y XVIII)	Reproducción: Transmisión, entre generaciones, de características fenotípica preformadas. Desarrollo: Embrión preformado (teoría de los envoltorios de Vallisneri). Corresponde a perspectiva mecanicista.
Epigenista (siglos XVII y XVIII)	Desarrollo progresivo de partes antes ausentes. Corresponde a perspectiva vitalista.

4.2.4. Nociones centrales de la Biología

Como lo expresa Mayr (1998), la Biología es una Ciencia altamente diversificada debido a:

- La variabilidad de organismos que estudia.
- Los amplios niveles jerárquicos que aborda: desde el nivel molecular al de biotas, pasando por el celular, de tejidos, órganos, organismos, etc.
- La diversidad de campos de estudios. Así, para cada nivel de organización existe una especialidad de estudio, por ejemplo: Genética, Citología, Anatomía, Etología, Sistemática, etc.
- La amplia gama de aplicaciones, que ha conllevado a contribuir en la constitución de áreas como la Medicina, la Agricultura, la Silvicultura, la Piscicultura, etc.

Dado el vasto universo que está implícito en la Biología, discriminar qué es lo esencial en ella, resulta bastante complicado. Para abordar esta cuestión podemos tener en cuenta dos criterios: por una parte la clasificación que se hace de los diferentes campos o disciplinas de las ciencias de la vida (es decir la forma como están estructuradas las ciencias de la vida), y, por otra parte, las características que identifican a lo vivo. En la Tabla 1.5. se sintetizan algunas clasificaciones de los campos de estudio de la Biología.

Tabla 1.5. *Algunas clasificaciones de los campos de estudio de la Biología.*
Las líneas indican las relaciones entre clasificaciones. (A partir de Mayr, 1998)

CRITERIO	CLASIFICACIÓN DE DISCIPLINAS BIOLÓGICAS
Tradiciones	Historia Natural: Sistemática, Biología comparada, Ecología y Biología Evolutiva.
	Medicina: Anatomía y la Fisiología
Tipo de método aplicado	Método comparativo: Evolución, Morfología comparada, Fisiología comparada, Embriología comparada, Psicología comparada, etc. Principalmente a partir de la observación (enfoques naturalistas). Generalmente responde a problemas de causación remota.
	Experimentación: Fisiología, Embriología, Citología. Generalmente responde a problemas de causación próxima (predominio de investigaciones en procesos funcionales).
Tipo de causas	Escuela de causación evolutiva o remota: Biología evolutiva, Genética de poblaciones, Etología, Sistemática, Morfología comparada, filogenia. Utiliza métodos comparativos a partir de la observación; estudia principalmente genotipo y su historia; generalmente se determinan por inferencias a partir de narraciones históricas
	Escuela de causación próxima: Fisiología (de órganos, celular, etc.), Biología Molecular, Morfología funcional, Biología del desarrollo, Genética. La mayoría son mecánicas (desciframiento de programas genéticos o somáticos ya existentes); estudian fenotipo, el funcionamiento.
Tipo de pregunta	¿Qué?: Biología descriptiva: Taxonomía, Morfología, Biología Molecular, Biología Evolutiva, Fisiología. Biodiversidad y Ecología (estudio de interacciones) .
	¿Cómo?: Biología funcional: fisiología, embriología. Estudia causas próximas; principalmente disciplinas biológicas fisicistas.
	¿Por qué?: evolución. Principalmente de tipo histórico y evolutivo.
Consideración morfológica	Separación jerárquica en Citología, Histología, Fisiología de los órganos
Enfoque más o menos jerárquico	Biología Molecular, Biología Celular, Genética, Biología del desarrollo, Biología regulatoria, Biología de grupos y Biología ambiental.
Comité de Ciencias de la Vida, de la Academia Nacional (USA)	1) Biología Molecular y Bioquímica, 2) Genética, 3) Biología Celular, 4) Fisiología, 5) Biología del desarrollo, 6) Morfología, 7) Evolución y sistemática, 8) Ecología, 9), Biología del comportamiento, 10) Nutrición, 11) mecanismos de la enfermedad y 12) Farmacología.

Aunque el estatus científico de la Biología ha sido reconocido recientemente (siglo XIX), sus orígenes sobrepasan los dos mil años. Incluso, hasta bien entrado el siglo XX prevaleció la clasificación del estudio de la vida en grandes tradiciones: la Medicina (desde antes de Hipócrates), y la Historia Natural (desde el pensamiento aristotélico). La tradición de la Medicina dio origen a la Anatomía y la Fisiología. Por su parte, la Sistemática, la Biología comparada, la Ecología y la Biología evolutiva derivaron de la Historia Natural.

Aún en la Edad Media y en el Renacimiento perduró esta división, no obstante, en esa época se produjeron aproximaciones entre las dos tradiciones en el campo de la Botánica debido a que se hacían estudios de Historia Natural con énfasis en plantas con propiedades medicinales, de hecho los grandes botánicos de los siglos XVI, XVII y XVIII, como el caso de Linneo, eran médicos (Mayr, 1998).

La revolución científica del siglo XVII afectó poco a la Biología, por el contrario en el XVIII los descubrimientos de diversidad de fauna y flora en diferentes partes del mundo conllevó a importantes desarrollos de la sistemática con el consecuente establecimiento de diferentes museos de Historia Natural (Ibid).

Según Mayr (1998, 2006), teniendo en cuenta el punto de vista metodológico, las disciplinas biológicas se dividieron en dos grupos: las que aplican el método comparativo (Evolución, Morfología comparada, Fisiología comparada, Embriología comparada, Psicología comparada, etc) y las que aplican la experimentación (Fisiología, Embriología, Citología).

El periodo comprendido entre 1828 y 1866, corresponde a la época en que se constituyen las subdisciplinas biológicas: Embriología (Von Baer), Teoría Celular (Schwann y Scheleiden), Fisiología (Müller, Liebig, Helmholtz y Bernard), Filogenia, Biogeografía, Teoría de la Evolución (Wallece y Darwin) y genética (Mendel). Es a partir de estas disciplinas que se desarrollan la mayoría de campos de la Biología que actualmente existen (Ibid).

A partir de 1870, dependiendo del tipo de causa involucrada en el proceso biológico, se produce una ruptura de la Biología en dos escuelas: las que contemplan las causas evolutivas y las que contemplan las causas próximas.

La escuela de *las causas evolutivas* (también denominadas remotas o históricas) se ocupa de causas lejanas. Contempla métodos comparativos a partir de la observación, hace hincapié en estudios del genotipo y su historia. Son las responsables del origen de nuevos programas genéticos y de sus cambios,

generalmente se determinan por inferencias a partir de narraciones históricas, su principal interés es la filogenia, entre sus aportes se pueden destacar el establecimiento de patrones de herencia de caracteres individuales comunes. Con la escuela de causación remota, dejó de tener sentido la separación entre la Zoología y la Botánica debido al descubrimiento de funciones y estructuras comunes para las células animales y las vegetales (Mayr, 1998).

En contraste, la escuela de *las causas próximas* utiliza el método experimental y contempla la Fisiología y la Embriología. La mayoría de las causas próximas son mecánicas y se refieren al desciframiento de programas genéticos o somáticos ya existentes, hacen hincapié en el estudio del fenotipo. De otra parte, influyen principalmente en el funcionamiento de un organismo, de sus partes, de su desarrollo (desde la morfología funcional, hasta el metabolismo y la genética). Cabe resaltar que entre animales y vegetales existen diferencias fisiológicas y en el desarrollo que conllevan a que su investigación no se puede reducir a la experimentación, ignorando los estudios comparativos a nivel de los organismos completos. Al respecto, Ernst Mayr enfatiza: “por muy deslumbrantes que sean los avances de la Biología Molecular, sigue siendo imprescindible una Biología de los organismos completos, aunque dicha Biología tenga que organizarse de manera muy diferente a la tradicional” (Ibid.: 128).

El problema de la Biología de los últimos 130 años es haber abordado los problemas de la vida, excluyentemente, desde la perspectiva de una u otra causación. Por ejemplo, la Ecología difícilmente se puede ubicar en un tipo de causación ya que en esta Ciencia confluyen los dos tipos de causas. Hoy en día se busca la integración de elementos, tanto de la escuela de causas próximas, como de las evolutivas (Ibid.).

Desde principios del siglo XX, se evidencia una gran diversificación de la Biología por la creciente especialización en sus investigaciones. La actual tendencia de la Biología es la proliferación de diversas especialidades con el agravante de no contemplar las ciencias biológicas en conjunto, sin detenerse a

estudiar lo que hay en común entre las especialidades, lo que diferencia fundamentalmente a la Biología de las otras ciencias (Ibid.).

Se han realizado numerosos intentos por clasificar los campos de la Biología, sin embargo hasta el momento ninguno ha resultado satisfactorio. Entre las clasificaciones propuestas en la Historia de la Biología, la más criticada fue aquella que reconocía tres ramas de la Biología: descriptiva, funcional y experimental. Se le criticó básicamente

por los siguientes errores: excluir campos como la Biología evolutiva, desconocer que todas las ramas de la Biología necesitan descripciones y asumir que la experimentación solamente es importante como método de análisis en la Biología funcional (Ibid.).

Mayr (1998), referencia destaca los aportes del Simposio, realizado en 1955 por el Consejo de Biología, para analizar conceptos biológicos y la representación de la estructura de la Biología. En dicho evento surgieron criterios muy variados para su clasificación. A continuación se citan los que tuvieron mayor acogida:

- Propuesta de Mainx: Morfología, Fisiología y otras materias, tomando como base la consideración morfológica. La mayoría se dividen jerárquicamente en Citología, Histología, Fisiología de los órganos, etc.
- P. Weiss (enfoque más o menos jerárquico): Biología Molecular, Biología Celular, Genética, Biología del desarrollo, Biología regulatoria, Biología de grupos y Biología ambiental (agrupando acá aspectos de la Biología organísmica como son la sistemática, la Biología evolutiva, la Biología ambiental y del comportamiento).

Se observaba como tendencia la influencia que tenía la formación académica en la clasificación. De tal forma que si se proviene de una formación fisicista posiblemente la clasificación tiene un énfasis en metodología experimental y en procesos funcionales. En contraste, si la formación ha sido naturalista,

posiblemente se hace énfasis en la diversidad, las poblaciones, los sistemas, las inferencias se harán entonces a partir de las observaciones.

En 1970, el Comité de Ciencias de la Vida de la Academia Nacional de Estados Unidos reconoció doce categorías, tres de las cuales correspondía a campos aplicados de la Biología. Las categorías eran: 1) *Biología Molecular y Bioquímica*, 2) *Genética*, 3) *Biología Celular*, 4) *Fisiología*, 5) *Biología del desarrollo*, 6) *Morfología*, 7) *Evolución y Sistemática*, 8) *Ecología*, 9), *Biología del comportamiento*, 10) *Nutrición*, 11) *Mecanismos de la enfermedad*, y 12) *Farmacología*. A esta clasificación se le critica haber considerado la sistemática y la biología evolutiva como una misma disciplina (Ibid.).

Pedro Cañal señala que:

En el siglo XX el desarrollo de las ciencias y tecnologías relacionadas con la Agricultura (Fisiología, Genética, producción de nuevas variedades de plantas, nuevas técnicas de abonado, riego, recolección, etc.) proporcionaron las bases para la denominada “revolución verde”, mientras que nuevos conocimientos en sectores como la Microbiología, la Inmunología, la Medicina o la Farmacia produjeron, en términos estadísticos, una mejora en la salud y esperanza de vida de la población. (Cañal, 2004: 28)

Este autor menciona que la Biología ha tenido un gran desarrollo en los últimos tiempos y se ha convertido en una Ciencia de apoyo para otras ciencias y tecnologías. De igual forma, señala que actualmente existen 80 subdisciplinas biológicas.

Otro criterio presentado por Mayr (1998) es el tipo de preguntas que suscitan las investigaciones: ¿qué?, ¿cómo? y ¿por qué?. Al tipo de preguntas *del qué*, corresponderá la Biología descriptiva, la cual, a pesar de que ha sido subvalorada (incluso por parte de algunos taxónomos), es importante porque aporta una base de datos. Todas las ciencias estudian fenómenos y procesos; de tal forma que estarían acá incluidas la Biología Evolutiva, la Fisiología, la biodiversidad, la Taxonomía. De igual forma se pueden estudiar interacciones; tal es el caso de la Ecología.

El cómo corresponde a la principal pregunta de la Física, de tal forma que las disciplinas biológicas que enfatizan en esta pregunta son las dominadas por el pensamiento fisicista como es el caso de la Fisiología y la Embriología. Estas disciplinas biológicas enfatizan sus estudios en las causas próximas, del aquí, del ahora.

Las disciplinas biológicas que responden al tipo de pregunta del *por qué*, principalmente se refieren a aspectos evolutivos e históricos, a las causas remotas. La pregunta por qué sólo llegó a considerarse científica a partir del concepto de evolución (trabajos de selección natural de Darwin, 1859) que logró integrar, la Historia Natural a la Ciencia (Ibid).

A continuación se destacan las nociones centrales de la Biología relacionadas con las características de los seres vivos. Según Mayr (1998), se destacan como fenómenos específicos de los seres vivos:

- Los programas evolucionados (los organismos desde bacterias hasta el hombre compartimos genes, que han evolucionado durante millones de años).
- Las propiedades químicas (capacidad de los organismos para metabolizar moléculas involucradas en estructuras y procesos vitales).
- Los mecanismos reguladores, y de organización (los organismos como sistemas complejos y ordenados, con capacidad de regulación y control).
- Los sistemas teleonómicos (desde el desarrollo embrionario hasta las actividades fisiológicas y de comportamiento para la adaptación por selección natural), orden de magnitud limitado, ciclo vital, sistemas abiertos.

Para este autor, la evolución es la noción central de la Biología, en ella se mantiene vigente el principio de la invariancia reproductiva (replicación del material genético) y la coherencia teleonómica de los organismos. Destaca como conceptos importantes de la Biología evolutiva, entre otros: selección, territorio, competencia, altruismo, biopoblación, etc.

Por su parte Trowbridge y Wandersee (2003) citan a numerosos autores que destacan la teoría de la selección natural como uno de los principales conceptos de la Biología. Como fronteras del Conocimiento Biológico, Monod (1985) propone el origen de los primeros sistemas vivos y el funcionamiento del sistema nervioso central del hombre. Un enigma que plantea este autor, es el origen del código genético, dado que su estructura es químicamente arbitraria; más sin embargo, existe una afinidad estereoquímica entre la secuencia de ARN mensajero y el ARN portador de aminoácido.

Según John Moore (citado por Wandersee, Fischer, y Moody, 2000: 29) los núcleos conceptuales de la Biología son la evolución, la genética y la Biología del desarrollo. Estos corresponden a los subdominios de las características fundamentales de la vida que conllevan a la propiedad de la reproducción.

4.2.5. Producción del Conocimiento Biológico

En el siglo XVIII, la Medicina se valió bastante de la experimentación, principalmente mediante el tratamiento de animales, por ejemplo con la mutilación de órganos, práctica que se extendió hasta el siguiente siglo, con importantes logros como el descubrimiento que en 1889 hicieron von Mering y Minkowski, de la diabetes (con la consecuente identificación de los islotes de Langerhans), a partir de la ablación del páncreas a un perro (Canguilhem, 1976).

Experimentos como el de la cuantificación de la glucosa sanguínea en diferentes puntos de la circulación de un animal, en ayunas por varios días conllevó al descubrimiento de la función glicogénica del hígado. Este experimento constituye un ejemplo de un concepto propiamente biológico como es el de medio interno. Claude Bernard pensaba que al descubrimiento de las funciones biológicas sólo se podía llegar a través de la experimentación. Según este fisiólogo, es el biólogo quien debe inventar su propia técnica experimental intentando evitar la aproximación al conocimiento de un organismo mediante el análisis, ya que el organismo no es la suma de las partes. En palabras del propio Bernard:

El fisiólogo y el médico no deben olvidar jamás que el ser viviente forma un organismo y no una individualidad... Es preciso saber que, si se descompone el organismo viviente aislando sus partes, no es más que para la facilidad del análisis experimental y no para concebirlas separadamente. En efecto, cuando uno quiere dar a una propiedad fisiológica su valor y su verdadero significado, siempre tendrá que relacionarla con el conjunto y no sacar la conclusión definitiva más que relativamente en sus efectos en este conjunto. (Canguilhem, 1976: 26).

Sin embargo, la perspectiva experimental de Bernard presenta limitaciones para la generalización del conocimiento, dadas las particularidades de lo vivo y de los fenómenos biológicos. Así, los procesos varían de especie a especie, de variedad a variedad, de organismo a organismo, incluso en algunos casos, de tejido a tejido. De otra parte, al experimentar solamente con una parte del organismo, el organismo ya deja de ser el mismo. Además, al hacer el tratamiento a un organismo o grupo de organismos y comparar los resultados con el organismo o grupo de organismos control (testigo) difícilmente se puede hacer una superposición de unos con otros, ya que los procesos están integrados.

También se debe tener en cuenta que un órgano puede tener más de una función, y una función puede estar determinada por más de un órgano. Por ejemplo, la ablación del estómago además de afectar la función digestiva, puede afectar la hematopoyesis. Otra dificultad al planteamiento experimental de Bernard está implicada en la irreversibilidad de los procesos biológicos, ya sea del desarrollo o del adulto (Ibid.).

Dado que en la naturaleza los fenómenos están más orientados por los factores generales, los organismos no responden a procedimientos aislados. Por tanto, en la experimentación biológica es problemático por ejemplo aislar una parte del organismo para su observación o manipulación (por ejemplo llevar un explante a un cultivo de tejidos) ya que en estas condiciones está por fuera de las estimulaciones y/o inhibiciones del medio interno del organismo y sus respuestas muy probablemente serán diferentes (Ibid.).

Durante la Historia de la Biología, desde el punto de vista metodológico, han prevalecido dos enfoques: el descriptivo y el experimental. En tiempos de Linneo

predominaron los estudios descriptivos tanto en la Historia Natural (principalmente la sistemática) como en la Medicina (principalmente la Anatomía y la Fisiología). Trabajos descriptivos como los de Buffon (Historia Natural), Bichat y Magendie (Fisiología), Goethe (Morfología idealista) y otros investigadores, suministró una rica base de datos, hecho que constituyó un importante aporte para el desarrollo de la Biología, dado que, en comparación con las Ciencias físicas, el objeto de estudio de las Ciencias biológicas es más amplio. Ya en el siglo XIX se produce un cambio, disminuyendo el interés en los estudios centrados en la descripción y la Taxonomía, este hecho conllevó a pensar más las investigaciones de la vida en términos de la Biología, resaltando un interés por el estudio de los organismos vivos. De hecho, fue tan sólo hasta 1800 cuando aparece en la literatura el término Biología (en obras de Lamarck, Treviranus y Burdach). En su momento (1802) Treviranus se refirió a la Biología como:

La materia de nuestras investigaciones serán las diversas formas y manifestaciones de la vida, las condiciones y leyes que controlan su existencia y las causas que provocan este efecto. A la ciencia que se ocupa de estos temas la llamaremos Biología, o ciencia de la vida (Mayr , 1998: 127).

El mayor triunfo del método comparativo se obtuvo con los estudios de morfología comparada realizados por Cuvier, posteriormente, en 1859, los estudios de la ascendencia común de Darwin le confieren a este método un mayor rigor científico. A partir de la aplicación del método comparativo surgen la Fisiología comparada, la Embriología comparada, la Psicología comparada, etc. Por su parte, el método experimental genera un desarrollo de la Biología, especialmente a partir de la invención y desarrollo de nuevos instrumentos. Así, los inventos de Johannes Müller, Claude Bernard y sus discípulos, influyeron decididamente en los avances de la Fisiología. Sin duda, la invención y desarrollo del microscopio causó un impacto en el desarrollo experimental de la Biología con el surgimiento de disciplinas como la Embriología, la Citología, y la Microbiología (Ibid.).

Mayr, destaca en relación con la producción de Conocimiento Biológico, los siguientes elementos:

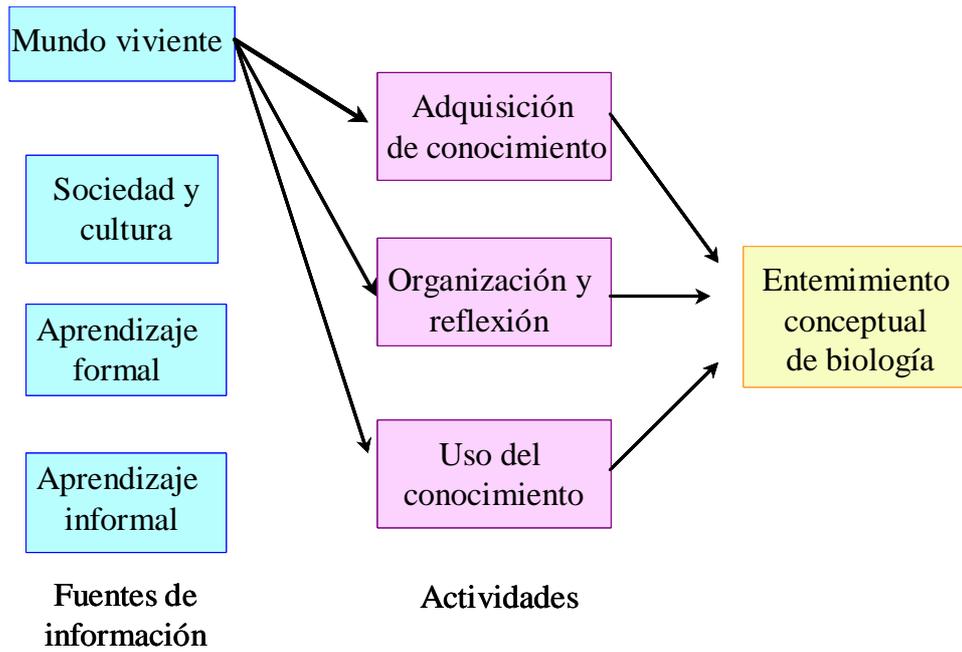
- Dada la complejidad y diversidad de los fenómenos de la vida y de lo vivo, las predicciones del Conocimiento Biológico no siempre son posibles y en el caso de darse, generalmente son probabilísticas.
- La producción de Conocimiento Biológico demanda de un apropiado sistema flexible de elaboración y comprobación, debido a las particularidades de la Biología como son el azar, el pluralismo, la historia, lo individual, que no hacen posible la aplicación de leyes universales para responder una pregunta referente a un fenómeno biológico único.
- Por tratarse que la Biología explica fenómenos únicos, diferentes autores avalan la validez del enfoque histórico-narrativo, planteando además que es la única forma de producir Conocimiento Biológico. Dicho enfoque, consiste en el estudio de todos los datos conocidos relacionados con el problema que se esté resolviendo; la inferencia de todas las posibles consecuencias, a partir de combinación de factores reconstruidas y posteriormente la elaboración de argumentos explicativos de los hechos observados del caso en cuestión. Cabe destacar que aunque no se puede demostrar categóricamente que una narración histórica sea verdadera, “toda narración es susceptible de refutación y se puede comprobar una y otra vez” (Ibid:

83). Las narraciones históricas, además, tienen valor explicativo ya que los acontecimientos ocurridos en una secuencia histórica suelen influir causalmente en los acontecimientos posteriores (descubrir factores causales que contribuyeran a lo que ocurrió más tarde en una secuencia histórica).

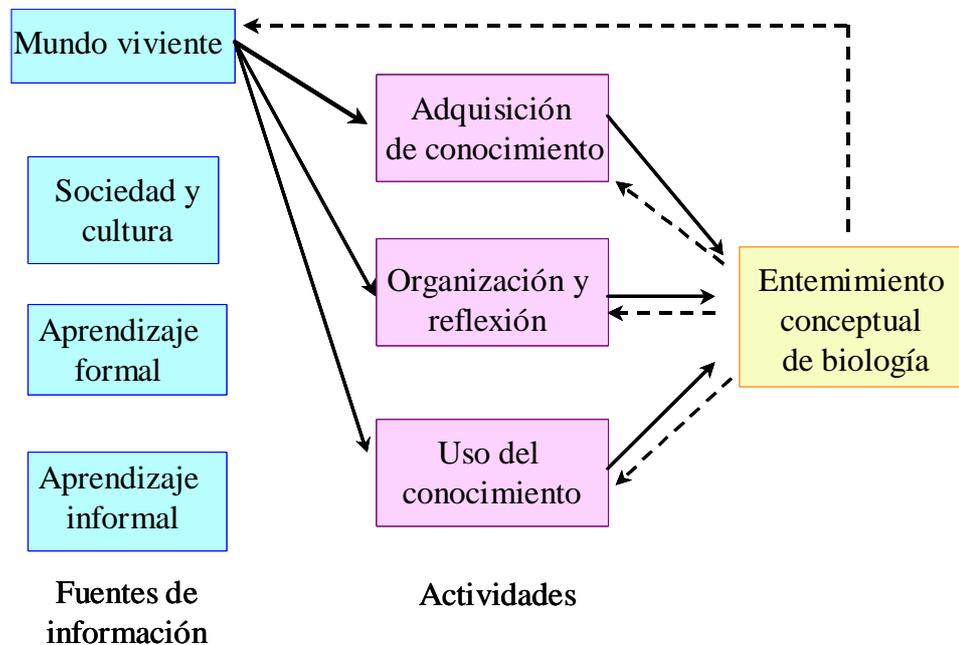
- Para el caso de fenómenos biológicos funcionales la metodología a utilizar para la producción de conocimiento es la experimentación.

Por su parte, Abrams y Wandersee (citados por Wandersee y Moody, 2000) proponen una secuencia, del cambio que con el tiempo han tenido las ideas acerca de la forma como se produce el Conocimiento Biológico:

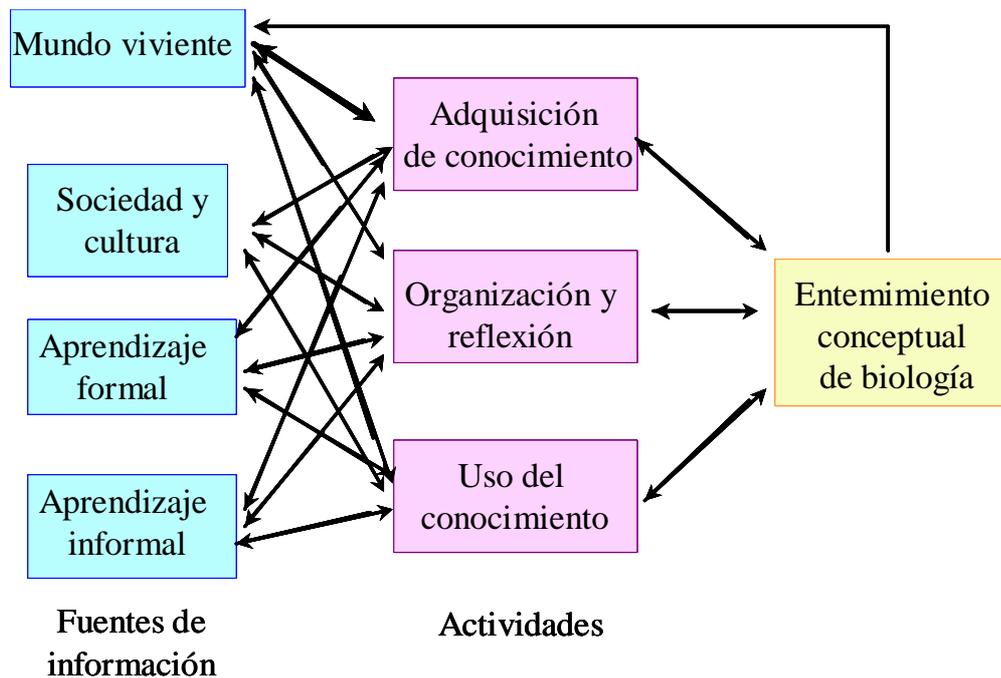
a) Inicialmente la creencia del conocimiento biológico basado solamente como derivación directa de la observación del mundo viviente.



b) Gradualmente cambio a: cómo se ve, adquiere, organiza y utiliza el nuevo conocimiento biológico y cómo el sujeto percibe e interactúa con el mundo viviente. La forma como se conoce lo biológico, influye en la forma como se ve.



c) La fuente más pertinente de información biológica obviamente es el mundo viviente; no obstante, están inevitablemente influenciados por fuentes secundarias como la sociedad, la cultura, el aprendizaje informal y el aprendizaje formal. La posibilidad de las diferentes fuentes depende de las actitudes y valores que desarrolla el sujeto a partir de su bagaje de fuentes a lo largo de la vida, es decir de la visión de mundo.



Por último, cabe mencionar que Jiménez (2003) resalta la existencia de particularidades en los métodos de producción de Conocimiento Biológico, debido a las características que identifican los seres vivos y los fenómenos biológicos (como son su complejidad, las múltiples interrelaciones que conllevan a más de una causa, los cambios que ocurren a nivel individual y generacional). Uno de los métodos es el histórico, utilizado por ejemplo en los estudios de extinción de especies biológicas en tiempos remotos.

5. EL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO (CDC)

El Conocimiento Profesional propio de los profesores se particulariza en el caso de un área o disciplina específica. En esta idea, el profesor de Ciencias de la Naturaleza y, concretamente, el de Biología, comparte un Conocimiento Profesional, por ejemplo, con el profesor de Literatura, pero dadas las características particulares de esos dos campos del saber, se requiere de un conocimiento específico para ser profesor de una materia concreta.

Como ya se decía en el primer apartado, el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), se refiere al conocimiento que se necesita para poder transformar los contenidos disciplinares, con el fin de hacerlos más comprensibles a los alumnos y facilitar así su aprendizaje. Se trata entonces de hacer de los contenidos disciplinares, contenidos “enseñables y aprendibles”, hace referencia a la enseñanza de una disciplina determinada. Diferentes investigadores coinciden en que este dominio es el que realmente identifica al saber profesional y es el que genera un mayor impacto en las acciones de enseñanza en el aula de clase (Grossman, 1990; Carlsen, 1999; Gess-Newsome, 1999b; Magnusson, Krajcik y Borko, 1999; Martín del Pozo y Rivero, 2001). El CDC es de carácter práctico y profesionalizado y se construye a partir de la integración de los otros conocimientos y de las características personales y profesionales del profesor.

En la reflexión que hace Segall (2004) acerca de las relaciones entre el conocimiento pedagógico y el conocimiento disciplinar, pone de manifiesto que en el ámbito de la enseñanza, tanto el uno como el otro, no coexisten independientemente sino que confluyen en un conocimiento diferenciado: el CDC. En esta dirección, dicho conocimiento es el que permite transformar el contenido *per se*, en contenido para ser enseñado.

A continuación se presentan los referentes teóricos sobre el CDC, de acuerdo con los diferentes enfoques del Conocimiento Profesional del profesor, a los cuales ya se hizo referencia en el primer apartado. Se destaca en cada caso, los componentes del CDC y la manera como estos se integran. En seguida, se hace

énfasis en los procesos implicados en la construcción del conocimiento escolar, mediante la transformación didáctica, explicitando el papel que desempeña en ello, el CDC.

Posteriormente, se identifican los componentes del CDC, concretamente para el caso de la Biología. Y finalmente, se resaltan las relaciones del CDC de la Biología, con los diferentes saberes, en la construcción del Conocimiento Profesional del profesor de Biología.

5.1. Las características y los componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido

Con el ánimo de conocer los orígenes del concepto de Conocimiento Didáctico del Contenido, a continuación se hace alusión, de forma sucinta, a los antecedentes que dieron paso al desarrollo del mismo.

En la revisión realizada por Shulman (1986a), acerca de las pruebas que se les hizo a los profesores para evaluarlos, encontró que del test de 20 preguntas, aplicado a docentes de Primaria en California, más del 90% de las preguntas hacían referencia a contenidos específicos de diferentes áreas, mientras que la menor cantidad estaba relacionada con algunos asuntos de la práctica pedagógica. En las pruebas realizadas posteriormente, se indagaba la capacidad de los profesores para leer, escribir, calcular, resolver problemas de aritmética y enseñar (desde la perspectiva de la eficacia). Sin embargo, en dichas pruebas no se preguntaba de qué manera los contenidos disciplinares son transformados en contenidos de enseñanza. A eso Shulman le llamó “el paradigma perdido” y a partir de allí acuñó el concepto Conocimiento Pedagógico del Contenido (Pedagogical Content Knowledge: PCK), que como ya se advirtió, en el presente informe se homologa por el término Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC).

Este autor define el CDC como una forma específica de conocimiento para la enseñanza, que implica la transformación del conocimiento disciplinar, en la idea de facilitar su comprensión por parte de los alumnos. En los programas de investigación didáctica revisados por él, se detecta que “el programa sobre el pensamiento del profesor ha fallado en analizar la comprensión cognitiva del contenido de la enseñanza por parte de los profesores; y las relaciones entre dicha comprensión y la enseñanza que los profesores proporcionan a los alumnos” Shulman (1986b: 25). Es decir, no se ha prestado suficiente atención a investigar qué y cómo se enseña, y qué dificultades se presentan en la enseñanza de las diferentes disciplinas.

Shulman (1986a) caracterizó el CDC por la particularidad de:

- Comprender los aspectos que facilitan o dificultan el aprendizaje del contenido de un tópico específico.
- Conocer las concepciones de los alumnos de diferentes edades y procedencia acerca de un contenido en particular.
- Utilizar estrategias, tales como “analogías, ejemplos, explicaciones y demostraciones, es decir formas de representación y formulación para hacer posible que otros comprendan los contenidos de la enseñanza” (Ibid. 1986a: 9).

Como lo señalan Loughran, Mulhall y Berry (2004), el concepto de CDC resultó revolucionario, teniendo en cuenta que asigna una valoración al trabajo del profesor que se corresponde con un Conocimiento Profesional particular. El CDC le es útil al profesor en la estructuración que haga de los contenidos de las lecciones, la selección de las estrategias de enseñanza, la comprensión de las dificultades de aprendizaje de los alumnos y el aprovechamiento de sus concepciones (Van-Dried, Veal y Janssen, 2001: 979).

Según Segall (2004), Shulman inicialmente hacía énfasis en el conocimiento del contenido disciplinar, desconociendo prácticamente el conocimiento pedagógico. En las propuestas subsiguientes, tuvo presente los dos tipos de

conocimiento y otros más, y se planteó la dicotomía entre el conocimiento de los contenidos que se enseñan y el conocimiento pedagógico, relacionándolos mediante el CDC. Todo ello, en busca de la comprensión de cómo determinados tópicos se pueden organizar y adaptar para su enseñanza. Shulman le asigna al CDC la categoría más distintiva del conocimiento que identifica al profesor, destacando que es en éste conocimiento donde se integran y transforman los diferentes componentes involucrados en la enseñanza (Gess-Newsome, 1999b). Para Marcelo “lo original del modelo propuesto por Shulman reside en destacar la importancia de la fase de transformación del conocimiento incluido en las propuestas curriculares, libros de texto, etc. en conocimientos enseñables” (1999: 161). De otra parte, Carlsen (1999) ha criticado a Shulman la ambigüedad epistemológica del concepto CDC.

En los veinte años transcurridos desde la producción del concepto de CDC, este ha sido utilizado como marco para diversas investigaciones tanto referentes a la enseñanza de las diferentes disciplinas, como a la formación del profesorado. Por ejemplo, Segall (2004) comenta que en el *Teacher Educator’s Handbook: Building a knowledge for the preparation of teachers* (Murray [ed.], 1996), Shulman es el cuarto autor más citado, y la mayoría de las veces es relacionado con el concepto CDC.

El concepto de CDC ha tenido varias modificaciones a partir del desarrollo de diversas investigaciones. A continuación se presentan algunos de estos nuevos enfoques.

Grossman (1990), en su investigación con profesores de Inglés, busca las relaciones entre los contenidos que sabe el profesor, cómo conoce dicho conocimiento y cómo lo enseña. Ella pone de manifiesto la importancia del CDC en el sistema del conocimiento del profesor, de hecho lo ubica ocupando el lugar central como elemento de integración de los conocimientos pedagógico general, disciplinar y contextual.

La autora en mención identifica cuatro componentes del CDC:

- Las concepciones y propósitos de la enseñanza de la disciplina, las cuales están en estrecha relación con las metas y objetivos en el momento de enseñar.
- El conocimiento de los procesos de aprendizaje de los alumnos. Al respecto hace especial énfasis en que el profesor conozca tanto las concepciones como los intereses de los alumnos, como base para la selección y organización de contenidos curriculares específicos, pone acento en el conocimiento que se ha de tener de las ideas erróneas de los alumnos.
- El conocimiento del currículum específico, en lo que respecta a los contenidos y libros de texto que se han de utilizar concordantes con el área y nivel en el que se enseña.
- Y finalmente, el conocimiento de las estrategias y metodologías para la enseñanza tales como metáforas, experimentos y explicaciones.

Para esta autora, el CDC se desarrolla a partir, principalmente, de las siguientes fuentes:

a) El docente cuenta con un cúmulo de recuerdos de su experiencia en la vida como estudiante, este aspecto constituye un importante referente para la construcción del CDC. Así, con frecuencia los profesores reproducen en su práctica las estrategias, actitudes y experiencias que vivieron con sus profesores. Esa experiencia en la vida escolar que poseen los profesores también influye en sus referentes de aprendizaje, al recordar cómo aprendieron ellos cuando fueron estudiantes, de lo que ellos observaron de sus profesores qué resultó significativo, trasladando esas situaciones al ejercicio profesional con sus alumnos. Incluso, la experiencia escolar que han tenido los docentes también puede transferirse en los aspectos atinentes a las secuencias curriculares. Al respecto, manifiesta que “el Conocimiento Pedagógico del Contenido [equivalente al CDC] que deriva del aprendizaje por observación, puede ser más tácito que explícito, más conservador que innovador, y puede plantear resistencias durante la formación del profesorado” (Ibid.: 11-12). Esta fuente del CDC constituye una potente impronta y puede llegar

a constituir un obstáculo para los cambios en la enseñanza, en el caso de que los profesores se limiten a reproducir los esquemas experimentados durante su vida como estudiantes.

b) Otra fuente del CDC identificada por Grossman es el bagaje disciplinar que posea el profesor. Esto es especialmente válido para el caso de los docentes en ejercicio. Por ejemplo, si un profesor de ciencias cuenta con una experiencia en investigación experimental de determinado tópico, seguramente tendrá un enfoque diferente en la toma de decisiones relacionadas con la selección y secuenciación curricular tanto de contenidos como de actividades, comparado con el enfoque que pueda tener un profesor que no posea esa experiencia en investigación.

c) Las otras dos fuentes identificadas por la investigadora en mención son las características de la formación inicial del profesor y su experiencia profesional, destacando, en esta última, la importancia del aprendizaje en la práctica. Esta última fuente del CDC es ricamente tratada por Tardif (2004). Dadas las destacadas aportaciones de este autor al respecto, más adelante se retomarán sus planteamientos con más detenimiento.

Por su parte Magnusson, Krajcik y Borko (1999) hacen aportaciones al enfoque del Conocimiento Profesional docente de Grossman (1990), especialmente en lo concerniente a los componentes y estructuración del CDC. En contraste con los enfoques de Shulman (1986a, 1987), y de Grossman (1990), la propuesta de estos autores es más dinámica, integradora y compleja. Ellos argumentan que el profesor demanda de un conocimiento que le permita transformar e integrar los diferentes tipos de conocimiento (incluido, por su puesto, el disciplinar) y que a la vez le faculte para abordar de forma idónea, asuntos concretos como las dificultades de aprendizaje de los alumnos, la forma de evaluar los aprendizajes, la planificación y organización de contenidos y actividades de enseñanza, y la manera de ayudar a los alumnos a comprender conceptos científicos. Estos autores ponen de manifiesto, además, que uno de los problemas del conocimiento de los profesores es la fragmentación que tienen de los diferentes conocimientos implicados en su ejercicio profesional.

Ellos identifican cinco dominios principales del CDC. Estos son:

- a) Las orientaciones de la enseñanza de la Ciencia.
- b) El conocimiento del currículum de Ciencia.
- c) El conocimiento del aprendizaje de la Ciencia por parte de los alumnos.
- d) El conocimiento de la evaluación de los aprendizajes.
- e) El conocimiento de estrategias metodológicas de enseñanza.

Cada uno de los dominios está constituido por componentes y estos a su vez, en algunas ocasiones, por tópicos. Dichos constituyentes no se entienden como componentes aislados sino que están interrelacionados. Un aspecto relevante de esta propuesta es que, en todos los componentes del CDC se tienen en cuenta las concepciones que han de tener los profesores.

a) Para estos autores, los propósitos, contenidos, metodologías y evaluación de la enseñanza de la Ciencia están influenciados determinantemente por el enfoque que se tenga de la enseñanza de la Ciencia. Es decir, *las orientaciones de la enseñanza de la Ciencia* constituyen el referente conceptual en la toma de decisiones. Así, por ejemplo, lo que enseñe un profesor, la manera como lo enseñe y como lo evalúe diferirá dependiendo si él tiene una visión transmisiva, o si por el contrario la perspectiva está relacionada con el cambio conceptual.

Los autores en referencia identifican nueve orientaciones de la enseñanza de la ciencia: como procesos, de rigor académico, didáctico⁷, cambio conceptual, actividades dirigidas, descubrimiento, trabajo por proyectos, investigación, e investigación dirigida. En la investigación realizada por Smith y Neale, 1989 (citada por Magnusson, Krajcik y Borko, 1999) se encontró que, en un mismo profesor, incluso pueden llegar a coexistir varias orientaciones.

En la Figura 1.11. se identifican los dominios del CDC antes mencionados.

⁷ Desde la perspectiva instrumental [metodológica].

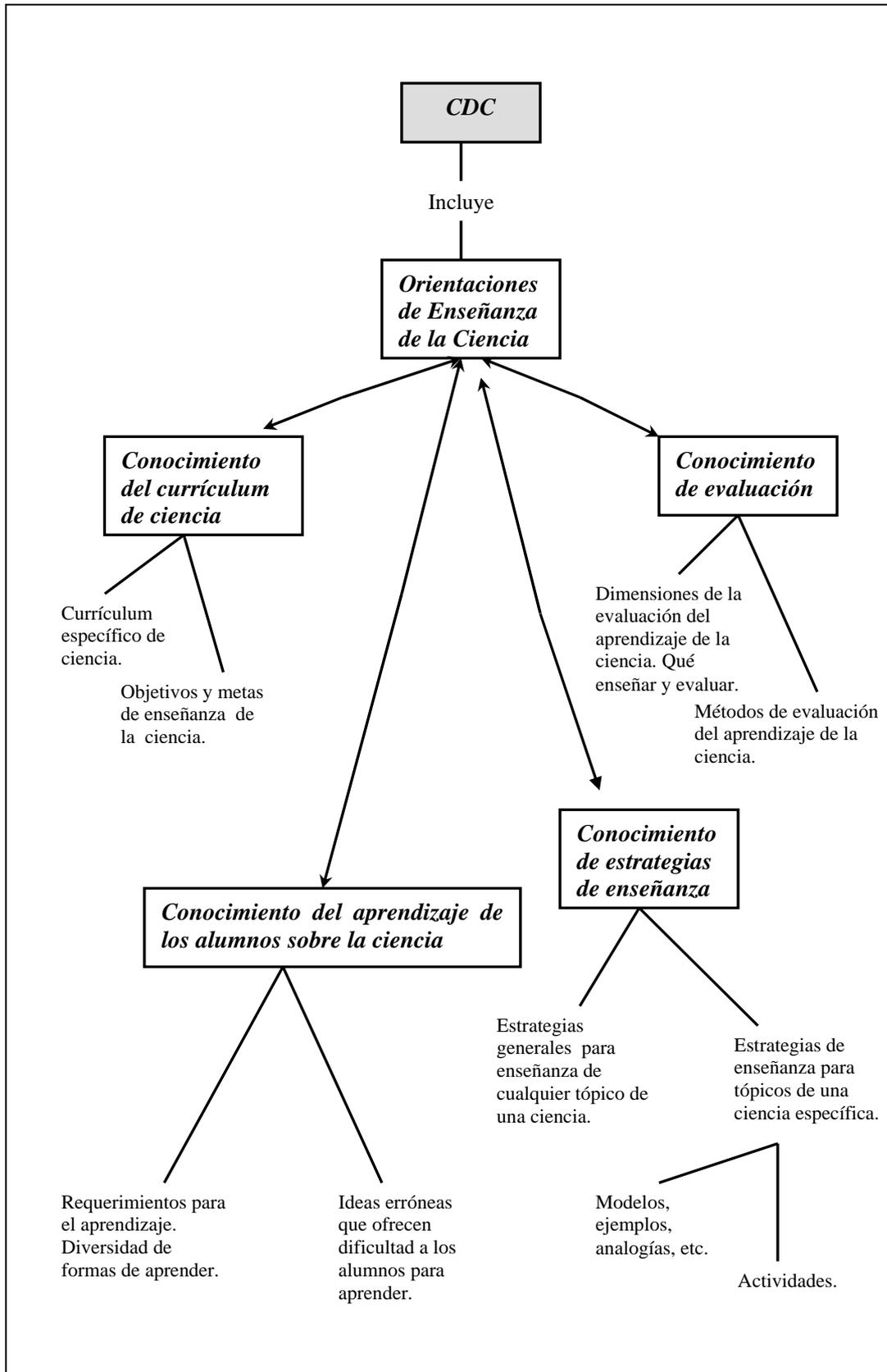


Figura 1.11. Componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) para la enseñanza de la ciencia según Magnusson, Krajcik y Borko (1999). Tomado de Gess-Newsome y Lederman (1999: 99)

b) En lo que atañe al *conocimiento y las concepciones del currículum de la Ciencia* se refieren dos niveles: por una parte los propósitos y fines de la enseñanza en un grado de escolaridad determinado (comparándolo a su vez con los grados inferiores y superiores), y por otra los programas curriculares y materiales para la enseñanza de un tópico específico. Al respecto, llama la atención que tanto en el enfoque de Grossman (1990) como en el que se está describiendo, no se destaca de forma explícita el papel que desempeña el CDC en lo pertinente a los contenidos que se enseñan. Es decir, la selección, la secuenciación y la transformación de los mismos (hasta la construcción del conocimiento escolar).

c) En cuanto al *conocimiento y concepciones del aprendizaje de la Ciencia por parte de los alumnos*, Magnusson, Krajcik y Borko (1999) se refieren a dos tópicos. Uno tiene que ver con los requerimientos que demanda el aprendizaje y con las diferencias existentes entre los alumnos en la forma de aprender. Evidentemente, no se puede enseñar cualquier contenido, a cualquier edad, y a todas las poblaciones de estudiantes. Si bien es cierto, existen similitudes entre los alumnos, hay aspectos de orden personal y contextual que conllevan a una diversidad de situaciones y condiciones de aprendizaje.

El otro aspecto en el que hacen énfasis está relacionado con las *dificultades que los alumnos pueden tener para aprender*. Estos autores ponen de manifiesto la necesidad de conocer y tener muy en cuenta las características de los alumnos, principalmente en lo que respecta a sus ideas erróneas. No hay que perder de vista que diferentes autores argumentan que las ideas de los alumnos tienen un grado de coherencia, son funcionales, e incluso llegan a ser útiles para resolver problemas de tipo abierto como los que se presentan en el contexto cotidiano (Rodrigo, 1997, García, 1998) y en esa medida pueden llegar a ser incluso más potentes que los conceptos científicos. Así, se plantea la necesidad de promover un cambio conceptual de dichas ideas.

En la literatura se encuentran abundantes investigaciones relacionadas con las ideas de los alumnos acerca de contenidos concretos, existiendo más en unas disciplinas que en otras. Respecto a la Biología, se conocen estudios sobre ideas de

los alumnos principalmente sobre la nutrición de las plantas, la teoría de la evolución, los sistemas del cuerpo humano, la respiración, la herencia (Haslam, y Treagust, 1987; Fisher, y Moody, 2000; Duit, 2004). No obstante, Magnusson, Krajcik y Borko (1999) aclaran que ese tipo de estudios no son abordados desde el enfoque del CDC. Es decir, existe una cantidad considerable de estudios sobre ideas de los alumnos sobre conceptos específicos pero, en general, a manera de inventario de concepciones. Estos autores llaman la atención a que no solamente es necesario conocer las ideas de los alumnos sobre determinado tema, sino además es prioritario estudiar su relación con las dificultades de aprendizaje y proponer alternativas para la superación de las mismas.

d) Otra aportación de este enfoque del CDC tiene que ver con incluir como componente el *conocimiento y concepciones de la evaluación* de los aprendizajes de la Ciencia. Al respecto, el Conocimiento Profesional del profesor, le debe permitir discriminar los contenidos claves a evaluar de acuerdo con las finalidades de la enseñanza de la Ciencia en general y de un tópico en particular, en lo que concierne a las dimensiones tanto conceptuales como de procedimientos, valores y actitudes. Así, por ejemplo, cuando se diseña e implementa una unidad didáctica concreta, se requiere saber qué dimensiones o aspectos de la enseñanza de la Ciencia se deben abordar (Sánchez y Valcárcel, 1993; Pro Bueno, 1999; Sanmartí, 2000). Otro aspecto relacionado con este componente del CDC es el conocimiento y concepciones de los profesores sobre los métodos de evaluación de los aprendizajes. El conocimiento de los profesores al respecto tiene que ver con los instrumentos, los procedimientos, el momento, los actores, los propósitos, y la naturaleza de la evaluación.

e) Finalmente, en lo concerniente al *conocimiento y concepciones sobre las metodologías de enseñanza de la Ciencia*, es quizás el componente del CDC que está en relación más estrecha con las orientaciones de la enseñanza de la Ciencia, categoría a la que se hizo referencia anteriormente. En este sentido, los autores argumentan que las diversas metodologías empleadas dependen de los referentes que se tengan sobre la enseñanza de la Ciencia. Así por ejemplo, para el caso del enfoque del cambio conceptual se contemplan: la activación de las ideas de los

alumnos (es decir explicitar las concepciones), el conflicto cognitivo, las distinción que se haga entre los patrones de la realidad y las explicaciones que pueden ser inventadas y el debate entre estudiantes sobre las explicaciones alternativas. A pesar de que este modelo se circunscribe a la enseñanza de la Ciencia, no profundiza en estrategias metodológicas particulares, como pueden ser el desarrollo de proyectos de aula con orientación científica, o la realización de actividades prácticas como excursiones o experiencias de laboratorio, entre otras.

Además de los aspectos generales de la enseñanza de las Ciencias, el profesor debe contar con un conocimiento particular acerca de la metodología, las estrategias y actividades de enseñanza de tópicos específicos de la Ciencia, lo cual implica conocer modelos, ejemplos, analogías, ilustraciones, problemas, demostraciones, simulaciones, etc. Pero no desde la perspectiva instrumental, sino que es menester el conocimiento acerca del alcance conceptual de cada actividad. Es decir, saber hasta qué punto se potencia el establecimiento de interrelaciones, en qué medida facilita la superación de obstáculos, etc. Se requiere entonces, realizar transformaciones del conocimiento disciplinar para facilitar la comprensión por parte de los alumnos de los principales conceptos y la construcción de un conocimiento escolar.

Como se puede entrever, el enfoque de Magnusson, Krajcik y Borko (1999) implica una visión transformadora de cada uno de los conocimientos involucrados en el CDC, con el consecuente establecimiento de relaciones entre ellos, de manera especial con la orientación que se tenga sobre la enseñanza de la Ciencia. Y ello, teniendo en cuenta no solamente el conocimiento proveniente de la esfera académica de las investigaciones pedagógicas y didácticas, sino de las concepciones que tengan los profesores al respecto.

De igual manera Porlán (1989) asigna una gran importancia a los referentes epistemológicos que tienen los profesores, en la construcción del Conocimiento Profesional, no solamente sobre el conocimiento científico sino también sobre la enseñanza. Según este autor, la epistemología personal del profesor (conformada por creencias, constructos y teorías pedagógicas y científicas) forman parte del

conocimiento personal y profesional. Así, mediante la concienciación del profesor sobre sus creencias y constructos epistemológicos, su contrastación crítica con otras alternativas y la experiencia en la práctica, se favorece el desarrollo profesional significativo.

Martín del Pozo y Porlán manifiestan que

el conocimiento didáctico del contenido es un componente del conocimiento profesional que se construye a partir de los demás componentes y de las propias características personales y profesionales del profesor. Es por ello el conocimiento más específico de la profesión docente [...] es un conocimiento práctico y profesionalizado del contenido y de su enseñanza y aprendizaje. (1999: 125).

Otro enfoque del CDC es el propuesto por Carlsen (1999). Se caracteriza porque es estructural, y está compuesto por el conocimiento que tenga el profesor acerca de:

- Las ideas erróneas de los alumnos.
- El currículo específico del área de la Ciencia.
- Las estrategias de enseñanza específicas de un tópico en particular.
- Los propósitos de la enseñanza de la Ciencia.

Carlsen plantea que el CDC sólo es posible en relación con los otros conocimientos (pedagógico, disciplinar y contextual) y no puede existir aisladamente (como se presentó en la Figura 1.2.). Desde esa perspectiva es una visión sistémica del concepto. Sin embargo, en su propuesta hay una limitada dinámica entre los componentes del CDC, y no se tiene en cuenta suficientemente al alumno.

Segall (2004), en la revisión que hace sobre el desarrollo del concepto CDC, centra la atención en las relaciones entre dos tipos de conocimiento: el particular de los contenidos que se enseñan (es decir el conocimiento disciplinar) y el pedagógico. Al respecto, hace preguntas tales como: ¿pueden existir los dos independientemente?, ¿cómo interactúan?, ¿qué rol desempeñan, en la producción del conocimiento pedagógico, el conocimiento disciplinar, los textos escolares

especializados para cada área, y el profesor?, ¿cuál es el conocimiento dominante: el pedagógico, o el disciplinar?. Plantea (en la perspectiva de la pedagogía crítica y estudios culturales) que dichos conocimientos están en estrechas interrelaciones, a partir de las cuales emerge el concepto CDC, en palabras suyas: “en el CDC el contenido siempre es pedagógico y las pedagogías siempre son contenido” (Segall, 2004: 492).

Este autor insiste en que el CDC no puede entenderse como un concepto aislado sino que, por el contrario, conlleva a la integración de los conocimientos disciplinar y pedagógico. Dicho conocimiento, emergente, le posibilita al profesor crear oportunidades pedagógicas para el aprendizaje de contenidos específicos. La visión de Segall se acerca a la perspectiva de transformación didáctica, la cual se presentará más adelante, en tanto en cuanto el conocimiento pedagógico y disciplinar que posee el profesor le debe permitir la construcción de un conocimiento de la enseñanza, tal que facilite al estudiante el aprendizaje de contenidos disciplinares determinados.

En la misma idea, Loughran, Mulhall y Berry (2004) destacan fundamentalmente la integración entre dos componentes del CDC: el conocimiento del contenido específico (conocimiento disciplinar) y el conocimiento experiencial pedagógico y profesional. El primero de origen académico, mientras que el segundo deriva de la práctica docente (la cual tiene gran valor).

Para el Proyecto Curricular *IREs*, el CDC es entendido como el conocimiento práctico y profesionalizado. Martín del Pozo y Rivero (2001), manifiestan que es un conocimiento que tiene gran relevancia en el Conocimiento Profesional, por cuanto posibilita la integración de saberes. Como lo manifiestan estas investigadoras, es deseable que un profesor de Ciencias tenga un dominio específico de los contenidos necesarios para reelaborar el conocimiento científico y facilitar su construcción en el contexto escolar. Para ello, es menester que el profesor sepa la materia a enseñar (conocimiento del contenido). Sin embargo, esto no es suficiente puesto que a pesar de que la formación en los contenidos

científicos puede ser idónea, no está diseñada para saber qué y cómo enseñar en el contexto escolar.

Es decir, el conocimiento disciplinar particular (de las ciencias) no es el que se enseña, sino que se requiere, además, procurar un conocimiento profesionalizado del contenido del currículo. Se necesita pues conocer los aspectos relacionados particularmente con la enseñanza-aprendizaje de un contenido: para qué se enseña un contenido, las estrategias para enseñar dicho contenido, cómo aprenden los alumnos un contenido, el currículum. Así, el CDC posibilita la transformación didáctica del conocimiento científico desde la lógica disciplinar hacia la lógica de la enseñanza y el aprendizaje.

En la misma línea, Mellado (1996, 1998) define el CDC como un conocimiento específico desarrollado por los docentes sobre la forma de enseñar, entendiendo que no es suficiente con el conocimiento de la materia, ni con el conocimiento psicopedagógico general, y que el profesor es el mediador entre el conocimiento científico y el de los alumnos. Según el autor, el conocimiento profesional resulta de la integración de conocimientos de la materia que se enseña y del conocimiento psicopedagógico, como una forma de razonamiento y acción pedagógica para transformar la materia en representaciones comprensibles al estudiante. Considera dos componentes constitutivos del CDC:

- Los estáticos: conocimientos teóricos de la ciencia, la Didáctica específica y la Psicopedagogía.
- Los dinámicos, que surgen y evolucionan a partir de las creencias, los conocimientos y las actitudes del propio docente (conocimiento de sí mismo, reflexión personal, prácticas de enseñanza).

Los estudios del Conocimiento Didáctico del Contenido han trascendido a la enseñanza de diferentes áreas del conocimiento. Es así como se han realizado investigaciones desde esta perspectiva en la enseñanza de las Matemáticas (Marks, 1990; Badillo, y Azcárate, 2002), el Inglés (Grossman, 1990), las Ciencias Sociales (Galindo, 1998; Gudmundsdottir y Shulman, 1987 [citados por Van-Dried, Veal y

Janssen, 2001]), las Ciencias Naturales (Grant, 1987; Hashweh, 1987 [citados por Grossman, 1990]; Blanco, Mellado y Ruiz, 1995; Pardhan y Wheeler, 2000; Barnett y Hodson, 2001; Martín del Pozo y Rivero, 2001; Gess-Newsome y Lederman, 2003; Loughran, Mulhall y Berry, 2004) y en estas últimas en disciplinas específicas como la Química (Van Driel, Jong y Verloop, 2002; Garritz, y Trinidad-Velasco, 2004), y la Biología (Veal y Kubasko, 2003; Loughran, Mulhall y Berry, 2004). En ellos se señala la dificultad que tienen debido a la complejidad que conllevan las múltiples interrelaciones entre los diferentes componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido. Mencionan que muchos estudios, al respecto, se hacen con base en la comparación de la enseñanza de profesores experimentados, frente a la que imparten los profesores principiantes. En la Tabla 1.6. se sintetizan los componentes del CDC, según las perspectivas de diferentes autores.

Tabla 1.6. Comparación de propuestas acerca de los componentes y características del Conocimiento Profesional Docente

REFERENTE	DOMINIOS	COMPONENTES	COMENTARIOS
Shulman (1986)	-Conocimiento disciplinar -Conocimiento curricular -CDC		Énfasis en estrategias de enseñanza. Incluye conocimiento necesario para conocer y utilizar las ideas de los alumnos.
Shulman (1987) (citado en Gess-Newsome (1999))	-Conocimiento disciplinar -C. pedagógico general -C. curricular -C. de la enseñanza aprendizaje -C. del contexto -C. de la Filosofía e Historia de la educación - CDC		Se considera que alrededor del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) se integran el resto de dominios del conocimiento del profesor. El CDC constituye la categoría esencial que identifica el conocimiento de un profesor.
Bromme (1988)	Conocimiento disciplinar		El conocimiento profesional se desarrolla progresivamente. El metacocimiento es el dominio integrador de los diferentes componentes. Incluye de manera implícita el conocimiento contextual dentro del metacocimiento. Énfasis en transformación que se ha de hacer a la lógica del conocimiento disciplinar.
	Conocimiento psicopedagógico	Organización del aula de clase	
		Conocimiento de aprendizaje de los alumnos (dificultades)	
		Conocimiento de metodologías de enseñanza	
	Conocimientos sobre Didáctica específica	Selección y secuenciación de contenidos	
		Estrategias de enseñanza	
		Evaluación de los aprendizajes y tareas	
Integración entre saber disciplinar y bagaje de los alumnos.			
Metaconocimiento			
Grossman (1990)	Conocimiento disciplinar	Estructura sintáctica	Dominios interrelacionados (en doble dirección) alrededor del CDC. Sobrelapamiento de los componentes currículum y enseñanza (tanto en conocimiento pedagógico como en CDC). Cada dominio conformado por componentes yuxtapuestos. El conocimiento del contexto se relaciona directamente sólo con el CDC. En el CDC se tienen en cuenta las concepciones y propósitos de la enseñanza de la disciplina.
		Estructura sustantiva	
		Contenido	
	Conocimiento pedagógico	Características de estudiantes y aprendizaje	
		Gestión de la clase	
		Currículum y enseñanza	
	Otros (p.ej. evaluación)		
Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC)	Concepciones y propósitos de la enseñanza de la disciplina		

		Conocimiento del aprendizaje de los alumnos (especialmente sus ideas erróneas)	El CDC tiene mayor incidencia en las acciones de enseñanza en el aula de clase.
		Conocimiento curricular	Énfasis en el conocimiento que debe tener el profesor sobre las concepciones e intereses de los alumnos, como base para la selección y secuenciación curricular. Apenas se mencionan los contenidos de enseñanza al referirse al conocimiento del currículo. No tiene en cuenta las concepciones de los profesores.
		Conocimiento de estrategias de enseñanza	
	Conocimiento del contexto	Comunidad	
		Distrito	
		Escuela	
		Estudiantes	
Magnusson, Krajcik y Borko (1999) (a partir del modelo de Grossman, 1990)	Conocimiento y concepciones disciplinares	Conocimiento sintáctico	Todos los dominios, componentes y tópicos tienen en cuenta tanto el conocimiento como las concepciones de los profesores. Componentes del CDC relacionados en torno a las orientaciones de la enseñanza. En el dominio CDC se incluye como componente la evaluación de los aprendizajes de la ciencia. Dominios interrelacionados (en doble dirección) alrededor del CDC. Enfocado a la enseñanza de la ciencia (concretamente en el CDC). No solapamiento de los componentes currículum y enseñanza. Se diferencia entre principios de enseñanza (como componente del conocimiento pedagógico) y conocimiento de estrategias de enseñanza específicas para la ciencia (como componente del CDC). Componentes interrelacionados de forma más o menos dinámica. El conocimiento del contexto se relaciona directamente solo con el CDC. Contempla las finalidades de la educación como parte del dominio del conocimiento pedagógico.
		Conocimiento sustantivo	
	Conocimiento y concepciones pedagógicas	Características de estudiantes y aprendizaje	
		Gestión de la clase	
		Metodologías de enseñanza	
	Conocimiento y concepciones del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC)	Finalidades de la educación	
		Orientaciones de la enseñanza	
		Conocimiento del aprendizaje de los alumnos (requerimientos, dificultades)	
		Conocimiento curricular de la ciencia (específico de la ciencia; objetivos y metas)	
		Conocimiento de estrategias de enseñanza (para cualquier tópico de la ciencia; para una ciencia específica: modelos, ejemplos, analogías, etc. y actividades)	
		Conocimiento de valoración (dimensiones y métodos para valorar el aprendizaje de la ciencia)	
		Conocimiento y concepciones del contexto	
Barrios			
Escuela			
Estudiantes			
Carlsen (1999)	Conocimiento disciplinar	Estructura sintáctica de la ciencia	Dominios: Conocimiento disciplinar y conocimiento pedagógico relacionados (en una dirección) alrededor del CDC.
		Estructura sustantiva de la ciencia	
		Naturaleza de la ciencia y la tecnología	
	Conocimiento pedagógico general	Aprendices y aprendizaje	Enfocado a la enseñanza de la ciencia (tanto en el

		Gestión de la clase	<p>conocimiento disciplinar como en el CDC).</p> <p>En el conocimiento disciplinar incluye la naturaleza de la ciencia. En cambio, no incluye los contenidos disciplinares.</p> <p>En el CDC hace énfasis en las concepciones erróneas de los alumnos (en cuanto al componente aprendizaje).</p> <p>En el CDC, tiene en cuenta los propósitos de la enseñanza de la ciencia.</p>
		Currículum general y enseñanza	
Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC)		Propósitos de la enseñanza de la ciencia	
		Concepciones erróneas de los alumnos	
		C. curricular específico de la ciencia	
		Estrategias de enseñanza específicas de un tópico	
Conocimiento del contexto específico		El aula de clase	
		Los estudiantes en particular	
Conocimiento del contexto educativo general		Estado y nación	
		Barrio	
		Escuela	
		Estudiantes en general	
Morine-Dershimer y Kent (1999)	Conocimiento del contenido		<p>Componentes interrelacionados alrededor del CDC.</p> <p>Visión integral.</p> <p>Relevancia de la evaluación y propósitos de la educación como elementos orientadores del Conocimiento Profesional.</p>
	CDC		
	Conocimiento pedagógico		
	Conocimiento contextual general		
	Conocimiento contextual específico		
Proyecto Curricular IRES. (Porlán <i>et al.</i> ,1996)	Fuente académica	Saberes Metadisciplinarios	<p>El conocimiento profesional docente:</p> <p>-Es epistemológicamente diferenciado.</p> <p>-Como interrelación e integración sistémica y compleja de diferentes conocimientos.</p> <p>-De carácter práctico, integrador, complejo, evolutivo y procesual.</p> <p>Se enmarca en los referentes metadisciplinarios del enfoque epistemológico sistémico y complejo, la perspectiva constructivista de la enseñanza y el aprendizaje, y la perspectiva ideológica crítica.</p>
		Saberes Disciplinarios.	
		Saberes disciplinares aplicados	
		Didácticas específicas	
	Fuente de experiencias profesionales	Saberes rutinarios	
		Saberes técnicos	
		Teorías implícitas	
Fuente de creencias ideológicas.	Saberes curriculares.		
Martín del Pozo y Porlán (1999)	-Conocimiento del contenido.		<p>El conocimiento profesional es práctico, profesionalizado y se construye mediante la integración de los diferentes componentes y de las características personales y profesionales del profesor.</p> <p>Se tiene en cuenta como referente para la formación inicial del profesorado.</p>
	-Conocimiento pedagógico general y conocimiento del contexto escolar.		
	-Conocimiento profesionalizado del contenido.		

Barnett y Hodson (2001)	<ul style="list-style-type: none">-Conocimiento Didáctico del contenido (CDC).-Conocimiento del aula de clase y de los alumnos.-Conocimiento académico y de investigación.-“Conocimiento profesional”.		<p>Propuesta en el marco de la enseñanza de las ciencias. Influenciado por características personales del profesor (creencias, valores, experiencias) y por contextos educativo, social y cultural. Énfasis en los contextos educativos y en los micromundos de los profesores. Los componentes interactúan en dos contextos: educativo y social.</p>
Tardif (2004)	<ul style="list-style-type: none">-Los saberes provenientes de la formación profesional.-Los saberes disciplinares específicos.-Los saberes curriculares.-Los saberes experienciales.		<p>Los profesores son sujetos de conocimiento. El profesor posee, utiliza y produce saberes específicos de la profesión. Es en la práctica donde se integran los saberes profesionales y donde se producen los saberes escolares.</p> <p>El Conocimiento Profesional del profesor:</p> <ul style="list-style-type: none">-Es plural, temporal, práctico, experiencial, intermedio entre lo individual y lo social.-Sus componentes son establecidos por los propios profesores a partir de su saber personal.-No se puede reducir a lo cognitivo. Lo vivido por el profesor tiene gran relevancia

5.2. El Conocimiento Didáctico del Contenido y el Conocimiento Escolar: La Transformación Didáctica

En la formación del profesorado de una disciplina determinada como la Biología se requiere, que el futuro docente comprenda que al enseñar se construye un conocimiento escolar, con características particulares, que se diferencia tanto del conocimiento científico como del conocimiento cotidiano.

Es importante no perder de vista que los conocimientos científico, cotidiano y escolar poseen diferentes epistemologías en cuanto a sus fines, a la formulación y organización de conceptos, a los procesos, y a los contextos y formas de producción. García (1998 a, b) destaca que se ha hecho un reduccionismo tanto del conocimiento científico (al considerarlo único, exacto, preciso, con las características propias de la Física, con capacidad para hacer predicciones y explicar los fenómenos observables, con comprobación de la validez exclusivamente a través de la experimentación), como del conocimiento cotidiano (asumido como simple, único, uniforme, de inferior estatus que el científico). Ello ha supuesto una polarización entre estos dos tipos de conocimiento, con la consecuente dificultad para caracterizar el conocimiento propio de la escuela.

En la escuela se ha establecido una dicotomía entre el conocimiento disciplinar y el cotidiano. Se considera, por una parte, que el primero es el que circula en el aula (donde generalmente se trabajan problemas cerrados) y se emplea fundamentalmente para superar las pruebas de evaluación. Por otra parte, y de una manera desarticulada, los alumnos utilizan su conocimiento cotidiano para resolver los problemas abiertos con que se enfrentan a diario. De esta forma, resulta muy difícil transferir el conocimiento de la Ciencia trabajado en la escuela, a la vida cotidiana de los estudiantes.

Pro-Bueno (2003) pone de manifiesto que el conocimiento científico difiere del conocimiento cotidiano y del conocimiento que se enseña en el aula de clase. Según este autor, la Ciencia de los científicos dista de lo que se denomina la

ciencia escolar. En la Tabla 1.7. se sintetizan las diferencias que establece entre la actividad y el conocimiento de los científicos, y el conocimiento acerca de las ciencias que circula en la escuela.

Tabla 1.7. *Comparación entre la Ciencia de los científicos y la Ciencia que se enseña en la escuela.* (A partir de Pro-Bueno, 2003)

La Ciencia de los científicos	La Ciencia escolar
Los científicos eligen el tema en el que investigan.	Los alumnos se ven obligados a estudiar las Ciencias.
Los científicos no son especialistas de todos los campos del conocimiento científico.	Los alumnos deben aprender acerca de los diferentes campos de la Ciencias.
Los científicos se dedican todo el tiempo a trabajar en actividades similares en un campo muy limitado de la investigación.	Los alumnos estudian Ciencias simultáneamente con otras áreas. La mayoría de las veces de manera desarticulada.
Los científicos profundizan en sus ideas y las defienden mediante argumentos a partir de reflexiones y experiencias.	Los alumnos generalmente no defienden sus creencias científicas, estas son superficiales y no tienen tanto soporte en sus experiencias personales.
Se supone que los científicos poseen un nivel alto de desarrollo de sus capacidades intelectuales.	Los alumnos se están formando y por tanto están en proceso de desarrollo de sus capacidades intelectuales. Generalmente tienen limitaciones cognitivas.

Ogborn *et al* (2002) manifiestan que el conocimiento que producen los científicos sufre gran cantidad de modificaciones antes de que llegue al alumno. Luego de que es producido, es sometido a la validación por parte de la comunidad científica, posteriormente es publicado en revistas especializadas, ulteriormente se adapta para ser presentado en los libros de texto universitarios y además tiene otras reelaboraciones al incorporarse a los textos escolares. Finalmente, se adapta atendiendo a las características de los sujetos y del contexto hasta llegar a la población en general y al aula de clase. Dicho proceso es prolongado. Por ejemplo “la teoría sobre los gérmenes que originan las enfermedades ha llegado al conocimiento común más o menos en un siglo; la naturaleza de la herencia a través del ADN llegó a los planes de estudio del bachillerato en el transcurso de una generación” (Ogborn *et al*, 2002: 92)

Ante las aportaciones de la nueva Filosofía de la Ciencia y de las investigaciones de las concepciones de los alumnos, es probable que la visión de distanciamiento entre el conocimiento científico y el cotidiano pueda evolucionar. Así, por una parte, las diferentes perspectivas filosóficas de la Ciencia tales como los programas de investigación de Imre Lakatos, el anarquismo epistemológico de Paul Feyerabend, el falsacionismo de Karl Popper, o los paradigmas de Thomas Kuhn, plantean alternativas a la visión empírico-positivista de la Ciencia, mostrando con diferentes grados el carácter relativo y evolutivo del conocimiento científico (Porlán, 1989; Mellado y Carracedo, 1993; Jiménez y Sanmartí, 1997; Chalmers, 2000).

De otra parte, los estudios acerca de las ideas de los alumnos asignan al conocimiento cotidiano características tales como: la funcionalidad y utilidad que muestran en la resolución de problemas abiertos, la diversidad, la estabilidad y persistencia, la coherencia, y la capacidad para reconocer totalidades sin la utilización de metodologías analíticas, entre otras (Driver, 1989; Rodrigo, 1994, 1997; Pozo, 1996; García 1998a,1999a,b; Giordan y de Vecchi, 1999; De Posada, 2000; Astolfi, 2001).

Desde la perspectiva de García (1998a) es importante tener presente que las diferentes formas de conocimiento no se oponen como antípodas, sino que más bien existe una continuidad entre ellas. El autor en referencia se pregunta ¿siendo la persona una totalidad, por qué ha de tener una visión aditiva del conocimiento? La cognición fragmentada corresponde a un modelo aditivo, a un paradigma mecanicista y simplificador. Por el contrario, la cognición humana constituye una totalidad y como tal, implica que las formas de conocimiento están referidas a dominios y contextos concretos como sistemas de ideas abiertos y en interacción, los cuales coevolucionan complementándose y configuran sistemas de ideas más generales.

Ante el problema de la disociación entre el conocimiento científico y el cotidiano, con la consecuente imposibilidad para que el conocimiento que se aprende en la escuela se aplique a la vida cotidiana, se requieren alternativas para

modificar la dinámica del trabajo escolar, tendiente a la integración de conocimientos de diversas fuentes. No obstante, Rodrigo (1997) advierte que el conocimiento escolar difiere del conocimiento cotidiano, no tanto por sus contenidos sino especialmente por su epistemología constructiva, y por el escenario sociocultural y la forma como se producen. En este sentido, considera que se debe “respetar” el conocimiento cotidiano como tal, ante la dificultad de abordar las representaciones cotidianas en escenarios escolares y ante la pretensión de querer sustituir repentinamente el conocimiento cotidiano por el escolar. Propone así, convertir la clase en un escenario cotidiano para facilitar que progresivamente el alumno explicita sus propios modelos mentales, y luego buscar la contrastación de ideas entre versiones alternativas, el conflicto cognitivo, y el mejoramiento de las habilidades metacognitivas (al reflexionar el alumno sobre su propios modelos mentales). Así, hasta introducir al estudiante en el ambiente escolar con la consecuente explicitación de las relaciones entre el conocimiento cotidiano y el conocimiento escolar.

La escuela no debe pretender que los alumnos sólo tengan conocimiento escolar para todo. A lo que debe aspirar es a que los alumnos sepan activar diferencialmente el conocimiento escolar y el cotidiano, de modo que ambos puedan interrelacionarse, enriquecerse mutuamente y seguir cada uno en su ámbito de aplicación. [...] el conocimiento cotidiano puede prestar empuje motivacional y relevancia al conocimiento escolar, mientras que éste puede prestarle a aquel otra lectura interpretativa de la realidad que haga más compleja y articulada la visión cotidiana del mundo. (Rodrigo, 1997: 190).

Es decir, el profesor debe buscar y propiciar situaciones que tengan significatividad para los alumnos y poder así aproximarlos a su epistemología [la de ellos], sus representaciones y escenarios cotidianos. La pretensión final es lograr que los estudiantes puedan llegar a diferenciar entre sus conocimientos cotidiano y escolar para así poder enriquecer e interrelacionar dichos conocimientos.

Volviendo al planteamiento de García (1998a), sin una continuidad entre los diversos tipos de conocimiento no sería posible la integración entre disciplinas. Desde esa perspectiva, la propuesta presentada a partir de los desarrollos del Proyecto Curricular *Investigación y Renovación Escolar (IRES)*, se contempla la construcción del conocimiento escolar como la complejización del conocimiento

cotidiano de los problemas del mesocosmos (que es el mundo cercano a los alumnos), en aras a hacer un acercamiento a los problemas al microcosmos y el macrocosmos, los cuales corresponden más a la esfera del conocimiento científico. No se trata así, de sustituir un tipo de conocimiento por otro. Esta propuesta, lejos de polarizar las características del conocimiento cotidiano y del conocimiento científico, contempla una integración didáctica de estos dos y de otras formas de conocimiento, con la consecuente construcción del conocimiento escolar (García 1998, 1999a).

Abordar las relaciones entre el conocimiento científico, el conocimiento cotidiano y el conocimiento escolar, implica hacer referencia a la *transformación didáctica*. A continuación se presentan fundamentalmente dos perspectivas teóricas al respecto.

Chevallard (1991) considera que la *transposición didáctica* consiste en la transformación que se debe hacer al objeto de saber (es decir al conocimiento científico) para convertirlo en objeto de enseñanza. Así, el *contenido de saber* que se caracteriza por su precisión, se ha de transformar en una versión didáctica del mismo. Dicha transposición implica hacer un análisis del conocimiento que se pretende enseñar, de tal forma que posibilite evidenciar la distancia existente entre los dos tipos de conocimientos. A este análisis Chevallard lo ha denominado la *vigilancia epistemológica*.

Para este autor, en el sistema de enseñanza interactúan diferentes sistemas didácticos, cada uno de dichos sistemas está conformado por la tríada: alumno, profesor y *saber enseñado*. Precisamente, al interior de los sistemas didácticos ocurre el proceso de la transposición didáctica, ya que es por fuera de estos sistemas, en los límites con el entorno (en lo que el autor denomina noosfera) donde se introduce el *objeto de saber*, (los designados por las políticas educativas, por los gobiernos escolares, etc.). Es así como la transposición del *objeto de saber* en *objeto de enseñanza* constituye un problema didáctico para el profesor. Dado que es en el interior de los sistemas didácticos donde se

materializa esa transposición didáctica, el profesor debe tener un conocimiento profesional tal que le permita realizar estas transformaciones del conocimiento.

Desde la perspectiva de Chevallard se conciben tres tipos de saber: el científico (el sabio), el banalizado (el cotidiano) y el enseñado, que en su orden equivale a decir conocimiento científico, conocimiento cotidiano y conocimiento escolar. En la transposición didáctica el *saber enseñado* debe ser visto lo suficientemente cercano del *saber sabio* para que no se produzca la desautorización por parte de la comunidad académica y “lo suficientemente alejado del saber de los padres” (Chevallard, 1991: 30). La evolución tanto del conocimiento de las disciplinas como de la sociedad, conlleva a que, con el tiempo, el conocimiento que se enseña en la escuela pierda vigencia (y se aleje del *saber sabio*) demandando entonces nuevas transformaciones del conocimiento en el contexto escolar. Precisamente el autor hace referencia a la génesis del concepto de la transposición didáctica en los años sesenta a partir de la necesidad de los profesores, ante la presión del entorno social, de incorporar al sistema de enseñanza los operadores en vez del mero manejo de las cuatro operaciones matemáticas. Una vez logrado esto, fue posible distanciar el *saber enseñado* del *saber banalizado* y acercarlo al *saber sabio* (Figura 1.12).

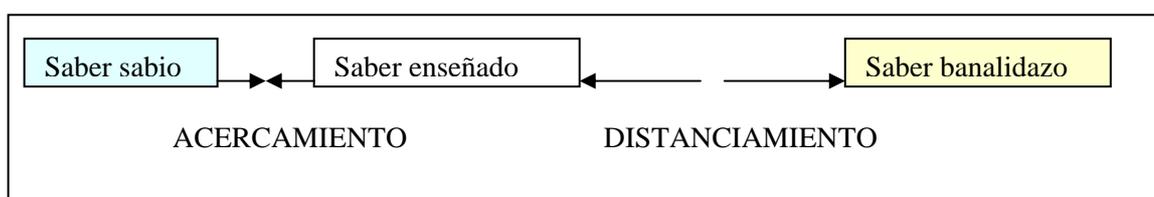


Figura 1.12. Representación de la Transposición Didáctica.
A partir de Chevallard (1991)

En la misma perspectiva, Ogborn *et al* consideran que la transposición didáctica es “la transformación del conocimiento desde las formas apropiadas para una comunidad científica hasta las formas adaptadas a un nivel determinado” (Ogborn *et al* 2002: 93). Dicha transformación implica una reelaboración y adaptación de los conocimientos a las características de los alumnos en un contexto determinado. Los autores destacan que en la escuela se utilizan diferentes recursos para lograr la transformación del conocimiento, tales como:

las historias, los relatos, las narraciones, la comparación y la metáfora. Lo ilustran con algunos ejemplos obtenidos a partir del estudio realizado con profesores de Ciencias en Inglaterra. A continuación, se presentan de forma sucinta algunos de los ejemplos en la enseñanza de la Biología.

Un profesor, con el fin de que los alumnos de grado décimo comprendan que en el ADN se encuentra la información genética, acude al recurso de un problema traído de la historia (¿fue Anastasia hija del zar?), cuya solución puede estar dada por la utilización del desciframiento de la información contenida en el ADN. Los investigadores destacan que el profesor al que se está haciendo referencia emplea el recurso de la Historia para motivar a sus alumnos. Refiriéndose al mismo profesor, muestran otro ejemplo sobre la enseñanza del concepto microbio con alumnos de grado séptimo. A continuación, se presenta la transcripción obtenida de un fragmento de clase que fue grabado por los investigadores:

“Profesor: Imaginad que esto – porque me ha pasado a mi- podía haberos ocurrido a vosotras – esto es una confesión de mi parte. Si cogéis un poco de pan de molde, ¿no? [] resulta sencillo si vivís en una familia numerosa, ya que lo estáis comiendo todo el rato, ¿de acuerdo? –sí- pero yo no vivo en una familia numerosa, de acuerdo, así que cogí – cogí una rebanada de pan de molde, ¿de acuerdo? Y suelen durar bastante tiempo, pero a veces no consigo terminar las últimas rebanadas –y tenéis que decirme porqué no me como normalmente las últimas rebanadas de mi- de un pan de molde en mi casa. ¿Podéis decirme por qué? .

Alumna: Mi tío – hace mucho tiempo- dejó su tartera para el almuerzo llena y se fue de vacaciones y lo dejó en su tartera llena y cuando llegó la hora de llevársela toda...

Profesor: Y levantaste la tapa del “Tupperware” y dijiste “ugh”

Alumna: En nuestro colegio teníamos unos armarios y solíamos poner nuestras tarteras para el almuerzo y después la gente las dejaba toda la noche y la humedad...” (Ogborn et al,2002: 101).

Los investigadores explican que el profesor ayuda a trasladar la idea de que los microbios son invisibles, están en todas las partes y se desarrollan cuando encuentran un sustrato nutritivo y las condiciones óptimas para vivir. Otros ejemplos citados son el descubrimiento de la penicilina por Fleming y la síntesis

de la úrea por Wöhler (a propósito del concepto compuesto orgánico y la concepción de impulso vital).

En contraste con la perspectiva de transposición didáctica a la que se acaba de hacer referencia, y en concreto, respecto a la polarización entre el conocimiento científico y el conocimiento cotidiano, García (1998a) coincide con Rodrigo (1997) en que el conocimiento cotidiano (equivalente al designado por Chevallard como saber banalizado) no es tan simple, sino que:

- Le permite construir al sujeto teorías sobre la realidad.
- Se organiza mediante la interrelación de conceptos que forman parte de estructuras (constructos personales, teorías implícitas, etc).
- Es diverso.
- Es útil para resolver los problemas abiertos que se presentan en la vida diaria.
- Utiliza modelos generales que resultan efectivos al actuar en el mundo y reconocer totalidades sin necesidad de recurrir a procedimientos analíticos.
- Posee funcionalidad para la toma de decisiones y la planificación de la acción.

Así pues, García (1998a) considera que no se trata de reemplazar el conocimiento cotidiano de los alumnos por el conocimiento científico sino más bien de enriquecerlo, de complejizarlo. Incluso este autor propone la denominación *Integración y Transformación Didáctica* refiriéndose a la elaboración de un conocimiento escolar diferenciado a partir de la integración didáctica de las diferentes fuentes de conocimiento que no sean exclusivamente disciplinares. Esto mediante el tratamiento de problemas abiertos y complejos que sean además significativos para los alumnos (Figura 1.13.).

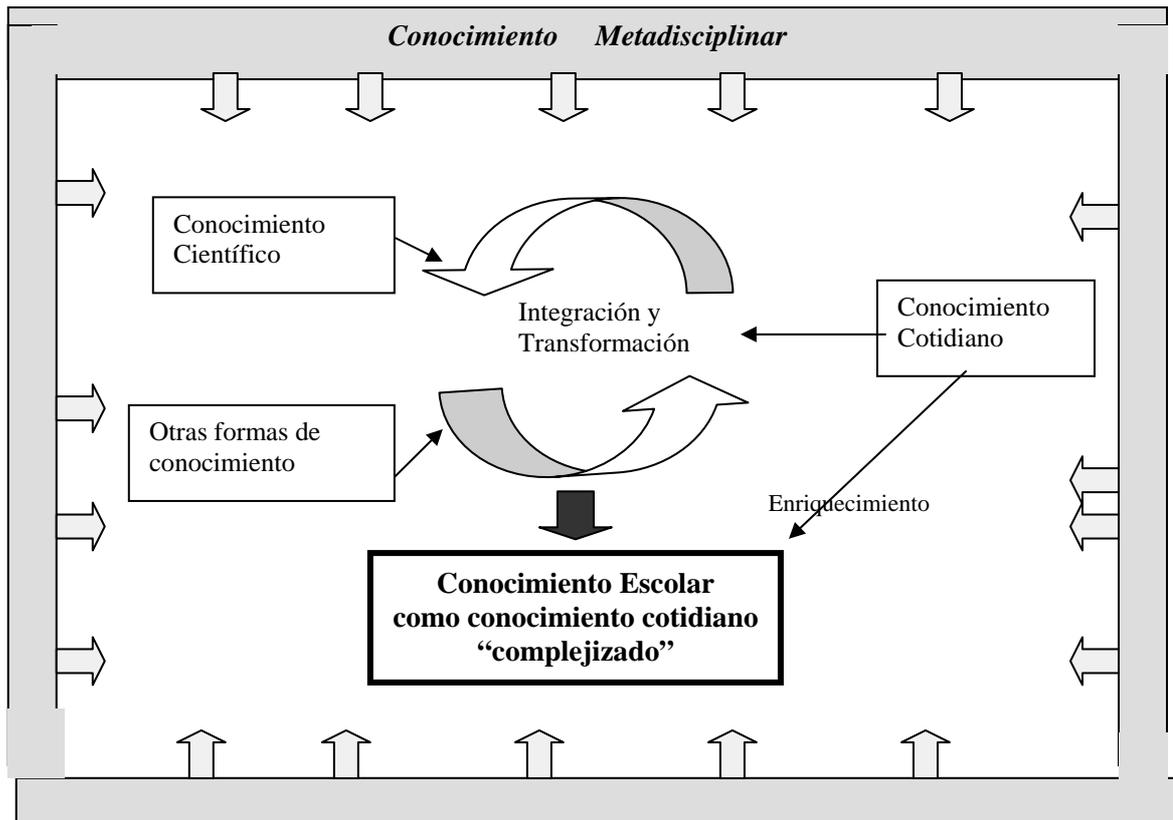


Figura 1.13. Representación de la Transformación Didáctica.
A partir de García (1998 a,b)

Chevallard (1991), y García (1998a), contemplan en sus perspectivas de la transposición, y la transformación didáctica, respectivamente, la formulación y resolución de problemas. El primero resalta las recomendaciones dadas en el National Council of Teachers of Mathematics en abril de 1980 para la resolución de problemas en la enseñanza de las matemáticas escolares: “formular preguntas claves; analizar y conceptualizar problemas; definir el problema y el objetivo; discutir pautas y similitudes; buscar datos apropiados; experimentar; transferir habilidades y estrategias a nuevas situaciones; utilizar sus conocimientos como base para aplicar las matemáticas” (Chevallard, 1991: 62). Por su parte García (1998a, 1999a) propone la formulación de problemas sociambientales para la integración y transformación didáctica por cuanto estos problemas, además de ser relevantes para los alumnos, demandan la participación de diferentes formas de

conocimiento para su resolución y asimismo, al ser parte de la vida cotidiana de los alumnos, constituyen problemas del mesocosmos y pueden ser aplicables a situaciones propias de su diario vivir. Los problemas sociambientales facilitan poner en juego las ideas de los alumnos y orientan la selección de los contenidos escolares.

Pero ¿qué es lo que permite la construcción del conocimiento escolar a partir de diferentes saberes? De acuerdo con García (1998a, 1999a), el *conocimiento metadisciplinar* es el que hace posible dicha integración. Así, la producción del conocimiento escolar no debe estar determinada por la lógica del conocimiento disciplinar, sino más bien por referentes más generales e integradores.

El *conocimiento metadisciplinar*, tal y como lo presenta Rivero (1996), está constituido por los siguientes componentes:

- El conocimiento sobre la naturaleza de los conocimientos disciplinares.
- El análisis histórico, epistemológico y sociológico de los contenidos disciplinares (la forma como evolucionan los paradigmas científicos, cómo se superan los obstáculos, etc.).
- Las cosmovisiones ideológicas (que definen el para qué y el porqué de las decisiones en los campos científico, cotidiano y escolar).
- Las nociones transdisciplinares comunes a diferentes disciplinas y que estructuran diferentes campos del conocimiento.

Según García (1998a, 1999a) el *conocimiento metadisciplinar* se caracteriza porque:

- Constituye el marco integrador y de referencia que posibilita la estructuración de los sistemas de ideas que los alumnos.
- Conlleva al acercamiento entre conocimientos parciales, la búsqueda de correspondencia entre ideas y la reestructuración del todo a partir de las partes constituyentes.

- Permite una comprensión totalizadora y de síntesis, lo cual contribuye a poder abordar situaciones de incertidumbre y ambigüedad.
- Se refiere a nociones como sistemas, cambio evolutivo, interacción, reorganización, y diversidad.
- Constituye el marco de referencia para la construcción del conocimiento escolar.

En ese orden de ideas, la determinación del conocimiento escolar está orientada por un referente epistemológico, un referente ideológico, y una concepción de la enseñanza y el aprendizaje. Desde la perspectiva del Proyecto Curricular *IREs*, el conocimiento escolar se construye teniendo como marco de referencia la epistemología de la complejidad, la concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje, y el planteamiento ideológico crítico.

El anterior planteamiento conlleva a un cambio de paradigma. Así, el conocimiento escolar no se asume como la yuxtaposición de conceptos de diferentes fuentes ni como el tratamiento de conceptos y problemas aislados. Por el contrario, la perspectiva compleja contempla generalidades más que especificidades, asume la construcción desde lo sistémico, haciendo énfasis en la organización a partir de los elementos constituyentes hasta alcanzar la estructuración de un sistema que se autorregula y se automantiene.

En palabras de García,

Es más adecuado, para no caer en posturas reduccionistas, adoptar un enfoque de complementariedad: reconocer la existencia tanto de estructuras conceptuales propias de cada ámbito como de estructuras generales comunes que dan coherencia a la visión del mundo que tiene cada sujeto y cada comunidad de práctica. (García, 1998a: 78).

Así pues, en la determinación de contenidos escolares resulta favorable una visión general del mundo, mediante el establecimiento de categorías generales del conocimiento. Por ejemplo, los sistemas de conocimiento de la Biología, la Física, la Química, las Ciencias Sociales y otras fuentes de saber comparten unas dimensiones y categorías comunes. Se trata entonces de buscar puntos de

encuentro e integración de los diferentes saberes para construir un conocimiento propio del contexto escolar con características epistemológicas propias.

Éste enfoque conlleva a asumir el conocimiento metadisciplinar como un enfoque guía o marco de referencia para la determinación del conocimiento escolar. Dicho enfoque facilita formular el currículo escolar en forma de *hipótesis de progresión*, y no como una única formulación. Ello, facilita la comprensión del cambio conceptual, la detección de obstáculos epistemológicos en la construcción del conocimiento científico, la identificación de conceptos estructurantes de los contenidos científicos, y la identificación y superación de obstáculos en el aprendizaje de los alumnos.

Para la elaboración de la *hipótesis de progresión* es necesario el estudio de:

- Las concepciones de los alumnos, en busca de su aproximación a una visión más compleja y crítica, superando algunas limitaciones del conocimiento cotidiano.
- Las problemáticas socioambientales.
- El conocimiento científico.
- El conocimiento metadisciplinar.

Para formular la hipótesis de progresión de un contenido en concreto, García (1998a) propone establecer una gama que suponga sucesivas aproximaciones al saber científico, a partir del saber cotidiano, lo cual conduce a niveles de formulación con incremento en la complejidad. Así, en la escala de los niveles de formulación, de uno inferior a otro superior, además de incrementarse el nivel de complejidad, aumenta la cantidad y el grado de reorganización de la información.

La formulación de hipótesis de progresión como marco de referencia, para la construcción del conocimiento escolar, conlleva implicaciones a nivel de la orientación en la organización y secuenciación de los contenidos y las actividades de enseñanza. En este sentido, la programación de contenidos derivada de la

hipótesis de progresión es flexible y abierta, puesto que no obliga a que un alumno tenga que pasar por un trayecto lineal, ascendente e inflexible (Porlán y Rivero, 1998). Por el contrario, se plantea como una trama de contenidos. Así, las hipótesis de progresión constituyen un marco orientador reformulable.

A continuación se ilustra la formulación de la hipótesis de progresión y las respectivas implicaciones para la enseñanza de un contenido biológico en concreto: el ecosistema, a partir de la investigación realizada por García (1999a). Con base en los resultados acerca del gradiente de concepciones de alumnos de Secundaria respecto a diferentes categorías relacionadas con conceptos ecológicos, se construyeron niveles de formulación para los conceptos ecológicos como una secuencia para la construcción del concepto ecosistema. El establecimiento de dichos niveles se hizo desde la perspectiva metadisciplinar, para ello, además del análisis de las ideas de los alumnos (a la luz de los referentes de fundamentación teórica propias del conocimiento disciplinar y de los metaconocimientos disciplinares), también se tuvo en cuenta el análisis didáctico de la historia del pensamiento ecológico. Se elabora así, una hipótesis de progresión sobre tres niveles de formulación y cuatro contenidos (ver Tabla 1.8.).

Tabla 1.8. *Hipótesis de progresión para la enseñanza del concepto ecosistema en Secundaria.*
Elaborado a partir de García (1999a)

		NIVELES DE FORMULACIÓN (a partir del análisis de las ideas de los alumnos)		
		1	2	3
CONTENIDOS (orientados fundamentalmente por la lógica disciplinar)	1. Categorización y descripción de elementos y relaciones en el ecosistema. Grado de reconocimiento de la diversidad de elementos y relaciones.	Principalmente el mesocosmos: lo perceptible a los sentidos. Visión de los organismos como individuos y no como poblaciones. Biotopo: carácter pasivo. Ausencia de relaciones entre elementos del biotopo y biocenosis. Relaciones tróficas referidas a lo que el alumno experimenta.	Las plantas como elementos del ecosistema. Existencia de gran diversidad de organismos. Relaciones entre organismos a nivel de poblaciones. Reconocimiento de biotopo. Relaciones entre biocenosis y biotopos. Mayor cantidad de relaciones interespecíficas. Aproximación al concepto de nicho.	Identificación de elementos del micro y el macrocosmos. Elementos abióticos del ecosistema poco conspicuos. Reconocimiento del alto grado de complejidad en las relaciones del ecosistema.
	2. Organización del ecosistema y grado de complejidad de configuraciones generadas por las relaciones ecológicas. Función de cada elemento en el conjunto.	Relaciones sencillas, de tipo binario (el ser vivo se reduce a “comer, ó ser comido”). No se evidencia la diversidad de relaciones. Desconocimiento de concepto fotosíntesis. Organización aditiva del ecosistema. Se consideran más relevantes los elementos que las relaciones.	Las relaciones entre los elementos no son simples. Flujo de materia y energía desde jerarquía trófica como “cadena trófica rígida”. Desconocimiento de la existencia de organismos descomponedores, con lo cual las cadenas no se cierran.	Red de interrelaciones. Integración de elementos componentes del ecosistema en todas las dimensiones. Además de las relaciones tróficas existen otras. Modelo de “red trófica flexible”. Se incluyen los organismos descomponedores Concepto de nicho ecológico.
	3. Estabilidad y cambio en el ecosistema. Procesos de reorganización y regulación, sucesión ecológica.	Funcionamiento y permanencia de ecosistemas debido a que haya suficiente cantidad de individuos de cada especie, suficiente comida y suficiente espacio. La estabilidad del ecosistema no depende de la organización.	Funcionamiento y permanencia de ecosistemas por el mantenimiento de relaciones. Sin embargo la organización aún es simple. Linealidad en modelo de la cadena trófica. Todos los elementos son absolutamente independientes para su mantenimiento.	Funcionamiento y permanencia de ecosistemas por características del sistema abierto que se reorganiza constantemente. La disponibilidad de un elemento obligatoriamente no afecta la estabilidad del conjunto.
	4. Lugar de la especie humana en el ecosistema.	Naturaleza al servicio del hombre. El bienestar del hombre está dado por el consumo de la naturaleza.	El hombre también ocupa un nicho ecológico. Aproximación a posición de desarrollo sostenible.	Principios éticos de solidaridad planetaria. Interrelación entre problemas ambientales y sociales

La hipótesis de progresión para el caso que se está tratando establece fundamentalmente tres niveles:

- El inicial (concepción aditiva de ecosistema).
- El intermedio (o de transición: asume la cadena trófica como principio organizador del ecosistema)
- El final (o sistémico: red de interacciones, reorganización continua).

Esta propuesta tiene implicaciones en la organización y secuenciación tanto de los contenidos como de las actividades de enseñanza. Así, por ejemplo, permite proponer como concepto estructurante el de ecosistema (ya que permite organizar todo el campo conceptual) y establecer una trama jerarquizada de contenidos (interrelación de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales).

Volviendo al caso que presenta García (1998a), se busca que los alumnos superen las concepciones simplistas dadas por: la visiones aditivas de la realidad, el énfasis en lo próximo y evidente (el mesocosmos, es decir lo que se percibe directamente y a partir de las experiencias inmediatas de los alumnos), la causalidad mecánica, las dicotomías y antagonismos y el orden rígido y estático. Esto se facilita debido a que se tienen los referentes del nivel de partida, el nivel intermedio y el nivel de referencia. Para el caso que se está tratando, la organización y secuenciación de los contenidos y las actividades escolares, relacionados con el ecosistema, deben tender a que los alumnos comprendan que los ecosistemas también tienen elementos que no se ven a simple vista: elementos del microcosmos (por ejemplo los microorganismos responsables de la descomposición de la materia orgánica); y elementos del macrocosmos (por ejemplo las poblaciones), lo cual conlleva a complejizar el tipo de interrelaciones entre los componentes de un sistema.

Este autor destaca que no todas las concepciones pertenecientes a un nivel menos evolucionado, constituyen necesariamente un obstáculo epistemológico para los estudiantes. Las investigaciones del conocimiento escolar acerca de la

Ecología, muestran que los principales obstáculos para el aprendizaje del conocimiento ecológico son:

- No contemplar como elementos de los ecosistemas las entidades pertenecientes a los niveles de organización del microcosmos (nivel celular, molecular y atómico) y al macrocosmos (nivel poblacional).
- No comprender que un mismo hecho que ocurre en un ecosistema, simultáneamente puede tener diferentes implicaciones dependiendo de los niveles de organización de la naturaleza con los cuales esté relacionado. Es así como una misma acción puede ser al mismo tiempo antagónica o complementaria, destructiva u organizadora.
- Considerar el biotopo como algo pasivo y estático, en el que sus elementos no interactúan entre sí y mucho menos con los elementos de la biocenosis.
- Concepción mecánica y lineal de la causalidad de los fenómenos biológicos que implica un relación unidireccional y simple entre simple entre los elementos del medio (“la ley del todo o nada”).

Resumiendo, el CDC se considera un conocimiento integrador que le aporta elementos al profesor para identificar, transformar, e integrar didácticamente, los elementos que confluyen en el aula e inciden en la enseñanza-aprendizaje de una determinada materia, o más específicamente de un contenido formativo en concreto. Es decir, el CDC le facilita al profesor hacer la transformación didáctica de los conocimientos que circulan en el aula de clase, con la consecuente producción del conocimiento escolar.

5.3. Componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico

Hasta el momento se han presentado, en este informe, los principales elementos teóricos que fundamentan el Conocimiento Profesional y el CDC de las disciplinas en general. Teniendo en cuenta los propósitos del presente estudio, en lo que sigue, se pretende identificar lo que caracterizaría específicamente al Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB).

El CDCB se produce a partir del proceso de transformación, procesamiento, interrelación, e integración de diversos componentes:

- Los contenidos biológicos por enseñar.
- Las finalidades de la Biología y de su enseñanza.
- Las estrategias metodológicas para la enseñanza de la Biología.
- Las concepciones de los alumnos acerca de la Biología.
- Las dificultades en la enseñanza-aprendizaje de la Biología.
- La evaluación de los aprendizajes de la Biología.

El CDCB es el que hace posible la construcción del conocimiento escolar de la Biología, al cual se puede denominar *Biología escolar*, que corresponde a una versión más complejizada del conocimiento cotidiano de la Biología del alumno, y a la vez menos compleja que el Conocimiento Biológico. En la Figura 1.14 se representan los componentes del CDCB y las respectivas relaciones.

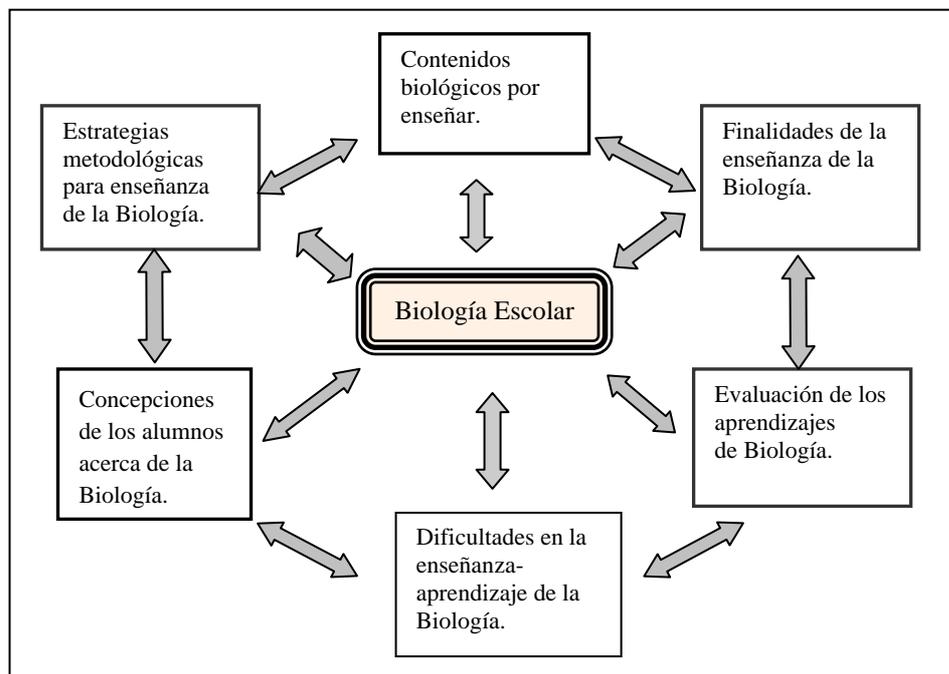


Figura 1.14. Relación entre los componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB)

Teniendo en cuenta las especificidades de la enseñanza de la Biología, a continuación se hace referencia a tres de los componentes del CDCB: los contenidos biológicos por enseñar, ello implica la organización (selección y secuenciación) de los contenidos de enseñanza; las concepciones biológicas de los estudiante (se presentan algunos estudios referentes a ideas sobre diferentes conceptos biológicos); y las dificultades en la enseñanza-aprendizaje de la Biología, presentando los principales obstáculos que se han estudiado .

Selección y secuenciación de contenidos biológicos por enseñar

El CDCB le confiere al profesor entre otras competencias, seleccionar, organizar y secuenciar los contenidos biológicos que se enseñan. Tradicionalmente los contenidos de los programas académicos se concretan en extensos listados de temáticas que aparece en los libros de texto. Pero... ¿quién o quienes ha(n) seleccionado y secuenciado dichos contenidos?, ¿Con qué criterio? ¿Con qué propósito? Precisamente, el CDCB le ha de ser útil al profesor para hacer un análisis crítico de los contenidos de enseñanza prescritos en los programas curriculares, o, más aún, para elaborar su propia propuesta.

Para poder escoger y organizar los contenidos de Biología que se enseñan, es necesario que el profesor tenga en cuenta varios criterios que se integran justamente en el CDCB. Con tal fin, el docente debe tener en cuenta:

- Los conceptos estructurantes de los contenidos biológicos.
- Los obstáculos epistemológicos en la producción y en el aprendizaje de los conceptos biológicos.
- Las características de los alumnos: desarrollo cognitivo, concepciones, intereses y experiencias.
- La significatividad de los contenidos para los estudiantes.
- Las condiciones contextuales socioculturales.
- Los propósitos de la enseñanza de la Biología.
- Los propósitos de la enseñanza de la Ciencia.

En el CDCB confluyen, integran, y trasforman, los diversos conocimientos y concepciones que forman parte del conocimiento profesional docente. Uno de esos conocimientos y concepciones es el disciplinar, en este caso correspondiente a la Biología.

Como ya se señaló en el apartado 1, el conocimiento de la Biología hace referencia a la naturaleza, la estructura sustantiva y la estructura sintáctica (Shulman, 1986a; Grossman, 1990; Gess-Newsome, 1999b; Gimeno, 1999). Respecto a la estructura sintáctica de la Biología, en su relación con el CDCB, posibilita identificar los conceptos estructurantes de la Biología y en esa dirección contribuye a seleccionar conceptos claves para la enseñanza. Porlán (2003), pone de manifiesto la relevancia de que el profesor pueda abordar el conocimiento disciplinar desde una visión sistémica, lo cual implica identificar los *conceptos estructurantes* y sus interrelaciones más significativas entre sí.

Según Gagliardi, un concepto estructurante es

un concepto cuya construcción transforma el sistema cognitivo, permitiendo adquirir nuevos conocimientos, organizar los datos de otra manera, transformar incluso los conocimientos anteriores [...] no hay una significación per se de cada concepto. Cada significación es resultado del juego de interacciones mutuas entre todos los elementos intervinientes. (Gagliardi,1986: 31).

Según este autor, son ejemplos de conceptos estructurantes en Biología:

- *El sistema de transporte* en un organismo, ya que permite comprender la función de los vasos sanguíneos, el corazón, la sangre, su interrelación y además la relación de estos con otros sistemas como el respiratorio, el excretor, la nutrición, entre otros.
- *La dominación del nivel microscópico sobre el nivel macroscópico*, es decir, que los fenómenos biológicos tienen explicaciones que subyacen a una referencia al nivel molecular. No obstante, este ejemplo puede conducir a un reduccionismo de lo vivo: la molecularización. Lo vivo es más que moléculas, implica la organización de elementos en sistemas, los cuales

trascienden en complejidad a dichos elementos al emerger propiedades y nuevos niveles de organización que permiten el automantenimiento y la autorregulación. Es decir, la mera composición química no explica el fenómeno de lo vivo, se requiere además de interrelaciones que promueven una organización en un todo.

- El “*sistema jerárquico de restricciones múltiples y mutuas* que permite comprender el funcionamiento de sistemas complejos como los seres vivos” (Gagliardi, 1986: 33), explica que una célula no está conformada por el simple conjunto de moléculas sino por unas moléculas que se restringen unas a otras y posibilitan una organización y configuración y no otras. Este concepto estructurante a la vez permite explicar la aparición de nuevas propiedades y niveles de organización en lo vivo.
- La *autopoyesis*, el cual fue acuñado por Humberto Maturana y ya fue explicado en el apartado correspondiente al Conocimiento Biológico.

Gagliardi destaca que los conceptos estructurantes permiten identificar los objetivos generales de un curso que permiten construir nuevos conocimientos a los alumnos, en la medida que les da mayor posibilidad para que reestructuren y transformen sus sistemas de significación que han construido a lo largo de su vida. Se trata entonces, según dicho autor, de definir cuáles son los conceptos para la construcción de los conceptos estructurantes y las actividades que favorecen dicha construcción. Este investigador manifiesta, concretamente para el caso de la Biología, que a partir de los cambios de los conceptos reportados en la historia, se facilita la formulación de los conceptos estructurantes (Gagliardi, 1986, 1988). De la misma forma, otros autores (Jiménez y Fernández, 1987; Jiménez, 1996; Pedrinaci, 1996; y Porlán, 2003) señalan que la Historia de la Biología puede orientar acerca de los posibles obstáculos en el aprendizaje de los alumnos.

Por su parte, Pilar Jiménez propone temas centrales para la enseñanza en la Secundaria y en el Bachillerato, tomando como criterio las grandes preguntas de la Biología:

¿Qué es la vida? (¿en qué se diferencia lo vivo de lo inanimado?), ¿cuál es el origen de la vida?, ¿cuál es el origen de las especies? (¿cómo se ha originado la diversidad biológica?), ¿qué confiere a cada organismo su identidad específica y su identidad individual?, ¿cómo tiene lugar el desarrollo? (¿qué mecanismos son responsables de transformar un huevo en un pollito?), qué relaciones tienen los seres vivos entre sí y con su medio? (Jiménez, 2003: 122)

Leonard (2004) pone de manifiesto que los contenidos de enseñanza en Estados Unidos han cambiado a través de la historia. Así, en los años cincuenta, con motivo del lanzamiento del Sputnik, se implementa el Biological Sciences Curriculum Study (BSCS), empleando los libros verde con énfasis en Ecología, azul con énfasis en Biología Molecular, y amarillo con énfasis en Taxonomía. Posteriormente, en los años noventa, en el marco de los National Science Education Standards (NSES), se pretende identificar los conceptos más importantes de la Biología para su enseñanza. A continuación se presentan los temas propuestos para los grados noveno a duodécimo (15 a 18 años de edad):

A. La célula.

1. Estructura y función de organelos.
2. Metabolismo: síntesis, digestión, transferencia de energía.
3. ADN: almacenamiento de información, síntesis de proteínas.
4. Regulación por proteínas; expresión selectiva.
5. Fotosíntesis: cloroplastos; energía solar; síntesis de moléculas de alta energía.
6. Diferenciación de células en organismos multicelulares.

B. Bases moleculares de la herencia.

1. Estructura helicoidal del ADN.
2. Número de cromosomas; diferencias entre cromosomas X y Y; gametogénesis.
3. Mutaciones.

C. Evolución biológica.

1. Las especies en el tiempo; principios de la selección natural.
2. Biodiversidad en 3,5 billones de años.
3. Bases científicas de los procesos de evolución; diversidad y registros fósiles.
4. Bases evolutivas para la clasificación de los organismos: jerarquía, concepto de especie.

D. Interdependencia de organismos.

1. Entropía; energía requerida para la vida.
2. El sol como última fuente de energía de los organismos.
3. Energía química almacenada en enlaces fosfato del ATP.
4. Limitaciones de recursos en el crecimiento y distribución de poblaciones.
5. Conservación de materia y energía en las cadenas alimenticias.

E. Comportamiento de organismos.

1. Sistemas nerviosos de organismos multicelulares; nervios sensitivos y motores; comunicación molecular entre nervios.
2. Respuestas de comportamiento de los sujetos en la selección y adaptabilidad.
3. Selección comportamental y principios evolutivos. (Leonard, 2004: 110).

Para los alumnos de los niveles de Secundaria y Bachillerato, los temas de Genética, Biodiversidad, Ecología y Medio Ambiente, por el hecho de conllevar implicaciones éticas y sociales, resultan motivadores y, en consecuencia, constituyen contenidos de enseñanza relevantes (Van Weelie, 2002; Giner y Nistal, 2003; Jiménez, 2003; y Martínez-Gracia, Gil-Quílez, y Osada, 2003).

Seethaler (2004) manifiesta que la temática de los alimentos modificados genéticamente, además de resultar atractiva para los estudiantes, por las controversias políticas, éticas y morales que conlleva, facilita la enseñanza de contenidos acordes con los estándares estadounidenses de enseñanza de la Biología, tales como reproducción sexual en plantas, el rol de los genes en la herencia, la interdependencia de los organismos en los ecosistemas, y el impacto de la agricultura en el medio. Incluso, se han propuesto estrategias metodológicas para enseñar los contenidos curriculares implicados en la temática de la ingeniería genética que incluye aspectos tanto de la genética como de la evolución (Banet y Ayuso, 2003). Narguizian (2004), propone la evolución como contenido curricular para la enseñanza, tanto de los conceptos propios de la teoría de la evolución, como de la naturaleza de la Ciencia.

Por su parte, Hall *et al* (2003), a partir de consultar previamente con biólogos expertos, profesores, educadores y estudiantes, definieron los temas para un curso dirigido a alumnos entre 16 y 18 años que persigue reflejar la realidad actual de lo que representa la utilización de la Biología contemporánea en la investigación, en la industria y en la vida cotidiana. Pretenden así que las temáticas sean actuales y de interés para los alumnos. Los temas definidos están relacionados con las “crisis” biológicas actuales, tales como: cambio climático global, ingeniería genética, la dieta, las enfermedades genéticas (por ejemplo el caso de la fibrosis quística), el Proyecto Genoma Humano, la utilización de vegetales para obtener bienes y productos, la relación infección-inmunidad, la medicina forense, la fisiología del deporte y el cerebro.

Concretamente para el caso de la enseñanza de la Biología en Bachillerato, Guerrero (2003) destaca como deseable el planteamiento evolucionista, para

explicar por ejemplo, por qué determinado organismo vive en determinado medio, cómo ha adquirido sus estructuras y funciones que le permiten vivir allí. Propone abordar el estudio de: el enfoque evolutivo que supere el carácter descriptivo, la correlación entre niveles de organización (desde las moléculas hasta las poblaciones), la clasificación de los organismos con base en el origen y las relaciones de parentesco de los seres vivos. Además, aclara que para poder trabajar estos aspectos con los alumnos se requiere tener conocimientos de genética.

Entre tanto, Giner y Nistal (2003) proponen que para ese nivel educativo los contenidos biológicos se enmarquen en lo que ellos denominan tres paradigmas básicos: la unidad bioquímica, la teoría celular y la teoría de la evolución.

Incluso algunos autores, como Porlán (2003) y Keselman, Kaufman, y Patel (2004), en relación con la organización de contenidos, teniendo como criterio los conceptos estructurantes, manifiestan que dichos conceptos no solamente deben ser estructurantes al interior de la disciplina biológica, sino además, se debe procurar seleccionar y enseñar contenidos que permitan estructurar relaciones entre diferentes disciplinas. Coinciden en proponer las temáticas de enseñanza desde problemas cercanos a los intereses de los estudiantes, que abarquen dimensiones científicas, interdisciplinarias y sociales. Lo ilustran mediante el ejemplo del SIDA, cuyo tratamiento trasciende las meras relaciones a nivel biológico. Como se sabe, los conceptos biológicos del virus, del sistema inmune, de los agentes infecciosos, etc. se pueden interrelacionar con conceptos químicos como el reconocimiento y la interacción molecular entre las glicoproteínas de la cápside viral y los receptores de membrana de los linfocitos; de igual manera con conceptos fisicoquímicos, socioeconómicos, éticos, etc.

En síntesis, no se trata de atiborrar a los estudiantes con un gran cúmulo de información, de datos y conceptos biológicos. Tal y como lo manifiestan Giordan y de Vecchi (1999), se requiere ser más conscientes en la selección y organización de los contenidos para la enseñanza de las Ciencias, máxime en momentos históricos como los actuales, caracterizados por el gran incremento en la

producción de conocimiento científico y tecnológico. Se trata entonces, de organizar los contenidos escolares, teniendo en cuenta la estructura sustantiva de la Biología. Cañal lo ilustra con los siguientes ejemplos:

es mucho más importante que nuestro alumnado comprenda la utilidad de los esqueletos de los seres vivos y la forma en que cumplen su función de soporte, a memorizar los nombres de las partes del esqueleto humano. O comprender el significado biológico y los rasgos esenciales de la fotosíntesis, como parte de la nutrición de las plantas, antes que saber reproducir algunas de las complejas reacciones bioquímicas que se producen en su curso. Es útil, sin duda, manejar datos concretos relativos a sistemas esqueléticos y conocer algunas particularidades de éstos o de los procesos fotosintéticos, pero sin perder de vista los aprendizajes que debemos promover prioritariamente, los que permitirán a los alumnos y alumnas comprender y actuar con fundamento. (Cañal, 2004: 35).

Finalmente, autores como Linn, y Jui-Ying (2002), y Porlán (2003) destacan la importancia de abordar el desarrollo histórico que ha implicado toda una evolución del conocimiento disciplinar mediante la superación de obstáculos epistemológicos, sociales, ideológicos y tecnológicos. Así pues, para la selección de los conceptos estructurantes y para la detección de las dificultades de aprendizaje, resulta útil estudiar el desarrollo histórico en la producción del Conocimiento Biológico.

Las concepciones de los alumnos en la enseñanza de la Biología

Como se señaló en el apartado correspondiente al conocimiento pedagógico, es necesario que el profesor conozca y utilice didácticamente las concepciones de los alumnos.

En la revisión realizada por Carmichael *et al* (1990), encontraron que los numerosos estudios sobre las concepciones de los estudiantes acerca de la Biología predominan los siguientes tópicos:

- Bases de la clasificación entre seres vivos y no vivos.
- Fotosíntesis.
- Respiración, excreción, y digestión.

- Procesos de transporte.
- Reproducción y herencia.
- Adaptación y evolución.
- Biología general.

Wandersee, Mintzes y Novak (1994) ponen de manifiesto que hasta 1986 se había reportado un listado con más de 100 estudios de concepciones de tópicos de Biología, y en el momento en que hacen la publicación en referencia, se calcula que el número se duplicó. Dichas investigaciones acerca de las concepciones se agrupan en cinco temáticas generales:

- Conceptos de vida.
- Conceptos de animales.
- Conceptos de plantas.
- Continuidad del cuerpo humano (incluyendo reproducción, genética y evolución).
- Otros fenómenos biológicos.

Desde la perspectiva de la situación actual de las investigaciones en enseñanza de la Biología, en la revisión hecha por Cañal (2004), destaca la realización de gran cantidad de estudios relacionados con detección de concepciones de los alumnos sobre diferentes conceptos biológicos, como uno de los principales logros. Muestra de ello es que por ejemplo, en la revisión bibliográfica que hace Duit (2004), a partir de diferentes fuentes acerca de las concepciones de estudiantes y profesores relacionadas con la enseñanza de las Ciencias, encontró estudios sobre ideas de la Biología, fundamentalmente en lo que tiene que ver con:

- Comportamiento.
- Biodiversidad (animal, vegetal y microbiana).
- Biotecnología.
- Ecología.
- Evolución.

- Genética.
- Salud y enfermedad.
- Homeostasis.
- Biología humana.
- Conceptos de vida y características de los seres vivos.
- Fisiología, Bioquímica y Física de fenómenos relacionados con la fotosíntesis o el metabolismo.
- Neurobiología.
- Sentidos.
- Crecimiento, desarrollo y diferenciación.

En una investigación realizada por García (1999a) con estudiantes, encontró que a diferencia de los fenómenos físicos caracterizados fundamentalmente por las explicaciones unicasales, para el caso de los fenómenos biológicos puede haber tres tipos de explicaciones causales relacionadas con:

- Pensamiento lineal mecánico: unicasalismo direccional.
- Pensamiento teleológico y antropocéntrico: el fin explica la estructura o el proceso que conlleva a ese fin (p. ej. “las rosas tienen espinas para defenderse”). Suelen asociarse las explicaciones a causalidades intencionales, como interpretaciones propias de los seres humanos (p. ej. “las serpientes se dedican a perjudicar a otros seres vivos sin hacer nada útil” (García, 1999a: 191).
- Noción mítica: el mundo se comporta de acuerdo con un orden absoluto, estático y predeterminado; cada cosa ocupa un lugar determinado en el mundo y tiene una función determinada. Así, se cree en la existencia de fuerzas superiores y divinas que ordenan y disponen los hechos; y en la armonía natural dependiente de leyes sabias e inmutables.

En la Tabla 1.9., se enumeran algunos de los estudios relacionados con las concepciones de estudiantes de Primaria, Secundaria y Bachillerato, sobre diferentes conceptos biológicos.

Tabla 1.9. *Algunas investigaciones acerca de concepciones de estudiantes sobre diferentes conceptos de Biología*

CONCEPCIONES ESTUDIADAS	AUTOR(ES)
Ecología, herencia y evolución	Bishop y Anderson (1900) Jiménez (1992) Demastes, Good, y Peebles (1995) Barrabín y Grau (1996) Dagher y Boujaoude (1997) Britta (2002) Brem, Ranney, y Schindel (2003) Sinatra, <i>et al.</i> (2003) Dagher y Boujaoude (2005)
Genética e ingeniería genética	Lewis (2004) Sadler y Zeidler (2004) Seethaler (2004)
Fotosíntesis	Smith y Anderson (1995) Panagiota, y Dia (2006)
Célula	Flores, Tovar, y Gallegos (2003)
Digestión	Banet y Núñez (1988)
Insectos	Shepardson (2002)
Microorganismos	Diaz-González (1996)

Cabe señalar que no es suficiente con realizar gran cantidad de investigaciones para averiguar las ideas que tienen los alumnos sobre conceptos concretos y genéricos de la Biología. Además, es fundamental utilizar dicho conocimiento en la formulación y secuenciación de los contenidos biológicos y las actividades de enseñanza.

Cañal (2004), resalta la importancia de que la enseñanza-aprendizaje de la Biología sea significativa y funcional, de tal forma que los alumnos puedan aplicar el conocimiento construido en la escuela para resolver las situaciones problemáticas que se presentan en sus contextos vivenciales.

Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de la Biología

A propósito de las *dificultades en la enseñanza-aprendizaje de la Biología*, Jiménez (2003) identifica algunos ejemplos para el caso de la enseñanza en Secundaria:

“Los seres vivos: confusión entre atributos de vivo y de animal; presencia no universal de células, “vivo” restringido a “animal”; creencia en generación espontánea (microorganismos). Clasificación siguiendo criterios de semejanza morfológica; dificultades en la identificación con claves. Insuficiente respaldo conceptual al mantenimiento de diversidad; identificación de microorganismo con “perjudicial”.

Plantas y fotosíntesis: atribución de presencia de flores y frutos sólo a plantas que los tienen conspicuos; confusión entre fruto y fruta; las plantas se “alimentan” del agua, la tierra. Dificultades en la identificación de plantas del entorno. Falta de interés por la conservación de las plantas; no inclusión de conocimientos sobre árboles en la “cultura general”.

Animales: “animal” restringido a vertebrados mamíferos; antropomorfismo. Dificultades en la identificación de animales comunes del entorno. Desinterés por la conservación de insectos.

Ecología: ecosistema restringido a seres vivos; percepción lineal de las relaciones (cadena, no redes); concepción estática. Dificultades en la interpretación de redes alimentarias; en la escala del tiempo, atribución causal. “problema ambiental” restringido a contaminación, escasa atención a recursos, sobre todo abióticos; dificultades para aceptar la propia responsabilidad personal.

El ser humano y la salud: confusión entre nutrición y alimentación; papel de la nutrición restringido a aporte de energía, ignorando nutrientes plásticos; confusión entre excreción y defecar; creencias inadecuadas sobre dieta equilibrada; insuficiente conocimiento sobre reproducción, embarazo, enfermedades de transmisión sexual; estereotipos sobre contagio. Dificultades para la interpretación del etiquetado de alimentos. Falta de disposición a seguir dieta equilibrada de forma continuada; estereotipos sobre sexualidad y roles de género”. (Ibid.: 131).

De igual manera vislumbra algunas dificultades para la enseñanza-aprendizaje de la Biología en Bachillerato:

“La célula: célula tridimensional versus célula plana; membrana celular como límite pasivo; períodos de “inactividad” entre mitosis; confusión niveles de microscopía óptica y electrónica; dificultades de interpretación de muestras con el microscopio; atribución de rasgos macroscópicos.

Fisiología: falta de integración entre digestión, circulación y respiración; vasos y órganos “impermeables”; fotosíntesis como intercambio de gases; oposición anabolismo “bueno” con catabolismo “malo”. Dificultades en interpretación de diagramas e imágenes. Hábitos alimentarios inadecuados; escasa capacidad de crítica ante supuestas dietas milagrosas.

Genética: confusión entre gen y alelo; determinismo versus probabilismo; atribución del origen del fenotipo sólo al genotipo; confusión entre células somáticas y gametos; dificultad en el significado de diploidía, cromosoma, meiosis. Resolución mecánica de problemas siguiendo un algoritmo; dificultades con problemas abiertos. Reconocimiento de las dimensiones sociales y éticas de la manipulación genética.

Evolución: *cambios individuales versus cambios poblacionales: adaptación “a medida” versus supervivencia de los más aptos; herencia de caracteres adquiridos; atribución de homogeneidad genética a las poblaciones. Aplicación de modelo de selección natural a situaciones de cambio biológico.*

Enfermedades infecciosas, inmunología: *confusión sobre el papel de los microorganismos; confusión entre resistencia e inmunidad; falta de distinción funcional bacterias/virus. Dificultades en la interpretación de las instrucciones en medicamentos. Automedicación; uso inadecuado de antibióticos; prejuicios sobre contagio”. (Ibid.: 139).*

Por su parte, Giordan y de Vecchi (1999) manifiestan que los diferentes estudios muestran, cómo a pesar de las intervenciones en la escuela y de la educación en general, persisten aún después de años de escolarización algunos errores conceptuales concernientes a la digestión en humanos; la respiración en humanos, anfibios y peces (siempre se asocia con la respiración pulmonar); nutrición de los vegetales (las plantas absorben por la raíz el alimento, es decir, las plantas se alimentan del suelo). Dichos errores incluso se hacen evidentes en los adultos (por ejemplo en docentes en formación).

Zohar y Ginossar (1998) hacen referencia a las formulaciones y explicaciones teleológicas y antropocéntricas como dificultades en la enseñanza de la Biología.

En relación con las dificultades en el aprendizaje de la Biología cabe señalar que además de tener en cuenta los aspectos históricos del desarrollo del conocimiento biológico, el CDCB le posibilita al profesor integrar aspectos psicopedagógicos tales como el grado de desarrollo cognitivo de los alumnos, que permiten identificar los niveles de dificultad que demanda el aprendizaje de determinados conceptos en estudiantes de determinadas edades y características cognitivas.

Porlán (2003) considera que, en la formación inicial de profesores de Secundaria, se deben abordar contenidos profesionales tales como las características de los alumnos (sus ideas, sus intereses, sus experiencias). Así, los futuros profesores deben aprender cómo detectar, y analizar dichas características, cómo utilizar dicho conocimiento en la detección de obstáculos de aprendizaje y

en el diseño de estrategias metodológicas para su superación, al igual que la organización de contenidos y actividades “a manera de hipótesis sobre la progresión de las ideas de los estudiantes” (Porlán, 2003: 30).

5.4. El Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico como núcleo integrador del Conocimiento Profesional del profesor de Biología

Para cerrar la visión respecto al Conocimiento Profesional, en lo que sigue, se hace una síntesis integradora de los diferentes elementos tratados. Se muestra la importancia del CDCB en la construcción del Conocimiento Profesional, con las relaciones que ello implica.

Tal y como lo plantea Gess-Newsome (1999a) al referirse a los enfoques transformadores, el Conocimiento Profesional no resulta de la mera yuxtaposición de los diferentes saberes del profesor, sino que demanda de un complejo sistema de interrelaciones entre los diversos componentes. En esa dirección, se considera al CDCB el elemento central e integrador de los diferentes constituyentes del Conocimiento Profesional del profesor de Biología.

Así pues, a partir de la integración de variados conocimientos, concepciones y saberes del profesor se construye el CDCB, el cual faculta al docente para realizar la transformación didáctica, haciendo posible la producción del conocimiento escolar de la Biología (Biología escolar).

A continuación, se hace un listado de las diferentes fuentes y componentes del Conocimiento Profesional del profesor de Biología:

- Fuente teórica: Conocimientos académicos
 - Conocimiento de la Ciencia.
 - Conocimiento de la Biología.
 - Conocimiento de la Pedagogía y Didáctica General.
 - Conocimiento de la Didáctica de la Biología.

- Conocimiento Metadisciplinar.
- Fuente práctica: Conocimiento experiencial y concepciones.
 - Conocimiento y concepciones acerca de la Ciencia.
 - Conocimiento y concepciones acerca de la Biología.
 - Conocimiento y concepciones acerca de la Pedagogía y Didáctica General.
 - Conocimiento y concepciones acerca de la Didáctica de la Biología.
- Fuente contextual.
 - Conocimiento del contexto educativo general.
 - Conocimiento del contexto específico.
- Conocimiento Integrador: Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico.
 - Conocimiento de la Biología escolar.
 - Conocimiento de las estrategias metodológicas para la enseñanza de la Biología.
 - Conocimiento de la evaluación de los aprendizajes.
 - Conocimiento de las finalidades de la enseñanza de la Biología.
 - Conocimiento de las concepciones de los alumnos acerca de la Biología.
 - Conocimiento de los contenidos biológicos por enseñar.
 - Conocimiento de las dificultades en la enseñanza-aprendizaje de la Biología.

En la Figura 1.15., el autor del presente informe propone las relaciones entre los componentes antes mencionados, haciendo hincapié en la relevancia del CDCB, como elemento integrador en la constitución del Conocimiento Profesional del profesor de Biología. Como se puede observar, en la parte superior del esquema se encuentran los *conocimientos* de tipo teórico, es decir los *académicos*, los cuales se adquieren durante la educación formal y tradicionalmente son los que predominan en los programas de formación del profesorado.

En forma de marco se representan los *conocimientos contextuales* y el metadisciplinar. El ubicar los conocimientos contextuales en el marco del

diagrama, se identifica con el enfoque de Conocimiento Profesional propuesto por Carlsen (1999), y obedece a que todos los conocimientos y acciones del profesor están influenciados por las condiciones y características del entorno, desde las políticas internacionales y nacionales sobre la educación hasta las particularidades de los alumnos y el aula de clase en que se ejerza la profesión docente. No se puede desconocer que el conocimiento del profesor está influenciado por estereotipos sociales.

De igual manera, el *conocimiento metadisciplinar* se representa formando parte del marco, esto en consonancia con los planteamientos del *Proyecto Curricular Investigación y Renovación Escolar (IRES)*, en el sentido de que este conocimiento constituye el marco de referencia que posibilita la estructuración de los sistemas de ideas de los alumnos, necesario para la construcción del conocimiento escolar, que orienta el establecimiento de interrelaciones, conlleva al acercamiento entre conocimientos parciales (García, 1998a, 1999a) y actúa como organizador del conocimiento profesional (Porlán y Rivero, 1998).

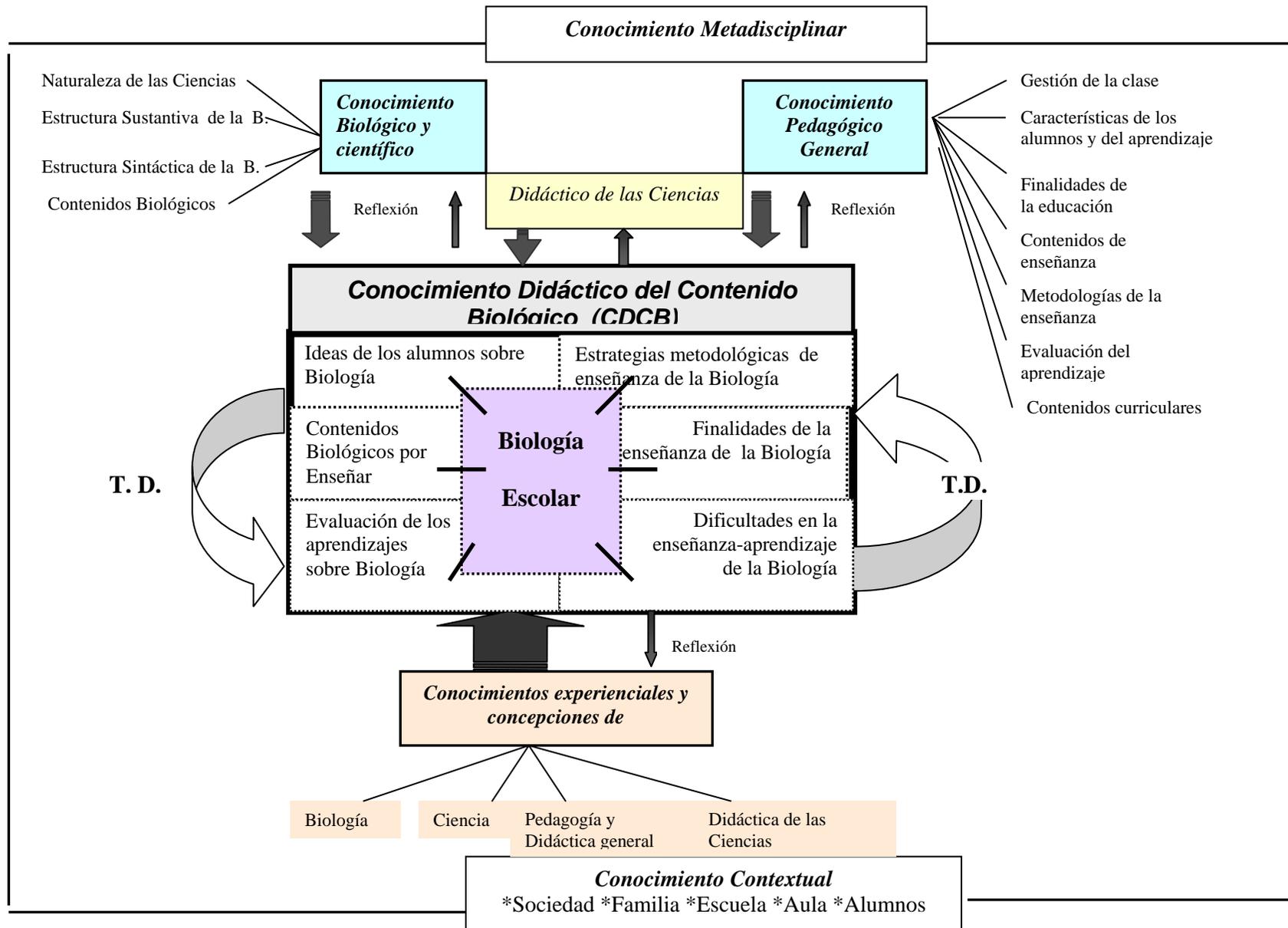


Figura 1.15. El Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico como núcleo integrador en la construcción del Conocimiento Profesional del Profesor de Biología. T.D.: Transformación Didáctica.

En la base del diagrama a manera de soporte, se representan los *conocimientos experienciales* y las *concepciones* personales del profesor de Biología (ya sea en formación inicial o en ejercicio). Las experiencias de los profesores, tal y como lo resalta Tardif (2004), constituyen saberes fundamentales en la estructuración de su conocimiento profesional. Así mismo, la epistemología personal de los docentes acerca del conocimiento en general, de la enseñanza y del aprendizaje, de la Ciencia y de la disciplina que se enseña, constituye un referente clave en el desarrollo profesional. La ubicación de este tipo de conocimiento en la base del esquema, obedece a que tanto los saberes experienciales como las concepciones del profesor son de carácter implícito, arraigado y funcional, lo cual conlleva a que sean los más próximos a las conductas del profesor. Tal y como lo afirman Barnett y Hodson (2001) las creencias, valores y experiencias personales del docente, orientan en buena medida la manera como se interpretan e implementan los currículos.

En la parte central de la figura, en medio de los conocimientos teóricos, prácticos y contextuales, se ubica el CDCB. De manera similar a los enfoques de Grossman (1990), Carlsen (1999), Magnusson, Krajcik y Borko (1999), Morine-Dershimer y Kent (1999), y al transformador de Gess-Newsome (1999a), en la presente propuesta se considera al CDCB el elemento nuclear alrededor del cual se procesan, transforman, complejizan e integran los demás constituyentes del Conocimiento Profesional docente.

El CDCB se organiza a partir de las interacciones de sus elementos constituyentes, y hace posible responder a preguntas tales como:

- ¿Qué contenidos de Biología enseñar?
- ¿Cómo enseñar dichos contenidos?
- ¿Cómo conocer y utilizar didácticamente las ideas de los alumnos acerca de contenidos biológicos?
- ¿Qué dificultades existen en la enseñanza-aprendizaje de la Biología, y cómo superarlas?

- ¿Qué propósitos tiene la enseñanza de la Biología?
- ¿Qué, cómo, quién, cuándo, y para qué, evaluar los aprendizajes de los contenidos biológicos?

Por último, en el esquema se representan flechas en doble sentido: desde el CDCB hacia los componentes teóricos, experienciales y concepciones, y viceversa. Con ello se quiere representar que para la constitución del CDCB confluyen diferentes conocimientos, y a la vez, que el CDCB constituye un elemento que hace posible la reflexión de las fuentes. Esto, posibilita la construcción del Conocimiento Profesional a partir de la reflexión.

Además, los componentes del CDCB se representan en recuadros con líneas interrumpidas y relacionando cada uno de ellos con la Biología Escolar. Ello, con el fin de destacar las interrelaciones entre los componentes, lo cual se hace más posible en la medida que los docentes desarrollen capacidades metacognitivas que les permita además de hacer explícitos los componentes, promover su integración.

6. MODELOS DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO Y SU RELACIÓN CON EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DOCENTE

Dado que la presente investigación se realiza en el ámbito de la formación inicial de profesores, es pertinente revisar los principales modelos de formación, en su relación con la construcción del conocimiento profesional de los futuros docentes.

En la literatura se encuentran diversas clasificaciones sobre los modelos de formación docente, dependiendo del criterio que se tenga en cuenta para su análisis. En la Tabla 1.10. se resumen las características de algunas de las clasificaciones más conocidas.

Al comparar los diferentes modelos de formación del profesorado, se pueden evidenciar similitudes que permiten agruparlos en cuatro grandes tendencias:

- Modelos tradicionales (transmisionistas).
- Modelos tecnológicos.
- Modelos espontaneistas.
- Modelos de investigación y desarrollo profesional.

Tabla 1.10. Principales características de algunos modelos de formación docente.

CRITERIO y AUTORES	MODELOS
En función del continuo directividad–espontaneidad. Autor: Escudero, 1992 (En Porlán y Rivero, 1998).	Modelos Técnicos (directivos): Énfasis en dimensión racional y lógica del conocimiento y la acción humana, mediante la figura del formador. Se centra en la aplicación de la racionalidad técnica.
	Modelos Procesuales (no directivos) : Énfasis en dimensión creativa e intuitiva del sujeto en formación.
Contextos de transmisión y de producción del saber y del saber-hacer. (Ámbito francés) Autor: Demailly, 1991 (En Porlán y Rivero, 1998).	Enfoques Formales: Transmisión formal de saberes por parte de especialistas.
	Enfoques Informales: Formación ocurre en el mismo contexto de la actividad práctica. A partir del contacto e imitación entre colegas. Se logra una interiorización del saber, del saber-hacer y del saber comportamental .
	Enfoques Interactivo-reflexivos: Formación dirigida a resolver problemas reales, mediante el uso de saberes de diferentes estatus epistemológicos. Se incluyen momentos de acción, constitución de competencias nuevas, reflexión, contrastación de teorías con apoyo externo, en un trabajo colectivo. Se generan nuevos saberes que retroalimentan el proceso de formación.
Naturaleza de los aprendizajes profesionales que se buscan (relaciones teoría – práctica). (Ámbito francés). Autor: Ferry, 1983 (En Porlán y Rivero, 1998).	Modelos centrados en las adquisiciones: Énfasis en adquisición de conocimiento y modos de razonar propios de las disciplinas específicas que se enseñan. Complementariamente incluye conocimientos psicopedagógicos y didácticos. Además el saber-hacer mediante la práctica como aplicación de la teoría.
	Modelos centrados en procesos: Énfasis en la utilización de los recursos disponibles por los profesores para resolver problemas, realizar proyectos, abordar situaciones imprevistas, etc. Predomina la práctica (en desmedro de la teoría). El aprendizaje profesional se alcanza por tanteo, sin necesidad de la teoría.
	Modelos centrados en el análisis: Sin desmeritar la importancia de los conocimientos teóricos, se enfatiza en las técnicas y metodologías, las cuales se adquieren mediante la observación y análisis de situaciones escolares. Ocurre por la interacción reguladora entre teoría y práctica mediante procesos de metacognición.
Autor: Ferry, 1983 (En Rodríguez, 1995).	Modelo funcionalista: se construye la pedagogía partiendo deductivamente de un análisis de funciones de la escuela en la sociedad.
	Modelo científico: se apoya en mito de una ciencia con respuesta potencial a todos los interrogantes del profesor en su práctica.
	Modelo tecnológico: concepción instrumental. Se busca modernizar las condiciones de aprendizaje.
	Modelo situacional: basado en la relación del sujeto con situaciones educativas en las que está implicado
Autor: Zeichner (1993). En el ámbito de Canadá y Estados Unidos. (En Rodríguez, 1995).	Tradición académica: el profesor es el especialista en la disciplina que enseña.
	Eficiencia social: se busca la formación en habilidades muy específicas.
	Tradición evolutiva: tiene en cuenta el grado de desarrollo de los estudiantes.
	Reconstruccionismo social: hace énfasis en el progreso y la reconstrucción social.

<p>Autor: Mingorance, 1993 (En Rodríguez, 1995).</p>	<p>Perspectiva academicista: se guía por una racionalidad lógica y teórica, busca una escuela transmisora y un profesor especialista.</p> <p>Perspectiva técnica: se guía por una racionalidad técnica, busca una escuela eficaz y un profesor técnico.</p> <p>Perspectiva práctica: se guía por una racionalidad práctica, busca una escuela como un campo experimental y un profesor práctico.</p> <p>Perspectiva personal: se guía por una racionalidad ética y de autorreflexión, busca una escuela personalizada y un profesor orientador.</p> <p>Perspectiva crítica: se guía por una racionalidad emancipatoria, busca una escuela social y democrática y un profesor transformador.</p> <p>Perspectiva colaborativa: se guía por una racionalidad comunicativa, busca una escuela cultural y un profesor agente de cambio.</p>
<p>Modelo de enseñanza e imagen del profesor que se quiere. Autor: Pérez Gómez, 1992.</p>	<p>Perspectiva académica: Consecuente con la educación tradicional donde predomina la transmisión de contenidos disciplinares. Incluye dos enfoques:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Enciclopédico: contenidos científicos como acumulaciones lineales y enciclopédicas. El profesor es un transmisor verbal del conocimiento científico. * Comprensivo: enseñanza comprensiva de contenidos y metodologías de las disciplinas. El profesor como experto en didáctica de las disciplinas, conocedor de contenidos, epistemología, evolución histórica y dimensión didáctica de dichos contenidos. <p>Perspectiva técnica: Enseñanza como ciencia aplicada. Los profesores dominan las aplicaciones del conocimiento científico; predomina la racionalidad técnica (la teoría dirige la práctica, el conocimiento se traduce en técnicas instrumentales). Formación del maestro asumida como un adiestramiento y entrenamiento en competencias técnicas.</p> <p>Perspectiva práctica: Procesos de enseñanza-aprendizaje como situaciones complejas, singulares e imprevisibles. El profesor como artesano o artista, desarrolla su sabiduría experiencial y su creatividad. En la formación docente se hace énfasis en el conocimiento en, de y para la práctica. Tiene dos enfoques:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Atesanal: el saber hacer profesional se hace por ensayo y error de la práctica y se transmite del experto al profesor novel mediante el contacto directo y prolongado. * Reflexivo: La aplicación de procedimientos o competencias técnicas no son suficientes para resolver los problemas complejos y singulares del aula. El profesor reflexiona en y para la acción y su conocimiento profesional surge de la práctica y a la vez posibilita su transformación. <p>Perspectiva de reflexión en la práctica para la reconstrucción social: La enseñanza se asume como una actividad crítica y el profesor como un profesional reflexivo y crítico que busca autonomía y emancipación como actor protagonista en el proceso educativo. Presenta dos enfoques:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Crítico: énfasis en ámbitos sociopolíticos de la enseñanza y la formación docente. * Investigación-acción: énfasis en modelo de profesor investigador (investigación-reflexión de la acción educativa).

Papel asignado al profesor en la actividad formativa. Autor: Yus, 1993. (En Porlán y Rivero, 1998).	Profesor transmisivo: recepción de información verbal académica y científica suministrada por el experto; se desconocen concepciones y experiencias del profesorado. Evidente desarticulación entre teoría y práctica.
	Profesor autónomo: actitud autoformativa, énfasis en intercambios entre profesores con tendencia a desconocer aportaciones científicas.
	Profesor implicativo: reflexivo sobre su práctica, con esfuerzos por integrar la teoría con la experiencia profesional.
Perfil del profesor de ciencias y modelo que adopta la gestión institucional en la formación. Autor: García Díaz, 1986. (En Porlán y Rivero, 1998).	Modelo técnico: profesor especialista en aplicar recetas didácticas universales; la formación docente se centra en el flujo de información unidireccional desde el experto, y en el aprendizaje de rutinas de intervención (con énfasis en lo técnico) originadas desde fuera de la realidad educativa.
	Modelo espontaneísta o periférico: Predominio de activismo y voluntarismo. Hay intercambio asistemático de experiencias y críticas entre profesores. Se impone el saber empírico, la intuición, lo fenomenológico (en vez de lo académico).
	Modelo investigativo: El profesor investigador utiliza su conocimiento para resolver problemas de la realidad escolar compleja, singular y cambiante. La formación del profesorado se asume como un proceso de desarrollo profesional mediante investigación, y el cambio curricular mediante el contraste e integración de tres tipos de saberes: experiencial del profesor, concepciones ideológicas y nuevos enfoques del saber disciplinar (en educación y del saber científico).
Naturaleza, características y contenidos del saber profesional. Furió, 1994	Perspectiva tradicional y academicista: Se prioriza en los saberes disciplinares. Presenta tres variantes: <ul style="list-style-type: none"> - Predominancia de los saberes científicos de la disciplina que se enseña (en formación permanente). - Predominancia de los saberes psicopedagógicos (en formación permanente). - Inclusión aditiva (yuxtaposición) de saberes psicopedagógicos y disciplinares (en formación inicial).
	Perspectiva innovadora y constructivista: Saber profesional como integración de saberes teóricos y prácticos mediante procesos de innovación e investigación en Didáctica de las Ciencias. Se prioriza en el conocimiento de las concepciones de los alumnos (acerca de las ciencias, de la naturaleza de las ciencias, de la enseñanza y el aprendizaje) y sus obstáculos, como elemento formativo. Se toma como base el trabajo sobre situaciones problema. Las actividades de enseñanza se aproximan al tipo de trabajo de los científicos. La Didáctica de las Ciencias se considera el eje vertebral de los saberes académicos.
Formación inicial de profesores de Ciencias Autora: Martín del Pozo (1994). (En Porlán y Rivero, 1998).	Modelo tradicional: lo preponderante es el transmisionismo verbal del conocimiento con la posterior memorización de los mismos por parte de los estudiantes.
	Modelo científico-técnico: relacionado con una cierta forma simplificada de entender la Didáctica de las Ciencias (énfasis en técnicas y métodos de enseñanza).
	Modelo de investigación y desarrollo profesional: Tiene en cuenta concepciones científicas y didácticas de futuros profesores. Se da una coherencia (“isomorfismo”) entre el modelo de enseñanza que se pretende y la formación que se practica. La investigación de problemas profesionales es el principio formativo prioritario para la interrelación teoría-práctica.

<p>Perspectiva epistemológica Autores: Porlán y Rivero (1998)</p>	<p>Academicista: Reduccionismo epistemológico academicista (el conocimiento profesional como saber disciplinar, yuxtaposición de contenidos científicos y psicopedagógicos). Desconocimiento o subestimación del saber del profesor y otros saberes, debido a la supremacía del saber disciplinar. Limitación para reconocer y asumir dimensión práctica de la profesión docente. Formación del profesorado como proceso fragmentado de adición de aspectos disciplinares aislados. Carencia explícita de fundamentación, aunque implícitamente con concepciones epistemológicas cercanas al absolutismo racional (la racionalidad científica produce el conocimiento verdadero y superior) y del aprendizaje como apropiación directa de los significados verdaderos de la disciplina. Indistinción entre saber y saber enseñar.</p> <p>Primacía en saber tecnológico: Reduccionismo epistemológico racionalista e instrumental (concepción absolutista y jerárquica del conocimiento). Considera la intervención como aplicación de la teoría. Asigna supremacía al saber disciplinar. Los profesores no utilizan directamente el conocimiento del saber disciplinar, se limitan a aplicar técnicas derivadas del saber técnico didáctico que ha sido generado desde el exterior. Priman el saber de los especialistas frente al saber experiencial de los profesores. Para ser buen profesor es suficiente conocer los contenidos disciplinares de la materia que se enseña (asumiendo que no demanda de ningún tipo de análisis didáctico) y dominar las competencias técnicas para la intervención. Pretende alcanzar el cambio educativo como un proceso neutral, no ideológico y apolítico. Divorcio entre el conocimiento de la disciplina y el de la didáctica de la disciplina.</p> <p>Primacía en saber fenomenológico: También denominados modelos activistas, espontaneístas, periféricos, informales, procesuales, etc. Incluye modelos críticos y críticos reflexivos los cuales guardan relación con el “inductivismo ingenuo” y el “relativismo extremo”. Se asume que la sola práctica es suficiente para lograr conocimiento mediante la experiencia. Priman la acción, la intervención y los aspectos procedimentales sobre la reflexión, la planificación y el seguimiento, y los aspectos conceptuales respectivamente. El aprendizaje profesional ocurre espontáneamente (“se aprende a enseñar, enseñando”) y el saber fenomenológico basado en la experiencia profesional y desarrollado en el contexto escolar es el preponderante, frente a los saberes académico y técnico. El universo lo constituye la escuela, existiendo un aislamiento con cualquier realidad externa, ya sea científica o técnica.</p> <p>Primacía en saber práctico: contempla elementos para una perspectiva epistemológica integradora. En el modelo del profesor como investigador: - Se averiguan y analizan las concepciones de los profesores, se identifican los obstáculos asociados a dichas concepciones. - Se establece una hipótesis de progresión, hacia un conocimiento deseable con un mayor grado de complejidad. - Se desarrolla un método de negociación y ajuste entre la hipótesis de progresión y el desarrollo real en la práctica. - Actúa como un principio práctico que orienta la formulación y experimentación de propuestas de intervención concretas en la formación del profesorado.</p>
---	---

Formación inicial del profesorado sobre los contenidos escolares. Martín del Pozo y Porlán (1999)	<i>A imagen y semejanza de la enseñanza tradicional:</i> Lo fundamental es aprender los contenidos disciplinarios para luego transmitir rutinariamente los contenidos impuestos por exigencias del currículo prescriptivo. Se infravaloran las disciplinas psicopedagógicas. Se presenta un reduccionismo epistemológico al no diferenciar entre el conocimiento disciplinar y el conocimiento profesional
	<i>Enfoque instrumental de las Didácticas Específicas:</i> Énfasis en formación de competencias y habilidades técnicas como la formulación de objetivos y la secuenciación cerrada de actividades. Se prioriza en el conocimiento de las didácticas específicas, desde la perspectiva instrumental. Ocurre una desarticulación entre la disciplina y la didáctica de la disciplina.
	<i>Enfoque alternativo:</i> La formación inicial se asume como la primera fase del desarrollo profesional . Formación orientada a: hacer evolucionar las concepciones científicas y didácticas de los futuros profesores hacia planteamientos más complejos. Desarrollar capacidades en los estudiantes-profesores para la toma de decisiones en las complejidades de su práctica; de igual manera para detectar y hacer evolucionar los esquemas de los alumnos; El profesor se concibe como un investigador en el aula. Se pretende construir conocimiento profesional significativo y riguroso.



: Ámbito de la Enseñanza de las Ciencias.

6.1. Modelos Transmisivos

Los modelos de *discontinuidad técnico-directivo*, de *contextos formales*, de *perspectiva de enseñanza académica*, de *profesor transmisor*, y *enfoque de formación a imagen y semejanza de la enseñanza tradicional*, tienen en común que el conocimiento del profesorado se genera externamente a la realidad escolar y corresponden a modelos tradicionales (transmisivos). En estos modelos, se pretende que el profesor se limite a implementar la cosecha de producción de los especialistas, quienes determinan qué tipo de contenidos debe aprender el profesor, prioritariamente conocimientos de las disciplinas específicas (Furió, 1994; Rodríguez, 1995; Porlán y Rivero, 1998). Se podría decir que este grupo de modelos se caracteriza por las relaciones verticales entre los gestores del conocimiento que los profesores deben adquirir y aplicar, y los ejecutores del mismo (los docentes). Esta perspectiva conduce a la formación de profesores heterónomos y repetidores de contenidos.

Tal y como lo muestra Mellado (1998), en su revisión de diez años de investigaciones sobre lo que piensan y hacen los profesores de Ciencias, la mayoría mantiene concepciones tradicionales correspondientes a la transmisión de conocimiento del docente al alumno. De igual forma Martín del Pozo y Rivero (2001) señalan que los datos empíricos parecen indicar como tendencias dominantes en profesores de Ciencias: una visión positivista, absolutista e inductivista, al interpretar el conocimiento científico, una imagen del profesor como transmisor de verdades absolutas a partir de textos escolares, una concepción del aprendizaje como resultado de atender, retener y fijar contenidos en la memoria, una visión de la evaluación como la valoración de la capacidad de reproducir información aprendida. Según las autoras estas concepciones responden al predominio de modelos transmisivos aprendidos por impregnación pasiva a lo largo de la vida escolar.

Para Imbernón (1998), en los modelos tradicionales, así como en el pensamiento escolástico, se considera el conocimiento como único y definitivo. En esta orientación el objetivo prioritario es la recuperación de la tradición clásica

en la educación en la que no se da cabida a la diversidad del conocimiento. Por el contrario, éste debe ser común, desconociéndose de esta manera las particularidades de los contextos socioculturales y de las identidades culturales concretas de grupos sociales. Este hecho implica que sea de carácter elitista y conservador. En esta dirección, la formación docente correspondiente con esta orientación conceptual hace énfasis (casi exclusivo) en los contenidos por transmitir (como función básica y fundamental), asignando como especificidad profesional, el dominio del contenido que se debe enseñar.

Respecto a los modelos academicistas en los que prima la formación teórica, con preponderancia de los contenidos disciplinares, Tardif (2004) señala que hasta el momento predominan los programas de formación del profesorado en función de la disciplina específica, evidenciándose una desconexión entre los conocimientos teóricos que se imparten y la acción profesional, con el agravante de que las prácticas docentes son insuficientes. A este enfoque formativo lo ha denominado *Visión Disciplinar y Aplicacionista*.

No se puede asegurar que las características de los profesores y de su ejercicio profesional dependen exclusivamente de los modelos de formación en los que se hayan desarrollado profesionalmente. Para el caso del modelo de profesor predominantemente tradicional hallado en el estudio de Fernández y Olertegui (1996), según los autores es claro que además de la educación recibida en su formación inicial como docentes, también influyen las experiencias de su vida escolar en la adolescencia y la niñez, que para el caso, se sabe que corresponde a modelos tradicionales transmisivos. Dichas visiones se reproducen en la vida profesional docente, a menos que influyan modelos alternativos.

Para el caso de profesores con modelos diferentes al transmisionista, resulta atrevido asegurar que su forma de pensar y actuar en el ejercicio profesional, deriven directamente del modelo de formación en el que se educaron en su fase de formación inicial, pues en la vida profesional median importantes procesos de formación. Así, por ejemplo, en el estudio al que se está haciendo referencia, algunos profesores expresan que acuden a formas alternativas de enseñanza, como

respuesta a la insatisfacción con el modelo tradicional. El espacio del ejercicio profesional se constituye en una importante modalidad de formación donde influye poderosamente el trabajo entre colegas.

En la perspectiva de los modelos tradicionales, el Conocimiento Profesional (si es que se le puede asignar ese adjetivo) se limita a las competencias que debe tener el docente para aprender e informar un cúmulo de contenidos académicos, fundamentalmente de tipo conceptual disciplinar, de los conocimientos que se deben enseñar. El profesor se forma para transmitir los contenidos que definen los libros de texto, independientemente del contexto escolar. Se asume que se transmiten de una forma directa y lineal desde el experto hasta el docente en formación y posteriormente de este a los alumnos (Porlán y Rivero, 1998).

En suma, corresponde a una formación en la que se presenta un desconocimiento de las condiciones científicas, sociales, históricas e ideológicas en las que se produce el Conocimiento Profesional; y se asume el ciencia como una verdad superior y absoluta (Porlán, 2003). Desde esa perspectiva el profesor no cuenta con un saber profesional propio que lo diferencie de otros profesionales, pues basta con el conocimiento disciplinar para poder enseñar.

6.2. Modelos Tecnológicos

En los modelos de orientación tecnológica presentados en las clasificaciones de Pérez-Gómez, 1992; García Díaz, 1986; Martín del Pozo, 1994 (citados en Porlán y Rivero, 1998); Porlán y Rivero, 1998 (primacía en saber tecnológico); y Martín del Pozo y Porlán, 1999 (enfoque instrumental de las Didácticas específicas), se pretende implementar como fórmulas generales las técnicas y métodos, producidos por grupos de especialistas, en las diferentes situaciones educativas que por demás son complejas y singulares. Pérez-Gómez (1991), Imbernón (1998), y Porlán y Rivero (1998) plantean que los modelos de perspectiva tecnológica no resuelven los problemas de la formación docente, teniendo en cuenta que la naturaleza humana y social de los fenómenos humanos

(como es el caso de los educativos) por su enorme complejidad y particularidad, no pueden considerarse técnicos. Los problemas propios de la enseñanza-aprendizaje no pueden ser asumidos por una única teoría sino que demandan tratamientos interdisciplinarios.

Estos modelos corresponden con el que Imbernón (1998) ubica en el sistema de formación *aplicacionista o normativo*, al que critica por reducirse a implementar herramientas didácticas que se deben aplicar a manera de lecciones impuestas desde afuera, como normas generales, desconociendo en gran medida la diversidad y complejidad de las situaciones y realidades prácticas, lo cual en muchos casos genera insatisfacciones ante su incapacidad de adaptar el modelo.

Dicho autor critica, además, que estos modelos pretenden imponer el perfil del buen profesor, es decir el eficaz, a partir de la constitución de la norma que establece lo que debe hacer, lo que debe pensar, lo que debe evitar, para así lograr adecuar su ejercicio docente al modelo. Por su parte Randi y Corno (1997), en el análisis que hacen acerca de los profesores innovadores, señalan que la implementación de programas genéricos desarrollados por expertos externos considera a los profesores como consumidores pasivos que centran su trabajo en el uso de estrategias específicas y no en la resolución de problemas complejos, lo cual constituye un obstáculo en la innovación en el aula.

Dichos modelos están influenciados por los desarrollos tecnológicos y por la psicología conductista. Esta orientación se basa en el *esencialismo* (se niega la diferencia o se reduce a la lógica de los hechos en la búsqueda de lo permanente e invariable), el cual hace énfasis en la cultura técnica y científica en detrimento de la humanista y artística. En palabras de Imbernón “[...] el campo de la formación, ha evolucionado progresivamente hacia una formación instrumental prestando mayor atención a las demandas inmediatas del mercado que a las necesidades menos inmediatas pero más sólidas de una cultura más completa, global e integral” (Imbernón, 1998: 38). En esta perspectiva, el perfil de formación es el del profesor eficaz, con capacidad de aplicar técnicas para la solución de situaciones problema bien definidas, recurrentes y generalizables.

La orientación técnica es una orientación de amplia aceptación por parte de los docentes. ¿A qué se puede deber esta orientación? El mismo autor presenta las siguientes explicaciones:

- Arraigo social de la mentalidad pragmática.
- Creciente interés por demanda de rendimiento y eficacia en la escuela (por parte de grupos de presión, por ejemplo empresariales).
- Culpabilización a la escuela del fracaso escolar, altas tasas de analfabetismo funcional.
- Dotación de instrumental simple y cómodo (libros de texto, módulos, etc.) para dirigir y medir procesos formativos.

Para Tardif, estos modelos corresponden con la cultura de la modernidad en la que la práctica se basa en la ciencia objetiva de los fenómenos y se materializa en técnicas sobre los mismos fenómenos. Desde esta visión las acciones del profesor están basadas en ciencias de la educación (primordialmente la Psicología) y están guiadas por la eficacia y el éxito. “En esta concepción, lo que distingue el aula de un laboratorio, la educación de una Ciencia, la Pedagogía de una tecnología, es sólo una diferencia de grado y no de naturaleza” (Tardif, 2004: 121).

En lo que tiene que ver con estos modelos de formación y la construcción del Conocimiento Profesional, éste último se asume como el conocimiento técnico que los profesores deben ejecutar para afrontar las situaciones prácticas, primando el saber del especialista sobre el saber experiencial de los profesores. Corresponde a un conocimiento aditivo de un saber académico, centrado en la versión positivista de las materias que se enseñan, y un “saber hacer” como competencias de intervención técnica, sin mediar reflexión sobre las implicaciones didácticas. Se considera así, de carácter instrumental y procedimental, priorizando el qué hacer y el cómo. Para Porlán y Rivero (1998), en estos modelos, el Conocimiento Profesional se entiende como conocimiento técnico, constituido por la adición del conocimiento de las disciplinas específicas y el dominio de competencias técnicas

para la intervención. Este conocimiento está subordinado a conocimientos externos y no considera los problemas éticos, morales y políticos de la educación. El principal propósito de este conocimiento es buscar la eficacia docente.

6.3. Modelos Espontaneistas

En modelos como el de *perspectiva práctica (enfoque tradicional: artesanal)*, el de *primacía en el saber fenomenológico*, y el *espontaneísta y periférico* (como se mostró en la Tabla 1.10.), predomina lo fenomenológico, lo asistemático, lo procedimental, prevaleciendo el aislamiento entre las dimensiones práctica del saber profesional y la dimensión teórica (ya sea científica o técnica, las cuales prácticamente son ignoradas).

Los modelos *procesual-no directivo*, de *enfoques informales, centrados en procesos profesionales*, en menor proporción el *espontaneísta o periférico*, y el *de primacía en el saber fenomenológico*, guardan relación entre sí, al compartir un enfoque de la participación del profesorado, con un fuerte componente de trabajo cooperativo entre colegas y un acentuado énfasis en la práctica (Porlán y Rivero, 1998). En comparación con los modelos tradicionales (transmisivos), se denota un cambio, por cuanto se analizan los problemas y se plantean alternativas de solución. Además, se contempla la dimensión práctica profesional.

Estos modelos de formación se pueden corresponder con el modelo de acción de *la práctica educativa como arte*, propuesto por Tardif (2004), en el cual la acción del profesor se basa en la tradición, está orientada por la finalidad, su orientación es global y no se fundamenta en el saber riguroso. Basta contar con las habilidades personales y apoyarse en la experiencia (se hace buen docente enseñando). En este sentido, si el individuo posee cualidades del “oficio de enseñar”, en consecuencia está facultado para aprender a educar. La práctica del docente se logra a partir de “combinación de talento personal, intuición, experiencia, costumbre, buen sentido y habilidades confirmadas por el uso” (Tardif, 2004: 118).

Porlán y Rivero (1998) señalan que las experiencias *per se*, no son necesariamente buenas. Por el contrario, requieren contrastaciones con conocimientos externos al fenómeno. Para Pérez-Gómez (1991), el saber fenomenológico está influenciado por los vicios y obstáculos epistemológicos del saber de opinión, los cuales a su vez están determinados por presiones de la cultura y la ideología dominantes, en esa medida paradójicamente puede resultar conservador.

6.4. Modelos de Investigación y Desarrollo Profesional

En modelos como los *centrados en el análisis, de perspectiva práctica (enfoque reflexivo)*, de *perspectiva de reflexión en la práctica para la reconstrucción social*, y *enfoque alternativo*, se opta por la integración entre la teoría y la práctica en aras a reflexionar y encontrar soluciones a los problemas suscitados en la realidad escolar. El *modelo del profesor-investigador* propone abordar la formación del profesorado desde el Conocimiento Profesional producido a partir de la reflexión en y para la práctica. Así mismo, Imbernón (1998) ubica este modelo en *el sistema de formación regulativo* en el que destaca su carácter abierto que potencia la creación de dinamismo y situaciones nuevas. Esto es coherente con el constante y acelerado cambio que actualmente está viviendo el conocimiento científico, la educación, la cultura y la sociedad, abriendo posibilidades para que en un mismo espacio educativo coexistan percepciones divergentes.

Barnett y Hodson (2001), destacan la importancia de que cada grupo social posea patrones socialmente diferenciados, creencias socialmente validadas y definiciones que determinan, cómo los miembros del grupo toman decisiones, valoran y resuelven problemas. Por estas razones, dichos autores consideran que no basta con que el docente adquiera competencias para aplicar los referentes teóricos sino requiere, además, poseer un conocimiento tal que lo capacite para tomar decisiones en contextos educativos particulares. Lo anteriormente expuesto

justifica que en la formación inicial del profesorado se propicien espacios para que los futuros docentes vivencien los ambientes escolares, y reflexionen sobre las idiosincrasias particulares de los profesores en ejercicio y su incidencia en el ejercicio profesional.

Al respecto, bien cabe mencionar la perspectiva del *postulado de la subjetividad* propuesto por Tardif (2004) quien hace las siguientes observaciones orientadas a la formación inicial del profesorado:

- Llama la atención sobre la necesidad de tener en cuenta lo que han de decir los profesores de Primaria y Secundaria sobre la formación docente dado que ellos son sujetos de conocimiento. En este sentido, conviene vincular a los profesores no universitarios a los programas de formación que se desarrollan en las facultades. Este autor menciona el caso de experiencias que se están desarrollando en esa dirección, especialmente en las provincias canadienses de Columbia Británica, Ontario y Quebec⁸.
- Plantea el desafío de “abrir un espacio mayor para los conocimientos de los profesionales en el currículo” (2004: 176), esto implica que no basta con impartir contenidos teóricos disciplinares, sino que es menester abordar unos conocimientos específicos de la profesión que además provienen de ella, con lo cual se requiere acercar a los futuros profesores a las realidades cotidianas donde se ejerce la docencia, es decir, al contexto escolar.
- El otro aspecto, tiene que ver con acciones como la reflexión que han de hacer los futuros profesores sobre la práctica de los profesores de Primaria y Secundaria, esto sin desconocer las condiciones laborales en las que se desempeñan.

Este autor manifiesta que los profesores en formación inicial, también son sujetos de conocimiento docente (no se debe perder de vista que han vivido una larga experiencia en la escuela como estudiantes), y en esa idea se requiere que los estudiantes-profesores activen sus concepciones, intereses y experiencias,

⁸ Para el caso de España, en las actuales propuestas del Título de Grado de Maestro de Primaria, y de Postgrado de Profesor de Secundaria, se insertan en la misma dirección

mediante las cuales reciben y procesan los conocimientos e informaciones en el proceso de formación inicial.

Los modelos de formación a los que se está haciendo referencia son equiparables con el modelo de acción docente de *la práctica educativa como interacción*, propuesto por Tardif (2004). Dicho modelo puede relacionarse en sus orígenes con la *visión socrática*, ya que las actividades se basan en las interacciones lingüísticas del diálogo y la comunicación, en las que se da una gran importancia a la capacidad de discusión con el otro. Actualmente el concepto de interacción se proyecta a un panorama más amplio de actividades en las cuales las personas actúan en función de los comportamientos de los demás, e implica una confrontación flexible con el otro.

Por su parte, Bromme (1988) pone de manifiesto que los estudios de profesores expertos constituyen una importante fuente de Conocimiento Profesional y se deben tener en cuenta en la formación del profesorado. Ello permite analizar sus conocimientos específicos sobre el campo profesional, los cuales “se muestran en parte a través del dominio de procedimientos y también en rutinas y no en los conocimientos reducibles (preposicionales)” (Bromme, 1988: 22). Respecto a la importancia de este tipo de estudios, este autor destaca que el Conocimiento Profesional, no es fácilmente verbalizable por sus poseedores. Es decir, pueden estar en la base de actuación sin que el ejecutor se llegue a percatar de poseerlo. Por ello, es necesario ahondar en investigaciones que permitan hacer explícito lo que está implícito y que a la vez puedan ser fuente de la producción de Conocimiento Profesional.

En la orientación conceptual de la práctica como reflexión han influido los desarrollos en las nuevas concepciones de la sociología crítica, el interaccionismo simbólico, la psicología cognitiva y el constructivismo. En la génesis de esta orientación un aporte importante lo hacen las investigaciones en procesamiento de la información en el profesorado, en diferentes etapas del proceso educativo, así, desde la década de los setenta, se consolida un nuevo campo de investigación: *el pensamiento del profesor*.

En una fase de la evolución de la orientación conceptual de la práctica como reflexión, se introducen elementos de comunicación intersubjetiva y de crítica social, al considerar al profesor como un reformador social. Ya en un estadio más reciente, se produce un desarrollo en la *orientación práctica de análisis interpretativo* con énfasis en la investigación de reflexión, en, y sobre la práctica en contextos específicos. Al respecto Imbernón (1998) destaca como aportaciones a esta orientación los trabajos de: las teorías de los constructos de Kelly, las relaciones cognición-acción de Miller (aportaciones del pensamiento práctico y experiencial de los profesores), los planteamientos de Schön y Zeichner (el profesor como profesional práctico y reflexivo capaz de abordar mediante la investigación situaciones educativas contextualizadas, idiosincrásicas y de incertidumbre). Y más recientemente la influencia del pensamiento habermasiano (enfoque crítico social, de emancipación y reconstrucción social), que trasciende de la reflexión de la acción en el aula, al análisis en la esfera de la realidad social en relación con la enseñanza. Igualmente, sobresalen los aportes de Stenhouse sobre el profesor con capacidad para el autodesarrollo profesional.

Este autor identifica estos modelos de formación, con la orientación conceptual del *progresismo*, la cual plantea que las ideas responden a la convicción de que la educación evoluciona progresiva y constantemente en aras a su mejora, y por tanto no se quedan estancadas en el pasado. La orientación del progresismo, según este autor se caracteriza principalmente por:

- Identificar la práctica profesional contextualizada como referencia predominante.
- Criticar las prácticas estandarizadas y el control burocrático ejercido desde el poder.
- Reconocer y creer en la diversidad.
- Fomentar el trabajo cooperativo.
- Asignar protagonismo al profesor en el desarrollo del currículo y actividades de aula.
- Promover la relación estrecha entre la escuela y la comunidad.

- Investigar sobre la práctica.
- Promover el desarrollo de autonomía de los profesores.

El Proyecto Curricular *IREs*, propone que el eje organizador de las actividades formativas del equipo de profesores, ha de estar constituido por sus concepciones (no solamente desde la perspectiva de descripción fenomenológica de los procesos de enseñanza aprendizaje), y por las actividades prácticas ya que representa el nivel de partida y el eje organizador de la profesionalidad. Se persigue generar cambios significativos en los niveles de formulación de las concepciones de los docentes, mediante procesos de toma de conciencia y contraste con otras concepciones y experiencias, y de análisis de las aportaciones de los diferentes saberes profesionales (metadisciplinares, ideológicas, disciplinares, etc.) (Porlán *et al*, 1996).

Porlán (2003) en busca de una alternativa al modelo didáctico dominante, es decir el tradicional, manifiesta la necesidad de hacer énfasis en las dimensiones ideológicas, epistemológicas y profesionales. Concretamente, para el caso de la formación del profesorado de Secundaria, propone los siguientes principios alternativos:

- Promover un conocimiento disciplinar problematizado, evolutivo y complejo.
- Adoptar una perspectiva general de carácter interdisciplinar, transdisciplinar y metadisciplinar.
- Analizar desde un punto de vista didáctico las experiencias, concepciones, modelos y cosmovisiones del adolescente.
- Promover una interacción significativa entre las aportaciones fundamentales de las Ciencias de la Educación y los problemas más significativos de la práctica docente.
- Promover un modelo de formación del profesorado centrado en el conocimiento y la práctica profesional.
- Impulsar la aplicación crítica y autónoma de la legislación educativa.

- Desarrollar conocimiento práctico profesional basado en la vocación, el compromiso crítico, la investigación y la autonomía.
- Favorecer una visión crítica y contextualizada de la disciplina, que implique relacionar el conocimiento disciplinar con los problemas socioambientales, y con los intereses y necesidades de determinados grupos sociales.

Como se puede apreciar, en los principios alternativos propuestos por Porlán, subyace una perspectiva de la formación inicial del profesorado teniendo como base el Conocimiento Profesional como contenido formativo. Es así como contempla aspectos relacionados con los diferentes componentes que integran el Conocimiento Profesional docente. Por ejemplo, hace referencia al conocimiento disciplinar desde una perspectiva compleja e integradora. De igual manera, contempla los contenidos metadisciplinarios y conocimientos psicopedagógicos y didácticos como la detección, análisis y utilización didáctica de las características de los alumnos (concepciones, intereses, experiencias), como base para la organización de los contenidos y las actividades tendentes a la mejora de la enseñanza.

Esta perspectiva supone: abordar las características deseables del Conocimiento Profesional, y producir e innovar en vez de limitarse a “reproducir” tareas profesionales básicas determinadas por terceros. Se requiere entonces, desarrollar en el futuro profesor capacidades metacognitivas que le posibiliten organizar y autorregular su aprendizaje profesional. Al respecto Porlán manifiesta:

El desarrollo profesional es algo continuo y el modelo de referencia es el de un docente capaz de concebir su trabajo como una actividad abierta, susceptible de ser mejorada por procesos rigurosos y en la que la teoría y la práctica dejan de ser dos mundos epistemológicos radicalmente separados, para pasar a ser dos formas complementarias e interdependientes de relacionarse con la realidad para mejorarla. (Porlán, 2003: 34).

Según este autor, una propuesta formativa de este tipo conlleva al diseño, experimentación y evaluación de iniciativas como detectar y analizar las concepciones de los futuros profesores, al igual que sus intereses y experiencias.

También, supone la formulación de una hipótesis de progresión del Conocimiento Profesional deseable, y de contenidos formativos como problemas prácticos a investigar.

En relación con los modelos alternativos, en el caso de modelos basados en la *práctica reflexiva*, como lo destacan Randi y Corno (1997), los estudios sobre el conocimiento del profesor conllevan a hacer explícito su conocimiento implícito. Aquel conocimiento especializado que ha adquirido durante su experiencia de enseñanza, como “sabiduría pedagógica práctica” altamente contextualizada y situacional.

Para el caso del modelo del *profesor-investigador*, el Conocimiento Profesional se entiende como un proceso de interrelación e integración de diversos saberes para la resolución de problemas de la práctica docente y la toma de decisiones en contextos escolares particulares. Se asume, desde un enfoque evolutivo de progresión desde niveles de simplicidad, a otros de mayor complejidad.

Según Tardif (2004), las reformas curriculares de programas de formación buscan la integración y equilibrio entre los cursos de conocimientos referidos a la enseñanza, y los saberes desarrollados por los profesores en sus prácticas cotidianas. Resalta, que la práctica docente constituye el espacio donde se movilizan los saberes de las ciencias de la educación en general y los saberes pedagógicos en particular. Al respecto, menciona que un problema sentido es el distanciamiento entre los formadores del profesorado, y la realidad en las aulas de Primaria y Secundaria, hecho que se refleja en el divorcio entre la teoría pedagógica y su práctica. Rara vez los teóricos e investigadores de las ciencias de la educación interactúan en la práctica con los profesores que son los que en últimas “ejecutan” el saber.

En el mismo sentido, Barnett y Hodson (2001) reclaman que las formas tradicionales de formación del profesorado prácticamente se reducen al rol técnico del docente consistente en la operacionalización de los planes curriculares, los

cuales se desarrollan externamente a la realidad educativa por parte de expertos, que por lo general no han vivenciado los contextos escolares. Marcelo (1999), justificando la importancia del conocimiento del contexto, considera que en los programas curriculares de formación del profesorado se deben promover las prácticas puesto que dicho conocimiento sólo se adquiere al estar en contacto con los alumnos, en las escuelas reales.

Pero lo que se acaba de exponer en los anteriores apartados, tiene implicaciones y raíces más profundas en las culturas dominantes a lo largo de la historia de la educación. A continuación, a partir de la interesante y crítica revisión realizada por Pérez-Gómez (1991), se resumen (en la Tabla 1.11.) las diferentes perspectivas del Conocimiento Profesional, dependiendo de las tres culturas dominantes en la formación y el desarrollo profesional.

Tabla 1.11. Principales características de las tres perspectivas dominantes en el discurso de la formación del profesorado y sus implicaciones en el conocimiento profesional. (A partir de Pérez- Gómez, 1991)

PERSPECTIVA	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PERSPECTIVA	CARACTERÍSTICAS DEL CONOCIMIENTO PROFESIONAL
TRADICIONAL	<ul style="list-style-type: none"> - Se concibe la enseñanza como una actividad artesanal, como producto de ensayo y error, que se transmite de generación en generación por contacto prolongado y directo con prácticas expertas del maestro experimentado. - Se considera al profesor como artesano y al futuro docente como carente de conocimiento profesional. - Relación con la investigación: Carencia de apoyo conceptual y teórico de la investigación educativa. - Carácter: Se basa en una forma práctica no reflexiva, intuitiva y fuertemente rutinizada. Carácter político esencialmente conservador. - Época en la que se implementa: Predominante a lo largo de la historia de la educación, incluso aún actualmente ejerce una importante influencia en el pensar común de la sociedad y del maestro. 	<p>Se identifica porque:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Es tácito, escasamente verbalizado. * No está teóricamente organizado y está “destilado” en práctica. * Está saturado de sentido común, de mitos y prejuicios comunes no fácilmente cuestionados. * Es acogido por el profesor novel a través de su relación con el maestro experimentado. * Acumulado a lo largo de décadas y siglos. <p>Desde el punto de vista sociopolítico:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Subordinado a interés socioeconómico de sociedad de la época. * Producto de adaptación a exigencias del contexto sobre la escuela. * Con obstáculos epistemológicos derivados de influencia de presiones de culturas e ideologías dominantes.
TÉCNICA	<ul style="list-style-type: none"> - Se concibe enseñanza como ciencia aplicada. La calidad de enseñanza es valorada como calidad de productos y eficacia de economía en su consecución. - Se considera al profesor como técnico que domina aplicaciones del conocimiento científico convertido en reglas de aplicación. - Actividad profesional instrumental: resolver problemas mediante aplicación rigurosa de teorías y técnicas científicas. - En la formación docente se prioriza el desarrollo de competencias y habilidades técnicas. - El profesor se limita a elegir acertadamente medios y procedimientos y a aplicarlos rigurosamente. - Relación con la investigación: Aislamiento personal e institucional entre 	<p>Se identifica porque:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Es instrumental. * Busca la eficacia. <p>* Consta de tres componentes: Ciencia básica o disciplina subyacente (allí se desarrolla la práctica); Ciencia aplicada o ingeniería (genera procedimientos para diagnóstico y solución de problemas); Competencias y actitudes (utilización de conocimiento básico y aplicado para intervenir y servir).</p> <ul style="list-style-type: none"> * Implementa el conocimiento de investigación aplicada

	<p>investigación y práctica. La práctica aporta los problemas para ser investigados y poder generar conocimiento a la vez aplicable a la solución de los problemas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Carácter: Se prioriza la eficacia y rigurosidad: Racionalidad Técnica como epistemología de la práctica, heredada del positivismo. - Aséptico a problemas morales y políticos de actuación del profesor. - Subordinación de los niveles más aplicados y cercanos a la práctica, a los más básicos de producción del conocimiento. - Época en la que se implementa: Predomina en el siglo XX, principalmente a partir de la década de los setenta, tanto en investigación educativa como en práctica y formación profesional. 	<p>básica.</p>
<p>ALTERNATIVA</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Se concibe enseñanza como una actividad crítica, como práctica social con amplias opciones de carácter ético. - Se considera al profesor como profesional autónomo que reflexiona críticamente la práctica cotidiana para comprender procesos de enseñanza-aprendizaje en contexto. En pos de contribuir al desarrollo autónomo y emancipador de los educandos. - El profesor problematiza su propia tarea y el contexto en el que se realiza. - El desarrollo del currículo es construido por el profesor y no sobredeterminado, lo cual demanda actividades intelectuales y creadoras por parte del docente. - Relación con la investigación: Análisis del quehacer del profesor al enfrentarse a problemas complejos del aula: utilización del conocimiento científico, elaboración y modificación de rutinas, experimentación de hipótesis de trabajo, utilización de técnicas, instrumentos, recursos, tareas y procedimientos. La investigación se asume como un proceso sistemático de reflexión de la práctica para la mejora de la calidad de la misma. - Carácter: Pretende superar relación lineal mecánica entre el conocimiento técnico y la práctica en el aula, la cual está enmarcada en realidades complejas, inciertas, cambiantes y conflictivas. - Época en la que se implementa: Principales desarrollos en la práctica en la década de los noventa. 	<p>Se identifica porque:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Está mediado por procesos reflexivos, de investigación del propio profesor en y sobre la práctica. * Busca la comprensión de la realidad para asumir problemas de la práctica y proponer argumentadamente proyectos de intervención. * No solamente describe la realidad escolar sino que busca su transformación actuando. * A partir de procesos de reflexión en y sobre la acción del pensamiento práctico (el que utiliza el profesor para resolver problemas) busca transformar el conocimiento implícito en explícito. * Surge del proceso de acción y reflexión cooperativa de indagación y experimentación. Se desarrolla una constante reflexión sobre la acción que deriva en conocimiento para la mejora de dicha acción. * Se desarrolla en el centro educativo, el cual constituye un centro de desarrollo profesional del docente, constituyendo la práctica el eje de contraste de principios, hipótesis y teorías.

En la *perspectiva alternativa*, la formación del profesor no aboga solamente por la preparación teórica supuestamente útil para la práctica. Además, implica la preparación de un profesional con capacidad de intervenir en la práctica, a través de procesos de investigación sobre su práctica y para mejorar su práctica. De esta manera, el conocimiento profesional se constituye como producto de la investigación-reflexión de, en, y para la práctica. Tal y como lo afirma Wilfred Carr, el desarrollo profesional está muy relacionado con la posibilidad de que el profesor investigue su propio currículo teórico y práctico, hecho que se identifica con el enfoque crítico del desarrollo curricular. Según este autor, el paradigma crítico está cimentado especialmente en las aportaciones de Schwab y Stenhouse, y pretende que el profesor no solamente investigue la relación entre sus valores educativos y su práctica curricular sino también reflexione críticamente sobre los más amplios contextos sociales, históricos e institucionales en los que esos valores se manifiestan (Posada, Cascante y Arrieta, 1989).

Tamarit (1997) afirma que desde la perspectiva crítica, el profesor debería hacer un cuestionamiento global de la sociedad y de la formación que en ella cumple la escuela. Esto, a propósito de los resultados de investigación realizada por él y su grupo en la que encontraron que los profesores reclaman que la escuela con la que se encuentran, “la escuela real” dista mucho de la “escuela ideal” a la que se hace referencia durante la formación inicial para la docencia. Al respecto, el autor discute que eso puede deberse a que el referente de escuela real del profesor recién egresado deriva de la visión hegemónica del sistema dominante. Así, la escuela real será una visión imperfecta, deformada y degradada respecto a la imagen ideal dada por los programas de formación del profesorado. El autor en referencia propone como conceptos sustantivos para la formación docente: el intelectual (ciencias, filosofía, artes, gestión), el conocimiento (búsqueda de alternativas a la perspectiva positivista), el sentido común y el núcleo del buen sentido (lo experiencial).

Los postulados de la perspectiva alternativa de la formación del profesorado con la que se identifica la presente investigación, constituyen el producto de desarrollos teóricos a partir de la investigación educativa. Seguidamente se

presentan de forma sucinta, y progresiva en el desarrollo histórico, las principales aportaciones de los teóricos, de acuerdo con Carr (1989), Posada, Cascante y Arrieta (1989), y Pérez-Gómez (1991):

- Dewey: Aportación a favor de la enseñanza como actividad práctica. Formula propuesta de formación del profesor reflexivo, con capacidades en la investigación, actitudes de apertura mental, responsabilidad y honestidad.
- Schwab: La enseñanza entendida más como una actividad práctica que técnica. Implica asumir situaciones problemáticas ante las cuales el profesor debe elaborar criterios racionales de comprensión y propuestas argumentadas que se materialicen en proyectos de intervención. Se pone de manifiesto la necesidad de un discurso práctico para la enseñanza. Critica el uso generalizado del lenguaje técnico por cuanto conlleva a la “fragmentación del pensamiento educativo, a una visión moralmente empobrecida de la enseñanza y a no dar a los profesores la capacidad para hacer frente a los problemas cotidianos con que se encuentran” (Carr, 1989: 8)
- Fenstermacher: Énfasis en la formación de estudiantes como mejores ciudadanos, más reflexivos y más independientes. Además de describir el aula, hay necesidad de actuar para cambiarla. El conocimiento realmente eficaz para la práctica es el que deriva del argumento práctico, que es el que utiliza el profesor para abordar la realidad del aula.
- Schön: Investigación de las particularidades del “pensamiento práctico” del profesor (el que utiliza cuando se enfrenta a los problemas complejos de la práctica) mediante procesos de reflexión. Entendida la reflexión como la “inmersión consciente del hombre en el mundo de su experiencia, un mundo cargado de connotaciones, valores, intercambios simbólicos, correspondencias afectivas, intereses sociales y escenarios políticos” (Pérez-Gómez, 1991: 387). En la reflexión median el contenido, el contexto y las interacciones; se utiliza integradamente el conocimiento académico para interpretar la realidad en la que vive y sobre la que actúa el profesor cuando organiza su propia experiencia.

- Stenhouse: La enseñanza como arte, las ideas se experimentan de forma reflexiva y creativa. El profesor es quien construye y desarrolla el currículum a través de actividades intelectuales y creadoras, haciendo énfasis en los valores educativos. Así, el desarrollo curricular depende del desarrollo profesional del profesor como investigador reflexivo de su práctica y transformador de la misma. Propone el modelo del proceso del desarrollo curricular para mejorar la profesionalidad del profesor a través de la investigación de su propia práctica, centrada en la escuela.
- Elliott: Transformación en la acción. El conocimiento profesional se produce a partir de procesos de investigación-acción.

6.5. Propuestas alternativas para la mejora en la formación del profesorado de Ciencias

A partir de las investigaciones sobre el profesorado en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias, han surgido propuestas de formación específicas para esta área. A continuación, se presentan algunas de ellas.

Como respuesta a las críticas de las deficientes prácticas formativas centradas en la yuxtaposición de los conocimientos científicos y psicopedagógicos, en las cuales se destaca como principal obstáculo la ausencia de integración entre los conocimientos teóricos disciplinares y la práctica docente, algunos autores (Furió *et al*, 1992; Furió 1994; Gil *et al*, 1994) postulan que la Didáctica de las Ciencias, constituye el núcleo vertebrador, en la integración entre el componente académico de los programas de formación y la práctica del profesor, siempre y cuando:

- Constituya un cuerpo de conocimiento específico con capacidad de integrar los resultados de la investigación respecto a los problemas de enseñanza aprendizaje de la disciplina.
- Conlleve al cambio didáctico del pensamiento y comportamiento espontáneo del docente.

- Se oriente a vivenciar la reflexión didáctica específica y las propuestas innovadoras.
- Vincule a los profesores a procesos de investigación e innovación en Didáctica de las Ciencias.

En esta perspectiva, dichos autores proponen un programa de Didáctica de las Ciencias para la formación del profesorado que incluya, entre otros, aspectos como:

- Estudio de concepciones de los alumnos en el aprendizaje de las ciencias.
- Características del trabajo en Ciencias.
- Didáctica de la resolución de problemas.
- Actitudes de los alumnos hacia las Ciencias.
- Relaciones entre las ciencias y el medio, incluyendo las de tipo CTS.
- Evaluación como seguimiento y mejora de la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias.
- Análisis de las características del profesor de Ciencias.
- Diseño del currículo.
- Revisión de paradigmas de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias.
- Análisis de las prácticas docentes, experimentación y análisis de propuestas innovadores.
- Contacto con experiencias de formación permanente.

Así pues, la Didáctica de las Ciencias se entiende como problemática y cuerpo de conocimiento integrador de aportaciones de diferentes saberes, por cuanto da sentido a dichas teorías, tras la resolución de problemas definidos desde la misma Didáctica de las Ciencias. En la misma dirección, Mosquera y García (2000), refiriéndose concretamente a programas de formación inicial de profesores de Química, señalan que es necesaria la apropiación del saber didáctico en el profesor de Ciencias, como saber deseable para transformar su pensamiento y acciones espontáneas y cotidianas.

La formación del profesorado está en concordancia con los lineamientos curriculares de la enseñanza del área. Al respecto, cabe señalar que así como en el contexto de la reforma educativa española, en la década del noventa, Gil (1994) muestra preferencia por la organización disciplinar, Del Carmen (1994) sustenta que para la enseñanza de las Ciencias en el nivel de Educación Secundaria Obligatoria, en vez de plantear enfoques disciplinares, lo que se debe hacer es buscar la visión integral a nivel del área de las Ciencias de la Naturales.

Del Carmen (1994) pone de manifiesto que más vale pensar en la estructura de las Ciencias de la Naturaleza, que en las Ciencias particulares como la Física y la Química, las cuales demandan un mayor desarrollo de pensamiento formal. De igual forma, plantea que el enfoque integrador en el área, facilita el establecimiento de una mejor relación con contextos y experiencias de los alumnos. Este autor, señala que una dificultad para la implementación de propuestas curriculares de este tipo es el enfoque predominante en los programas de formación del profesorado, consistente en abordar el estudio de las ciencias de una manera desarticulada desde cada una de las disciplinas. En este sentido, propone que en la formación inicial de docentes, además de ocuparse del aprendizaje de los aspectos básicos de cada disciplina científica, también se aborden los aspectos históricos y epistemológicos, de tal forma que se propicien las reflexiones epistemológicas sobre la naturaleza del conocimiento científico y las implicaciones sociales de la Ciencia.

Ante la visión globalizadora e integradora defendida por Del Carmen (1994), otros autores como Gil (1994), sustentan que la integración del conocimiento también se puede hacer a través del trabajo en disciplinas específicas de la ciencia. Esto, mediante estrategias como el planteamiento de situaciones problemáticas (que tengan en cuenta las ideas, las destrezas y las actitudes de los alumnos), en las cuales se pueda abordar las relaciones CTS que enmarcan el desarrollo científico, y además profundizar en el trabajo científico. De igual manera, Gil manifiesta que el abordaje de la enseñanza a través de las disciplinas, también posibilita tratar los procesos históricos correspondientes a la producción de determinados conceptos científicos. Este autor considera que la

formación del profesorado de Ciencias, exige un conocimiento profundo de la disciplina específica. Propone que el profesor debe conocer de la materia que enseña o va a enseñar los siguientes aspectos:

- Los problemas que dan origen al conocimiento, sus dificultades y obstáculos epistemológicos.
- Las orientaciones metodológicas utilizadas por los científicos en la construcción del conocimiento.
- Las interrelaciones CTS asociadas a dicha construcción de conocimiento.
- Algún conocimiento de los desarrollos científicos recientes y sus perspectivas. En la idea de que el desarrollo de la ciencia es dinámico.
- Saber seleccionar contenidos adecuados que den una visión correcta de la ciencia.

Por su parte, el Proyecto Curricular *IREs*, tomando como referentes teóricos metadisciplinarios: la perspectiva constructiva del conocimiento, la perspectiva sistémica y compleja del mundo y la perspectiva crítica, apuesta por el modelo caracterizado por la formación de un profesional con capacidad de reflexionar críticamente su práctica y reconocer los problemas, dilemas y obstáculos presentes en ella. Desde la visión crítica, “la formación del profesorado ha de basarse en una visión integradora de las relaciones entre conocimiento disciplinar, conocimiento experiencial e ideología subyacente, a través de principios como el respeto a la autonomía, el reconocimiento de la diversidad de significados y la negociación argumentada y crítica de los mismos” (Porlán *et al*, 2001: 14).

En dicho modelo, se promueve la evolución del sistema de ideas personales del profesor y se establecen hipótesis de intervención en el aula (elaboradas y argumentadas desde el contraste entre las necesidades y problemas y la interpretación posible de aportaciones relevantes del saber académico disciplinar), que respondan a problemas detectados. Esto, a partir de contrastar las concepciones particulares del profesor con las de otros profesionales y con saberes organizados.

De igual forma, se pretende que el profesor ponga en práctica las hipótesis formuladas y propone hacer un seguimiento evaluativo. En la investigación, el profesor ha de contrastar los resultados de su experiencia con las hipótesis, analizar, socializar resultados con sus compañeros y reformular los problemas de investigación (Porlán y Rivero, 1998).

En el análisis que hace Mellado (2001), en el marco evolutivo para la formación del profesorado alrededor de problemas relevantes de la enseñanza de las Ciencias, asume el Conocimiento Profesional como proceso de reorganización continua y lo relaciona de forma análoga a la Filosofía de Toulmin, de la ecología intelectual, la cual plantea que las teorías científicas evolucionan por presión selectiva de las poblaciones conceptuales.

Por su parte, Martín del Pozo y Rivero (2001) proponen como principios formativos una guía para la intervención en la que se contempla:

- Mantener una coherencia entre el modelo de formación y el modelo de enseñanza-aprendizaje de las ciencias que se proponga.
- Promover articulación entre teoría y práctica, posibilitando espacios de práctica docente.
- Analizar las concepciones del futuro profesor en relación con las ideas del modelo didáctico de referencia.
- Adoptar la investigación como principio formativo.

Recientes investigaciones como la de Van-Zee, Lay, y Roberts (2003) muestran la importancia de la reflexión *de y en la práctica* sobre problemas específicos del contexto escolar, en la formación inicial y permanente de profesores de Ciencias de Primaria y Secundaria. Las autoras observan y analizan las autorreflexiones de equipos de profesores de Ciencias, acerca del desarrollo de pequeñas investigaciones sobre problemas del contexto escolar, y destacan como actividad de formación inicial, la vinculación de futuros profesores (en el marco del curso de métodos de enseñanza de las Ciencias) a las actividades que se realizan en el contexto escolar. Subrayan que mediante el trabajo de investigación

(reflexión de la práctica) en equipo, se logran progresos en los profesores en su aprendizaje de la enseñanza de las Ciencias en trabajo colaborativo.

6.6. La formación inicial del profesorado y el Conocimiento Didáctico del Contenido

Con la intención de relacionar la formación inicial del profesorado con la perspectiva de la construcción del Conocimiento Profesional y todos los conocimientos en él implicados, pero fundamentalmente con el Conocimiento Didáctico del Contenido, cabe tener en cuenta los planteamientos de Gess-Newsome (1999) respecto a los enfoques de Conocimiento Profesional de orientación aditiva, equivalente a la yuxtaposición de un cúmulo de saberes. Estos, se corresponden con los programas de formación, en los que se imparten simultáneamente muchos cursos, tanto del ámbito disciplinar específico, como del área de la Pedagogía y Didáctica, sin alcanzar siquiera a aproximaciones entre sí, y mucho menos, una articulación entre ellos, con el agravante de la descontextualización derivada de la insuficiente práctica docente. Esta perspectiva de formación docente correspondería a lo que Martín del Pozo y Porlán (1999) denominan el enfoque de formación *a imagen y semejanza de la enseñanza tradicional*.

En contraste, el enfoque transformador propuesto por Gess-Newsome (1999b), o el de Grossman (1990), conciben el Conocimiento Didáctico del Contenido como el elemento nodular que propicia la transformación de los diferentes tipos de conocimiento (pedagógico, disciplinar y contextual). Este hecho cobra especial relevancia en la formación inicial de profesores, en la que se debe buscar la construcción del Conocimiento Profesional con sentido, alrededor de situaciones concretas de enseñanza. En el mismo sentido, Marcelo asume como

hipótesis que el conocimiento didáctico del contenido es uno de los conocimientos que con mayor especificidad caracterizan a la profesión docente, imprescindible para desarrollar una enseñanza que propicie la comprensión, construcción, y elaboración de los alumnos, la consecuencia evidente es que este tipo de conocimiento ha de convertirse en un componente estructural de los programas de formación del profesorado (Marcelo, 1999: 178).

Se trata entonces, de entretejer relaciones entre los diferentes conocimientos. Para ello, se requiere de proyectos curriculares integradores en los que los contenidos impartidos en los diversos cursos se apliquen de forma contextualizada en situaciones problema, propios de la práctica en ambientes escolares reales. Desde este enfoque las prácticas docentes que realizan los estudiantes-profesores durante su proceso formativo deben constituir el espacio para que hagan descripciones, reflexiones y análisis, por ejemplo de la manera como los profesores en ejercicio, que ellos observan, transforman el contenido científico para hacerlo comprensible por sus alumnos, qué estrategias metodológicas utilizan, qué lenguaje emplean, cómo tienen en cuenta las ideas de los alumnos, etc.

De acuerdo con lo planteado por Gess-Newsome, en la formación inicial, conviene no solamente enseñar los contenidos específicos disciplinares. Además, es necesario revisar su estructura, como ella sostiene: “los futuros profesores pueden tener una inclinación preexistente a enseñar el conocimiento factual y procedimental, pero rara vez la comprensión conceptual” (Gess-Newsome, 1999b: 64).

Segall afirma que “el concepto CDC ha sido aplicado para la formación del profesorado como un indicador de calidad del profesor en la práctica” (Segall, 2004: 491). Esto, debido a que constituye el centro en el momento de enseñar, pues justamente se produce a partir de la integración de otros conocimientos, concretamente, según él, el disciplinar y el pedagógico. Manifiesta que es necesario y pertinente hacer explícito, en el proceso de formación inicial, la existencia del CDC, y reflexionar acerca de su naturaleza e implicaciones en el ejercicio docente, como el conocimiento que identifica la profesión del profesor.

En el mismo sentido, Loughran, Mulhall y Berry, señalan que la noción de CDC además de ser compleja, “dicho constructo no es incluido como tal en el vocabulario de los profesores de ciencias” (Loughran, Mulhall y Berry, 2004: 373), plantean que el CDC es de carácter tácito y que en la formación del

profesorado, es menester hacerlo explícito como la impronta que caracteriza la profesión de los profesores.

En la misma dirección, desde la perspectiva de la formación del profesorado tomando como fundamento la profesionalización del conocimiento sobre los contenidos escolares, Martín del Pozo y Porlán (1999) resaltan que además de trabajar los contenidos disciplinares específicos, es decir un conocimiento adecuado de la disciplina, es necesario ocuparse del conocimiento sobre la disciplina para poder discernir qué enseñar y cómo enseñarlo. En consecuencia, se trata de procurar un conocimiento profesionalizado del contenido. De igual manera, estiman necesario hacer énfasis en que los estudiantes-profesores comprendan la importancia de transformar, los contenidos disciplinares en contenidos adecuados para la población de escolares, en contenidos enseñables y aprendibles. Es decir, se requiere explicitar en la formación inicial la necesidad de contar con un Conocimiento Didáctico del Contenido.

Por su parte, Pardhan y Wheeler (2000) ilustran la manera como en un programa de formación inicial (para docentes de Primaria) con nueve estudiantes-profesores, implementan el modelo del CDC, en el contexto de un curso de Ciencias basado en el cambio conceptual. Los futuros profesores reflexionan sobre su experiencia personal en el aprendizaje de conceptos concretos (materia y energía) y proyectan la forma como han de enseñar dichos contenidos. Se aplicó un cuestionario relacionado con los conceptos a enseñar, luego se discutieron las contestaciones y en un trabajo colaborativo entre los futuros profesores y el formador, los estudiantes-profesores progresivamente deconstruyeron y reconstruyeron sus concepciones, y construyeron nuevas visiones de los tópicos en cuestión. Una etapa importante desde la perspectiva de la formación profesional fue la adaptación y búsqueda de interrelaciones con otros tópicos y con otras disciplinas científicas. Se observó una evolución en la mayoría de docentes en formación estudiados, evidenciándose cambios en la visión tradicional de la enseñanza y el aprendizaje que mostraron al inicio del proceso formativo en el que se realizó la investigación. Los autores, ponen de manifiesto que no es suficiente con enseñar los contenidos de la disciplina específica a los

futuros profesores, sino que es relevante el hecho de que ellos reflexionen sobre la forma como aprenden y lo proyecten a la manera como lo van a enseñar.

Finalmente, cabe resaltar que en los programas de formación del profesorado es importante que la enseñanza de los contenidos disciplinares específicos, como es el caso de la Biología, no se haga de manera inconexa con el conocimiento pedagógico y didáctico. Se requiere: hacer reflexiones sobre la manera como se aprende y se enseña al interior de los cursos y proyectos educativos; y analizar los contenidos, las estrategias y las actividades para la enseñanza. Como se ha dicho en varias ocasiones a lo largo de este capítulo, la experiencia que el profesor ha vivido como estudiante constituye un importante referente de Conocimiento Profesional. Pero, eso sí, hay que tener presente que no se trata de experimentar muchas estrategias en la enseñanza de contenidos de disciplinas específicas, para que el futuro profesor las reproduzca posteriormente cuando ejerza la profesión docente. Se trata de que siempre medie una reflexión didáctica sobre las actividades, de lo contrario se puede caer en un simple activismo en el que la enseñanza se reduzca al instrumentalismo.

CAPÍTULO 2.

ANTECEDENTES Y ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN

“Hablar de investigación educativa no es hablar de ningún tema concreto ni de un proceso metodológico sino indicar la finalidad distintiva en virtud de la cual se emprende esta clase de investigación y a la cual quiere específicamente servir” Carr y Kemmis (1988: 121).

Una vez presentados los elementos teóricos referidos a la formación inicial de docentes, tanto del Conocimiento Profesional de los profesores, como del Conocimiento Didáctico del Contenido, en el presente capítulo se dan a conocer los aspectos relacionados con los antecedentes y la metodología del estudio.

Inicialmente, se presentan los antecedentes de investigaciones relativas a las concepciones, de docentes de Biología, acerca de componentes del Conocimiento Profesional del profesor, y concretamente del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico. Seguidamente, se hace una contextualización de la población de estudio en el marco del sistema educativo colombiano, y del Proyecto Curricular de formación inicial de docentes al cual están adscritos los futuros profesores con quienes se realizó la investigación. Posteriormente, se describen: el enfoque metodológico del estudio, las fases e instrumentos de la investigación, y el tratamiento de los datos. Se delimitan los objetivos y problemas del estudio. Finalmente, y con base en la revisión bibliográfica, se formula el sistema de categorías y la hipótesis de progresión, los cuales constituyen el sustrato para la presentación y análisis de resultados en el tercer capítulo.

1. LOS ESTUDIOS SOBRE EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DE LOS PROFESORES DE BIOLOGÍA

En lo que sigue se presenta una síntesis de las investigaciones revisadas acerca del Conocimiento Profesional de profesores de Biología en activo (tanto experimentados como inexpertos) y en formación inicial.

La metodología empleada por los investigadores de dichos estudios tiene enfoques tanto cuantitativos como cualitativos, siendo mayoritarios los últimos. Los instrumentos más utilizados son los cuestionarios, las entrevistas, las observaciones y la elaboración de esquemas o mapas de conceptos biológicos y/o pedagógicos (ya sea de una forma libre, o a partir de listados suministrados por los investigadores).

La mayoría de las investigaciones están referidas al Conocimiento Biológico de los docentes, en especial a los contenidos conceptuales y a la estructura sustantiva. No obstante, algunos estudios también hacen referencia a la estructura sintáctica. En menor proporción, las investigaciones versan sobre el conocimiento pedagógico y sobre el Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB). En cuanto a este último, tan sólo en tres de los estudios (Carlsen, 1993; Gess-Newsome, y Lederman, 1995; y Veal y Kubasko, 2003), se hace explícito dicho conocimiento. En los otros casos, se hace de manera implícita, al establecer relaciones entre el Conocimiento Biológico de los docentes y su incidencia en la enseñanza.

Algunas de las investigaciones establecen comparaciones de los diferentes constituyentes de Conocimiento Profesional (como ya se dijo, especialmente del biológico), entre los profesores de Biología con experiencia, los inexpertos y los que se encuentran en la fase de formación inicial (Hoz, Tomer, y Tamir, 1990; Hauslein, Good y Cummins, 1992; Veal y Kubasko, 2003). Otros estudios se ocupan de las diferencias, a nivel de conocimiento disciplinar, entre los profesores de Biología y los profesores de otras áreas, concretamente de la Física (Hashweh, 1987), de la Geografía (Hoz, Tomer, y Tamir, 1990) y de la Geología (Veal y

Kubasko, 2003).

Cabe resaltar que en ninguna de las investigaciones revisadas, se estudian las concepciones de los futuros profesores de Biología sobre los diferentes componentes del CDCB (los contenidos biológicos por enseñar, las estrategias de enseñanza de la Biología, las concepciones de los alumnos acerca de conceptos biológicos, las finalidades de la enseñanza de la Biología, las dificultades en la enseñanza-aprendizaje de la Biología, y la evaluación de los aprendizajes de Biología), de manera integrada. De las investigaciones encontradas, solamente dos (Gess-Newsome, y Lederman, 1993; y Lederman, Gess-Newsome, y Latz, 1994) dan a conocer las concepciones de estudiantes-profesores de Biología en formación inicial, en diferentes momentos del proceso formativo. Así, la mayoría de estudios se refieren a las concepciones de los profesores en un momento específico.

En la Tabla 2.1. se resumen las características y principales resultados de las investigaciones revisadas.

Tabla° 2.1. Estudios° sobre el Conocimiento Profesional de los profesores de Biología

INVESTIGACIÓN Y MUESTRA	ASPECTOS ESTUDIADOS	ASPECTOS METODOLÓGICOS DEL ESTUDIO	PRINCIPALES HALLAZGOS
Baxter, Richert y Saylor (1985) ¹ . 4 profesores inexpertos de Biología.	Concepciones acerca de la estructura del conocimiento biológico que se enseña.		Tres visiones: organización de contenidos con base en relaciones jerárquicas, enseñanza de conceptos aislados, y posición intermedia.
Hashweh (1987). 6 profesores experimentados (3 de Biología y 3 de Física).	Conocimiento Biológico (contenidos conceptuales): Relaciones entre el Conocimiento Biológico de los profesores (concretamente lo referente a contenidos del concepto fotosíntesis) y la planificación y enseñanza del tema.	Estudio cualitativo. Inicialmente se indaga el conocimiento disciplinar (los profesores establecen relaciones entre 17 términos de Biología y 20 de Física). Posteriormente los docentes analizan estructura de contenido de un capítulo de un libro de texto; además planifican una clase con tema específico.	El Conocimiento Biológico que poseen los profesores influye en la manera como estructuran los contenidos y actividades de enseñanza, incluyendo la evaluación. A mayor Conocimiento Biológico mayor posibilidad de establecer ricas relaciones entre conceptos, también mayor versatilidad en el diseño de actividades de enseñanza y evaluación.
Benson (1989). 3 profesores experimentados de Biología (high school)	Conocimiento Biológico (estructura sintáctica): Incidencia del Conocimiento Biológico (concepciones de la Biología y del Conocimiento Biológico) en el currículo.	Estudio cualitativo. Grabación en audio de 3 lecciones sobre nutrición. Discusiones con profesores acerca de la Biología y la Filosofía de las Ciencias.	Visión empírico-positivista de la Biología como ciencia. La epistemología del profesor y las presiones situacionales (gobierno nacional, institución, sociedad, religión y moral) inciden en la interpretación y/o construcción del currículo escolar. Existe coherencia entre la visión del Conocimiento Biológico, el currículo y el estilo de enseñanza.

¹ Citado en Gess-Newsome (1999: 65)

			Sin embargo los tres casos no son concluyentes.
Hoz, Tomer, y Tamir, (1990). 7 profesores experimentados de Biología (10-18 años de experiencia), 6 profesores de Geografía (novatos y experimentados)	Conocimiento Biológico y pedagógico. Relación entre el conocimiento disciplinar biológico y el conocimiento pedagógico. Incidencia de la experiencia docente.	Estudio cuantitativo: - Elaboración de mapas conceptuales a partir de 10 a 12 conceptos, tanto para el Conocimiento Biológico, como para el conocimiento pedagógico ² . - Entrevistas acerca de los mapas. - Análisis de los mapas conceptuales. Estadísticos: varianza, test de Mann-Whitney, para muestras independientes.	Independientemente de experiencia de los profesores, consideran 4 conceptos biológicos centrales: célula, metabolismo, energía y ATP. En todos los casos un dominio del Conocimiento Biológico relativamente bajo. Profesores noveles con mejor conocimiento pedagógico que los experimentados.
Carlsen (1991, 1993) 4 profesores noveles de Biología (de Secundaria)	Conocimiento Biológico, Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico. Comparación de discurso de clase y estructura de las actividades de enseñanza en relación con diferentes niveles de familiaridad del profesor con los contenidos biológicos.	Estudio cuantitativo: Seguimiento durante un año: Inicialmente identificación del nivel de Conocimiento Biológico (preguntas sobre 15 tópicos). Observación de clases (grabación en audio, transcripción, codificación de actividades, análisis). Análisis de planes de clases. Entrevistas sobre fuentes de conocimiento, a partir de los datos obtenidos de las observaciones. Implementación de software para realizar análisis del discurso (duración de las intervenciones, pausas, nivel cognitivo de las preguntas, etc.). Al finalizar el año entrevista a los profesores	El Conocimiento Biológico del profesor incide en la enseñanza, lo cual se refleja en el tipo de vocabulario que utiliza, el manejo y profundidad de preguntas realizadas a los estudiantes, el nivel de participación de los alumnos, el nivel de profundidad en las explicaciones, la distribución de tiempo. Todo esto dependiendo si la temática de enseñanza le es familiar, o no, al docente.

² “*Biología*: a) Célula, virus, ADN, energía, enzima, respiración, fotosíntesis, hongo y metabolismo. b) metabolismo, energía, enzima, ATP, degradación de grasas, respiración, fotosíntesis, glucosa, síntesis de proteínas, almacenamiento de carbohidratos. c) célula, energía, enzima, difusión, respiración, metabolismo, mitosis, ribosoma, citoplasma” (Hoz, Tomer, y Tamir, 1990: 976). “*Pedagogía*: a) objetivos, planeación, métodos de enseñanza, creatividad, personalidad del estudiante, evaluación y enseñanza, situación, investigación biológica. b) personalidad del estudiante, motivación, inteligencia, autoconfianza, comunicación interpersonal, logro, bagaje, competencias, autoimagen, autonomía. c) métodos de enseñanza, objetivos, investigación y descubrimiento, activación, independencia en el aprendizaje, trabajo en grupo, enseñanza individual, retroalimentación, demostración” (Hoz, Tomer, y Tamir, 1990: 976, 977).

		acerca de los 15 tópicos indagados al inicio	
Hauslein, Good y Cummins (1992) 24 profesores de Biología, investigadores (7 en formación inicial, 7 noveles, 10 experimentados) 7 biólogos investigadores 8 estudiantes de postgrado de Biología.	Conocimiento Biológico (estructura sustantiva). Comparación de la estructura del Conocimiento Biológico de profesores de Biología y de científicos. Relación entre experiencia docente y grado de estructura del Conocimiento Biológico.	Estudio cuantitativo: Clasificación de 37 términos de Biología ³ presentes en los libros de texto; justificación de las agrupaciones (grabación en audio); análisis (cálculo de índice de distancia cognitiva).	Profesores experimentados y científicos con estructuras jerarquizadas, con alto nivel de organización. Futuros profesores y estudiantes de postgrado de Biología con Conocimiento Biológico poco estructurado (organización conceptual estrecha). Científicos (en comparación con el resto de la población) con mayor grado de fluidez de la estructura del Conocimiento Biológico (distinción entre causación próxima y remota).
Gess-Newsome y Lederman (1993). 10 futuros profesores de Biología (último año de carrera)	Conocimiento Biológico (estructura sustantiva): Detección de concepciones acerca de la estructura del Conocimiento Biológico. Estudio de cambio de estructura del Conocimiento Biológico de los estudiantes-profesores (en contexto de cursos de métodos, microenseñanza y/o prácticum). Identificación de fuentes de la estructura del Conocimiento Biológico de los futuros profesores. Relación entre estructura del Conocimiento Biológico de los estudiantes-profesores y sus prácticas de enseñanza.	Investigación cualitativa: estudio longitudinal de caso múltiple. Aplicación de cuestionario (elaboración de esquema con principales tópicos de la Biología y la interrelación entre los mismos) al inicio y finalización del curso. Entrevista (grabación en audio, transcripción y análisis) sobre la estructura del diagrama, las fuentes y los cambios en la estructuración del esquema.	Dificultad para identificar la estructura de los contenidos biológicos. Los conceptos más frecuentes: Zoología, Genética, Evolución, Ecología, clasificación, Biología Celular, Botánica, Anatomía y Fisiología. La principal fuente de la estructura del Conocimiento Biológico corresponde a los cursos de Biología de la Secundaria. Al inicio del proceso formativo: -Estructuras de los contenidos biológicos simples, con pocas interconexiones entre los tópicos. -Coherentes con los contenidos de libros de texto universitarios de Biología. Luego de la reflexión en el proceso formativo: Evolución de los esquemas, lo cual está asociado a los procesos de reflexión y a la práctica de la enseñanza.

³ “sucesión de especies, selección natural, evolución, variación de organismos, adaptación ambiental, competencia entre organismos, migración, fertilización, ovulación, reproducción, menstruación, apareamiento, herencia, coagulación sanguínea, circulación sanguínea, acción refleja, excreción, digestión, regulación de fluidos sanguíneos, difusión, ósmosis, transporte activo, transporte celular, reacción enzimática, mitosis, ruptura celular, meiosis, regeneración de tejido, diferenciación celular, crecimiento, simbiosis, parasitismo, fotosíntesis, ciclo del carbono, polinización, metabolismo, respiración” (Hauslein, Good y Cummins, 1992: 943)

<p>Lederman, Gess-Newsome, y Latz (1994). 12 futuros profesores de ciencias de Secundaria. (7 de Biología, 3 de ciencias y 2 de Química)</p>	<p>Conocimiento disciplinar (incluyendo el biológico). Conocimiento pedagógico. Estructura del conocimiento biológico y del conocimiento pedagógico de los futuros profesores a lo largo del proceso formativo.</p>	<p>Estudio cualitativo longitudinal. Estudio de caso con múltiples sujetos. En el contexto de cursos de formación inicial⁴: -Aplicación en cuatro oportunidades (durante proceso formativo) de cuestionario sobre la estructura y fuentes de los conocimientos biológico y pedagógico. -Videograbación de prácticas de microenseñanza.</p>	<p>Inicialmente: -Representación del Conocimiento Biológico típicamente lineal y sin coherencia. -Estructura del conocimiento pedagógico como listado de componentes de enseñanza centrados en el alumno. -La principal fuente de la estructura del Conocimiento Biológico está dada por los programas de cursos de Secundaria. -La principal fuente de la estructura del conocimiento pedagógico se asigna a experiencia personal como estudiantes. Al finalizar el proceso formativo docente (cursos): -Representaciones integradas: tópicos de Biología interrelacionados. -Mayor cantidad de tópicos de la estructura del conocimiento pedagógico. La estructura del Conocimiento Biológico incide decisivamente en la actividad práctica de enseñanza</p>
<p>Gess-Newsome y Lederman (1995) 5 profesores de Biología con experiencia (7-26 años)</p>	<p>Conocimiento Biológico; Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico: Estudio de naturaleza de la estructura sustantiva del Conocimiento Biológico de los profesores, sus fuentes y forma de producción. Relaciones entre la estructura sustantiva del conocimiento biológico y la enseñanza de la Biología.</p>	<p>Investigación cualitativa. Estudio de cinco casos. Análisis de autodescripciones durante un curso. Observación de clases, entrevistas (al inicio del año escolar y postobservación). Análisis de material de enseñanza. Comparación entre declaraciones de los profesores y su práctica. Elaboración de estructura conceptual de la Biología de cada profesor a partir de las observaciones.</p>	<p>La principal fuente de la estructura del Conocimiento Biológico está dada por los contenidos de cursos en la Secundaria. Inicialmente (antes de las observaciones de clases) los profesores: -Incluyen como contenidos fundamentales del Conocimiento Biológico: célula, Ecología, evolución, Genética y Botánica. -Conciben de forma separada los conocimientos pedagógico y biológico. La estructuración de los contenidos biológicos que se enseñan está influenciada: por la experiencia</p>

⁴ Cursos: práctica de ciencia, microenseñanza, prácticum y métodos de enseñanza, práctica integral (los futuros profesores permanecen la totalidad de la jornada escolar con los alumnos y atienden a todas las actividades propias de un profesor. Enseñan en 3 ó 4 clases)

			<p>(profesional y como estudiantes), las finalidades de la enseñanza, las características de las interacciones entre los contenidos, y por las condiciones de trabajo.</p> <p>No existe una correlación directa entre el tiempo de experiencia docente, y el nivel de estructuración del Conocimiento Biológico.</p> <p>La enseñanza de la Biología está muy determinada por los libros de texto.</p>
Chona, <i>et al.</i> (1998) 23 profesores de Biología, de Secundaria	Conocimiento Biológico, conocimiento pedagógico y didáctico. Identificación de creencias acerca del conocimiento biológico, la pedagogía, la didáctica y el aprendizaje.	Estudio cualitativo: Aplicación de cuestionario, interpretación de respuestas.	<p>La mayoría de los profesores de Biología manifiestan:</p> <ul style="list-style-type: none"> -El Conocimiento Biológico tiene carácter interdisciplinar e implicaciones políticas, sociales y económicas. -Se deben seleccionar los contenidos y metodología de enseñanza, teniendo en cuenta las características de los alumnos (intereses, habilidades, antecedentes). Sin embargo, muestran preferencia por métodos instrumentales de enseñanza.
Herrera, Salcedo y Perafán (2001). 9 profesores experimentados de Biología y Ciencias Naturales, de Secundaria.	Estudio de creencias y acciones, sobre la Naturaleza de la Ciencia y su relación con la enseñanza de la Biología y de las Ciencias de la Naturaleza.	Estudio de caso cualitativo, durante 10 meses. Observaciones en las aulas de clases (notas de campo, videgrabaciones), entrevista (a partir de las observaciones de clase), documentos de clase (guiones, evaluaciones, cuadernos de los alumnos), documentos institucionales (Proyecto Educativo Institucional y Manual de Convivencia).	<p>Los profesores dicen que la ciencia puede ser tanto subjetiva como objetiva. Sin embargo, sus acciones muestran que tienen concepciones que se corresponden más con una visión de carácter objetivista.</p> <p>Las actividades realizadas por los docentes en las clases corresponden con visiones positivistas.</p>

<p>Veal y Kubasko (2003). 12 profesores de Secundaria (8 en formación inicial y 4 experimentados) de Biología y Geología</p>	<p>Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico específico (concretamente del concepto evolución):</p> <p>Implicaciones de la enseñanza de la evolución desde diferentes paradigmas (biológico y geológico).</p>	<p>Estudio de caso cualitativo. Observaciones de las clases (notas de campo), entrevistas semiestructuradas (grabación en audio). Análisis de contenido.</p>	<p>Existen diferencias tanto en el tipo de actividades, como en el vocabulario utilizado entre los profesores de Biología y los de Geología. Los de Biología utilizan mayor cantidad de recursos (analogías, actividades y prácticas de laboratorio), así como un vocabulario especializado más rico. Los profesores de Biología enfocan la enseñanza de la evolución haciendo énfasis en el hombre, mientras que los de Geología hacen hincapié en los fósiles y en el tiempo. Esto conlleva a implicaciones en la selección y organización tanto de contenidos como de estrategias metodológicas de enseñanza (tipo de ejemplos y actividades, vocabulario empleado, etc.)</p>
--	--	--	--

1.1. Los estudios de concepciones de los profesores acerca del Conocimiento Biológico

Los estudios sobre las concepciones de los contenidos conceptuales, y la estructura sustantiva del conocimiento biológico

Shulman (1986a) en la investigación que hace con profesores de California, pone de manifiesto, respecto al conocimiento disciplinar, que los profesores identifican diferentes organizaciones estructurales de la Biología, dado que es una ciencia tan amplia. Dependiendo de qué libro de texto del BSCS (Biological Sciences Curriculum Study) se utilice, se tienen diferentes perspectivas. De acuerdo con esto, la Biología puede ser formulada:

- Como una ciencia de moléculas. Desde esta visión, los fenómenos de la vida se explican en términos de sus partes constituyentes.
- Como una ciencia de sistemas ecológicos. En consecuencia, las actividades individuales se explican en relación con el todo (el sistema) del que hacen parte.
- Como una ciencia de organismos biológicos. Se enfatiza en la existencia de unidades analíticas con estructuras, funciones e interacciones particulares.

En el análisis que hacen Hoz, Tomer, y Tamir (1990) de los mapas conceptuales elaborados por profesores de Biología, a partir de listados suministrados por los investigadores, llegan a la conclusión que independientemente de la experiencia docente, los profesores tienen deficiencias en su Conocimiento Biológico. Un estudio relacionado con la *estructura sustantiva* del conocimiento biológico es el realizado por Hauslein, Good y Cummins (1992), quienes investigaron la manera como cuatro grupos de profesores de Biología (treinta y dos) con diferente experiencia en la enseñanza, y un grupo de biólogos (siete), organizaban 37 tópicos de Biología. Los profesores más experimentados, estructuraron los conceptos con una secuencia jerárquica empleando un principio de clasificación basado en interrelaciones

elaboradas, mientras que los futuros profesores elaboraron un mapa con mayor número de categorías y una limitada jerarquización. En contraste, la clasificación realizada por los biólogos se reflejó en esquemas de categorización fluidos, ubicando algunos tópicos en más de una categoría. En general, todos los profesores organizaron los tópicos teniendo en cuenta la manera como se enseñan, y estructuraron los contenidos a manera de contenidos para exámenes. Se hallaron diferencias entre los profesores expertos y los biólogos investigadores, en relación con los futuros docentes, los profesores inexpertos y los estudiantes de postgrado de Biología. Los primeros, presentan un nivel de mayor complejidad al elaborar tramas de conceptos biológicos de una manera más jerárquica (molécula, célula, tejido, sistema, organismo, etc.) y organizada. Es decir, son más estructuradas (ver Figura 2.1.).

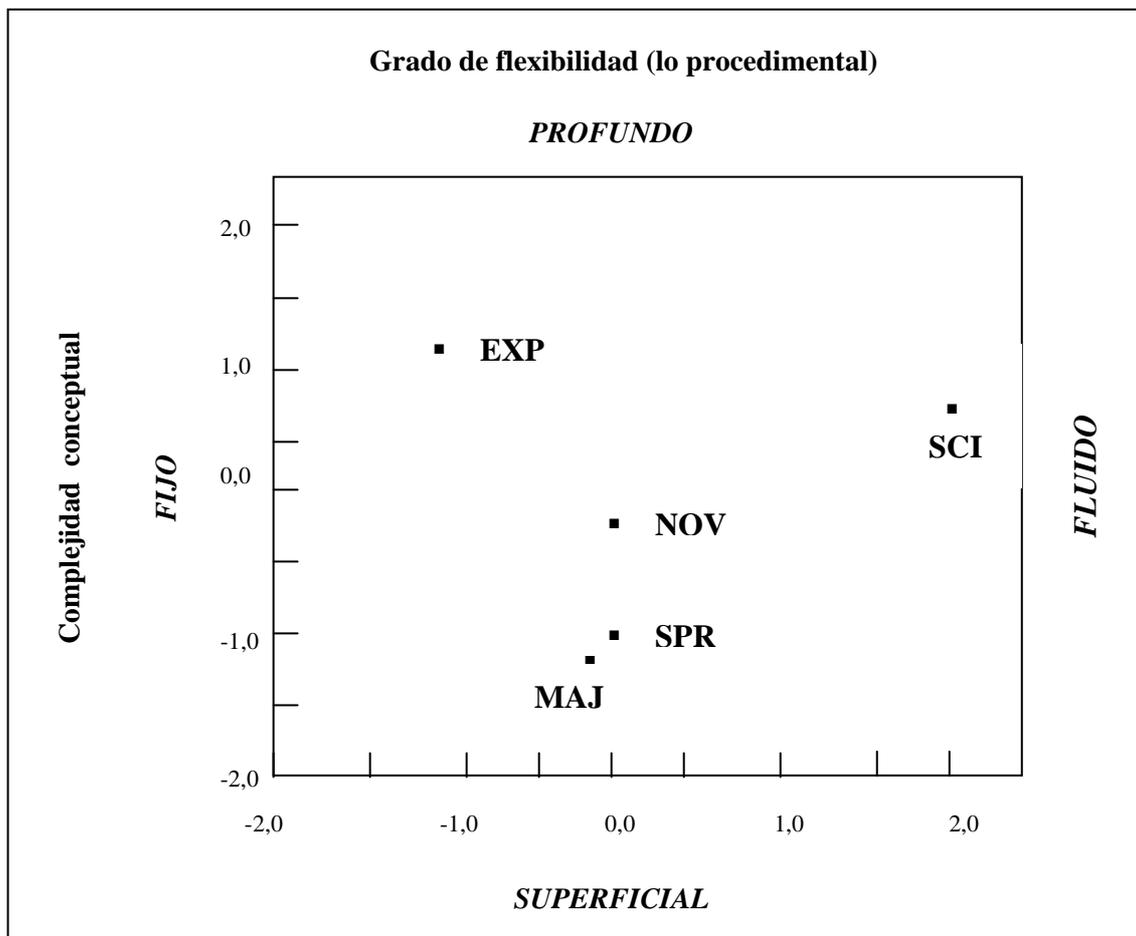


Figura 2.1. Representación multidimensional de la distancia cognitiva entre grupos.
EXP = profesores experimentados, SCI = científicos, NOV = profesores inexpertos,
MAJ = estudiantes de postgrado, SPR = futuros profesores.
Tomado de Hauslein, Good y Cummins (1992: 959)

Con base en las representaciones multidimensionales de distancias cognitivas, calculadas a partir de los mapas conceptuales elaborados por profesores y biólogos, en lo conceptual, tanto científicos como profesores experimentados, alcanzan un alto nivel de estructura sustantiva. Entre tanto, los otros grupos presentan niveles menores de complejidad. Respecto a la flexibilidad, el único grupo que muestra una mayor fluidez del conocimiento, es el de científicos. Ellos poseen estructuras del conocimiento biológico que les permite diferenciar las causas próximas -como las propias de los procesos fisiológicos- de las remotas de la Biología –por ejemplo, las relacionadas con la evolución- (lo cual es coherente con la clasificación reportada por Mayr (1998, 2006), ya referenciada en el primer capítulo.

En el mismo sentido, un estudio anterior fue el realizado por Baxter, Richert y Saylor (1985, citado en Gess-Newsome, 1999: 65) con cinco profesores noveles quienes organizaron diez temas considerados centrales en la Biología. Se identificaron tres grados de complejidad de las relaciones establecidas. Dos profesores hacían énfasis en la complejidad de los diferentes tópicos, en relación con la secuencia de enseñanza, correspondiendo en un primer momento, al marco de referencia de las Ciencias y posteriormente los tópicos específicos. Las interrelaciones realizadas por otros dos profesores fue más lineal, y el énfasis fue dado a la enseñanza de conceptos específicos. El otro docente mostró una posición intermedia.

Otra investigación referente a la *estructura sustantiva del Conocimiento Biológico* es la realizada por Gess-Newsome y Lederman (1993), con diez futuros profesores de Biología. Ello, en el contexto de tres cursos de formación inicial (métodos y estrategias de ciencias de Secundaria, microenseñanza y prácticum). Los docentes en formación admiten que nunca antes se habían preguntado sobre la estructura de los contenidos. De igual manera, reconocen la dificultad para su organización, atribuyéndole esa limitación a la manera como ven este aspecto a lo largo de su proceso formativo como estudiantes. Los esquemas realizados al inicio del proceso formativo varían desde formatos discretos (Figura 2.2.), hasta redes, pasando por formatos lineales y jerárquicos.

En todos los casos son simples y se corresponden con los contenidos de los cursos y libros de texto universitarios. En su mayoría, los estudiantes-profesores se limitan a enumerar las ramas o subdisciplinas de la Biología, pero no hacen referencia a conceptos fundamentales y centrales como tales.

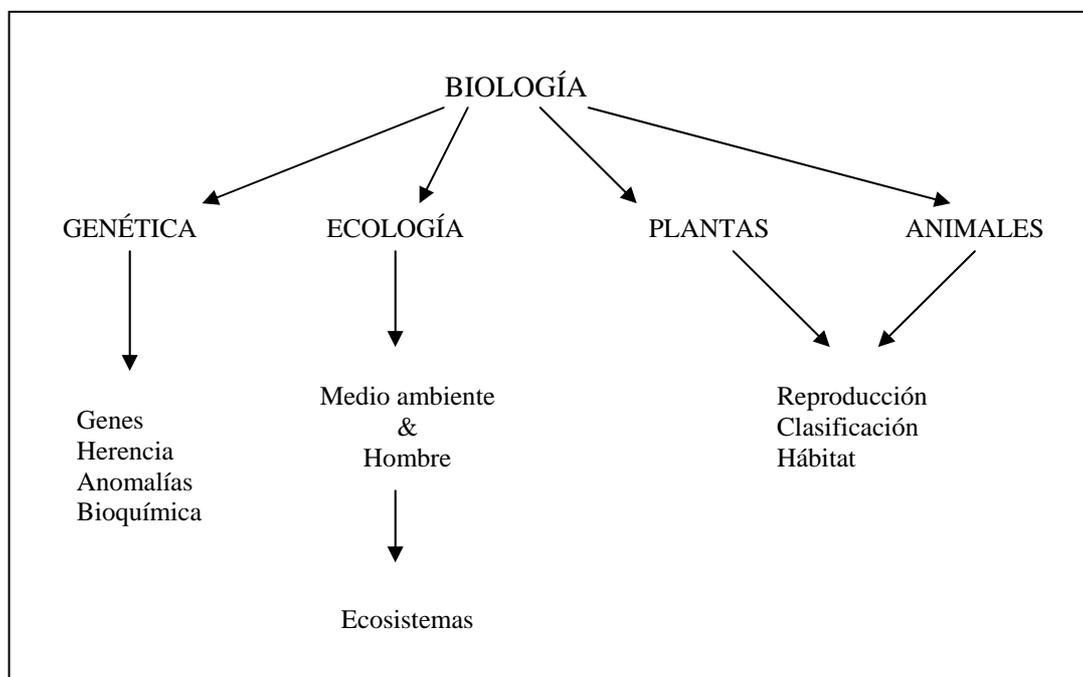


Figura 2.2. Esquema de uno de los futuros profesores de Biología que representa la estructura del conocimiento biológico en la fase inicial del proceso formativo. Tomado de Gess-Newsome y Lederman (1993: 32)

Los resultados recién mencionados concuerdan con los obtenidos en una investigación realizada posteriormente por los mismos autores (Lederman, Gess-Newsome y Latz, 1994). En dicho estudio, con doce futuros profesores de Ciencias de Secundaria (siete de ellos de Biología), al inicio de la fase formativa se encontró que la estructura del Conocimiento Biológico corresponde a un simple listado de temas, de una forma similar a los programas de cursos en la universidad, tal y como se muestra en el ejemplo de la Figura 2.3.

Luego de la reflexión de los resultados de los cuestionarios y, tras el desarrollo del proceso formativo, se evidenció un progreso en las concepciones de los futuros profesores de Biología (especialmente en lo referente a la naturaleza de la Ciencia y a las relaciones CTS). De igual manera, los futuros

profesores en esta fase de la investigación estructuran los contenidos biológicos de una forma más integrada (por ejemplo, una de las estudiantes presenta los componentes del Conocimiento Biológico como parte de un paraguas, es decir como componentes de un todo), e incluyen más componentes (Gess-Newsome y Lederman, 1993). No obstante, a pesar de que replantean sus propuestas de estructuración de los tópicos, expresan la dificultad para llevar esas propuestas de organización a la práctica en la enseñanza. Dichos progresos en los futuros profesores se reflejan en sus visiones acerca de la enseñanza. Así pues, destacan la importancia de establecer interrelaciones de conceptos al trabajar con los alumnos, y de tener una perspectiva integradora del Conocimiento Biológico para facilitar de esta manera la comprensión por parte de los alumnos. Los investigadores destacan el proceso metacognitivo que implicó la reflexión de los docentes en formación acerca de la manera como estructuran el Conocimiento Biológico.

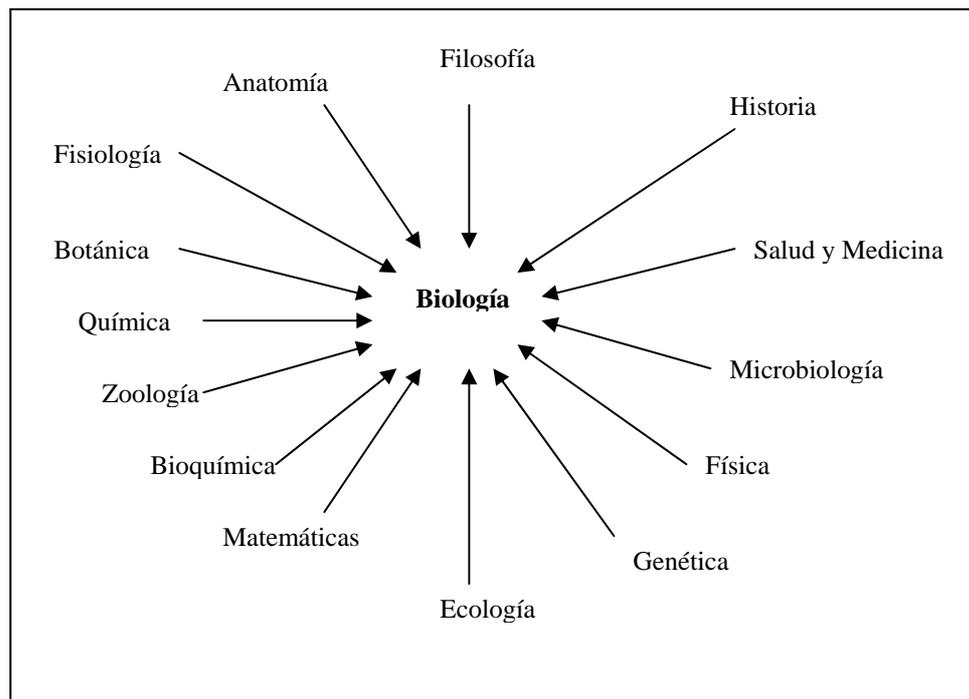


Figura 2.3. Esquema de uno de los futuros profesores de Biología que representa la estructura del conocimiento biológico en la fase inicial del proceso formativo. Tomado de Lederman, Gess-Newsome y Latz (1994: 134).

De igual manera, en la investigación de Lederman, Gess-Newsome y Latz (1994) se encontró que tras el desarrollo de los cursos de formación inicial, los futuros profesores evolucionaron en la estructuración del Conocimiento Biológico. Es así como los esquemas realizados por los estudiantes-profesores son más consistentes y muestran una mayor integración entre los componentes. Incluyen, además de los campos o subdisciplinas biológicas, conceptos fundamentales como lo vivo y el pensamiento humano, a manera de dimensiones nucleares de integración.

Los futuros profesores de las investigaciones a las que se está haciendo referencia manifiestan que la estructura del Conocimiento Biológico se basa principalmente en los programas de Biología que han estudiado, tanto en la Secundaria, como en la Universidad (Gess-Newsome y Lederman, 1993; Lederman, Gess-Newsome y Latz, 1994). El mismo resultado fue encontrado en profesores de Biología con experiencia. Esto explica, el hecho de que en los esquemas elaborados por los profesores predominen los listados de ramas de la Biología y que las relaciones entre los elementos de los diagramas sean escasas. Al respecto, los autores llaman la atención sobre la manera fragmentada como se enseñan los diferentes campos de la Biología en las instituciones educativas.

En relación con la influencia de la experiencia docente, en el nivel de complejidad de la estructura del Conocimiento Biológico, Gess-Newsome y Lederman (1995), en el estudio de caso realizado con cinco profesores experimentados, encontraron que incluso profesores de Biología con experiencia entre 7 y 26 años presentan estructuras basadas en contenidos discretos que rara vez integran (interrelacionan).

Estudios como el de Hashweh (1987), relacionan el Conocimiento Biológico con la enseñanza. Este autor señala que el Conocimiento Biológico que posea el profesor, incide en la manera como éste estructura los contenidos, y las actividades de la enseñanza. De los seis docentes con experiencia estudiados por él (tres de Biología y tres de Física), tan sólo uno de Biología tiene un enfoque molecular del proceso de la fotosíntesis (en el cuestionario se refiere a CO_2 , H_2 , O_2 , NADPH^+ , y glucosa) y energético a la vez (energía

lumínica, energía química de enlace, energía para biosíntesis de moléculas, energía para ruptura de moléculas). Dicho profesor, a diferencia de los otros cinco, establece relaciones entre los procesos metabólicos de la fotosíntesis y la respiración celular, desde las perspectivas de la transformación de materia y energía. De igual manera, relaciona fácilmente la fotosíntesis con conceptos ecológicos como la cadena trófica. En contraste, los otros profesores se limitan a describir estructuras anatómicas vegetales (por ejemplo de la hoja) y procesos ecológicos generales. Igualmente, las relaciones que muestran los mapas conceptuales de estos docentes son más simples, al incluir menos elementos y menos interconexiones. Otro aspecto que muestra el estudio de este autor, es que los profesores de Biología, al contrario de los de Física, identifican la organización de los contenidos del capítulo de energía y célula, de un libro de texto que se les había suministrado para su análisis. Cabe señalar, que dicha investigación, hace referencia al aspecto relacionado con los contenidos del Conocimiento Biológico y su influencia en la enseñanza, y no hace un análisis de otros aspectos del conocimiento disciplinar como los referentes epistemológicos.

Por otra parte, en la investigación realizada por Chona *et al.* (1998) se encontró que los veintitrés profesores colombianos estudiados, creen que la Biología “es una mezcla de disciplinas, está cruzada por la Física y la Química” (Chona *et al.*, 1998: 98) y tiene implicaciones de orden político, económico y social, especialmente en lo relacionado con la Ecología, la salud, la biodiversidad y la conservación.

Los estudios de las concepciones acerca de la estructura sintáctica del Conocimiento Biológico

En la investigación realizada por Benson (1989) con tres profesores experimentados de Biología, el autor destaca que los docentes tienen una concepción empírico-positivista del Conocimiento Biológico, al afirmar que dicho conocimiento resulta directamente a partir de repetidas observaciones y experimentaciones, y de la aplicación de métodos hipotético-deductivos.

Predomina la utilización de los libros de texto como fuente principal de contenidos de enseñanza, y la tendencia a enseñar primero los conceptos básicos y fundamentales (para el caso, lo referente a la nutrición) y luego los conceptos más específicos. Según este autor, los profesores buscan que los estudiantes memoricen los conceptos, en la idea de que posteriormente contesten la evaluación. Los profesores tienen dominio sobre los conceptos biológicos relacionados con el tópico de enseñanza, sin embargo no tienen en cuenta los puntos de vista de los alumnos. Uno de los profesores tiene una visión vitalista de la Biología, hecho que se refleja en el énfasis que hace en la importancia de las creencias religiosas; dicho docente concibe la Biología como una descripción de la naturaleza. No obstante, tal y como lo manifiesta el autor, los resultados no son concluyentes.

Herrera, Salcedo y Perafán (2001), en la investigación realizada con nueve profesores de Biología de Secundaria en Colombia, encontraron que, para dichos docentes, la Ciencia puede ser tanto subjetiva como objetiva. No obstante, las acciones indican que tienen una visión objetivista de la naturaleza sobre la Ciencia, lo cual corresponde con la racionalidad técnica derivada del positivismo. Así por ejemplo, consideran que la Ciencia se diferencia de otras formas de conocer el mundo, porque permite llegar a la verdad, comprobarla y hacerla universal. Paradójicamente los docentes manifiestan, a la vez, tener una concepción relativista. Los investigadores interpretan que los profesores “se encuentran en una tensión, en una transición del paradigma objetivista a otros paradigmas que ofrezcan visiones alternativas para la educación en Ciencias” (Herrera, Salcedo y Perafán, 2001: 64).

1.2. Los estudios de las concepciones de los profesores de Biología acerca del conocimiento pedagógico

Los resultados de la investigación de Lederman, Gess-Newsome y Latz (1994), señalan que los futuros profesores, antes de desarrollar procesos formativos (concretamente relacionados con cursos de microenseñanza, metodología de enseñanza de las Ciencias y/o prácticas docentes en las

instituciones escolares), poseen una estructura del conocimiento pedagógico simple. Así, al solicitarles a los estudiantes-profesores que elaboren esquemas con los componentes del conocimiento pedagógico y sus relaciones, lo que predomina son listados de aspectos, sin llegar a establecer interrelaciones entre los diferentes elementos, o haciéndolo de una manera limitada. Tal y como se puede apreciar en el ejemplo que se presenta en la Figura 2.4. Otro aspecto por destacar en los resultados de ese estudio, es el hecho de ubicar al profesor como centro de la estructura del conocimiento pedagógico.

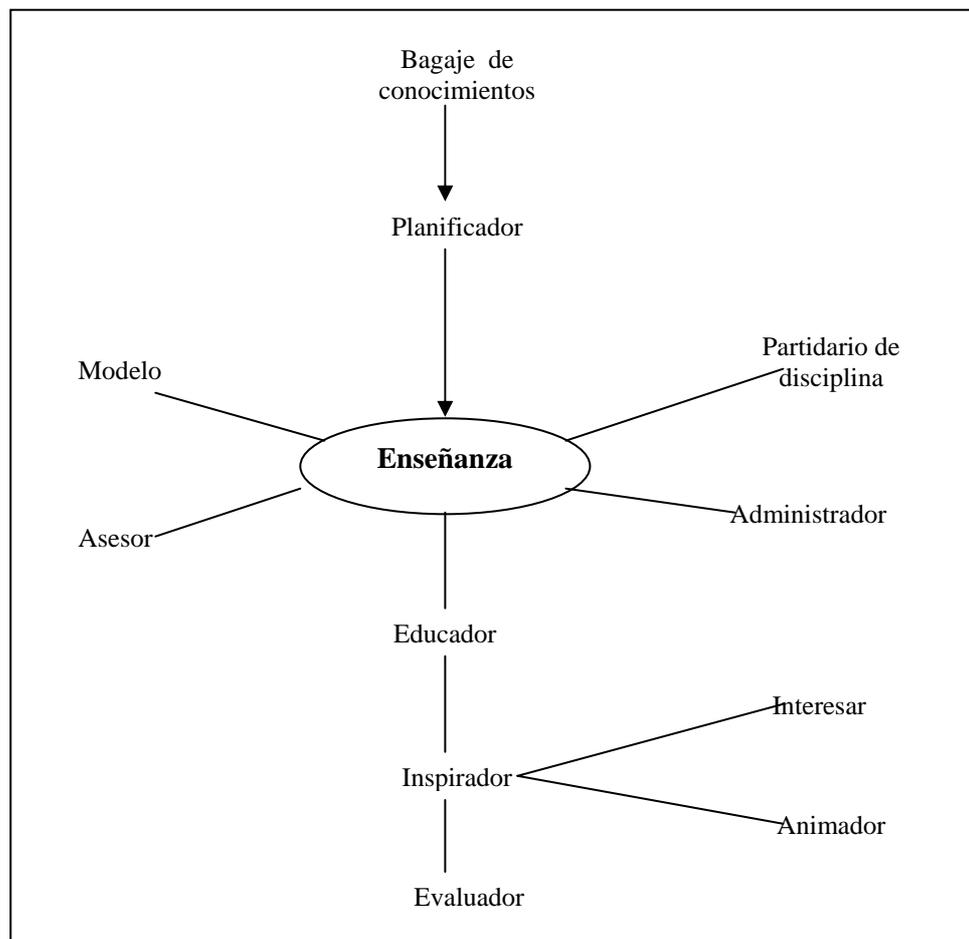


Figura 2.4. Esquema de uno de los futuros profesores de Biología que representa la estructura del conocimiento pedagógico en la fase inicial del proceso formativo. Tomado de Lederman, Gess-Newsome y Latz (1994: 137)

Por su parte, Hauslein, Good y Cummins (1992), proponen que el conocimiento pedagógico del profesor “madura” con la experiencia. Esto,

debido a la constante búsqueda de alternativas, ante la necesidad de organizar contenidos en el contexto concreto de las circunstancias del aula de clase, “como consecuencia el profesor madura, su conocimiento pedagógico evoluciona, y el conocimiento del contenido queda simplemente subsumido” (Hauslein, Good y Cummins, 1992.: 961).

En contraste, Hoz, Tomer, y Tamir (1990) manifiestan que el conocimiento pedagógico de los profesores de Biología, no evoluciona con la experiencia, sino que más bien es propio de la formación inicial, ya que es en esa etapa del proceso formativo donde se imparten los cursos de Pedagogía. Por eso, consideran que los profesores inexpertos cuentan con un mejor nivel de este tipo de conocimiento que los docentes con más experiencia.

1.3. Los estudios de las concepciones de los profesores de Biología acerca del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico

El estudio realizado por Hashweh (1987), al que anteriormente se hizo referencia, puede relacionarse con el CDCB de un tópico específico: la fotosíntesis. Este investigador encontró, que el Conocimiento Biológico que posea el profesor incide en la manera como estructura los contenidos y las actividades de la enseñanza. Al planificar la clase y tomando como base el capítulo de un libro de texto que se les había suministrado en la investigación, los profesores (tres de Biología y tres de Física) suprimen los detalles que desconocen. Por ejemplo, cinco de los profesores eliminan lo concerniente a las reacciones químicas. Los docentes de Biología proponen diversas actividades y prácticas de laboratorio, cosa que no ocurre en los profesores de Física. En cuanto a la evaluación, los profesores de Física elaboran preguntas de aspectos que demandan, únicamente, recordar los datos y conceptos puntuales del libro de texto. En contraste, los profesores de Biología realizan diferentes tipos de preguntas que exigen el establecimiento de relaciones por parte de los alumnos.

En dicha investigación, se evidenció que los profesores experimentados de Biología, relacionan el tema de la fotosíntesis con otros conceptos como la

respiración, el alimento, la energía, las relaciones ecológicas, los sistemas de transporte de la planta, la estructura de la hoja y la evolución. Como tendencia común, los tres profesores de Biología relacionan los procesos de la respiración y la fotosíntesis; en contraste, los profesores experimentados de Física hacen referencia fundamentalmente a la luz, y a la energía, pero no a procesos biológicos. Sin embargo, cabe señalar que este estudio hace énfasis únicamente en el Conocimiento Biológico y su relación con las actividades de enseñanza y evaluación, pero no incluye otros aspectos del CDCB como son las ideas de los alumnos y los propósitos de la enseñanza de la Biología.

Una investigación similar a la que se acaba de hacer referencia, es la realizada por Veal y Kubasko (2003). En dicho estudio (Tabla 2.2.) se encontraron diferencias en el abordaje de la enseñanza del concepto evolución entre los profesores de Biología y los de Geología. Así, los primeros hacen alusión a la evolución en el tiempo presente, y muy en relación con el hombre, lo que les permite utilizar ejemplos cercanos a la realidad de los alumnos. En contraste, los profesores de Geología enfatizan en los fósiles, y utilizan como punto de referencia fundamental, extensos periodos de tiempo. La diferencia en el Conocimiento Biológico sobre el tema se refleja en la selección y organización tanto de contenidos como de estrategias de enseñanza. Los profesores de Biología utilizan un vocabulario más rico (Tabla 2.2.), e integran el concepto de evolución en las unidades didácticas de Genética, Bioquímica, clasificación de las especies y, obviamente, en la de evolución. Los profesores de Biología coinciden, en que este concepto es central y fundamental en la estructura de la disciplina biológica.

Tabla 2.2. *Vocabulario utilizado para enseñar el concepto de evolución en clases de Biología y de Geología.* Tomado de Veal y Kubasko (2003: 347)

Biología		Geología	
Teoría	Frecuencias	Serie de eventos	Selección natural
Evidencia	Mutación	Historia de la tierra	Sobrevivencia
ADN	Selección natural	Cambios lentos	Evento
Fósiles	Microevolución	Cataclismo	paleoclimático
Tiempo de escala geológica	Macroevolución	Erosión	Adaptación
Monos	Evolución humana	Dinosaurios	Fósiles
Mecanismos	Adaptación		Metamorfismo
Cambio en el tiempo	Emparentamiento		Cambio en el tiempo
Morfología	Árbol evolutivo		
Nichos ecológicos	Poblaciones		
Virus	Bioquímica		
Genética	Especies		
	clasificación		

La investigación a la que se está haciendo mención, muestra que la evolución y su enseñanza corresponden a un CDCB específico. Los autores destacan la importancia del Conocimiento Biológico específico, en la organización de los contenidos y las estrategias de enseñanza. Así pues, los profesores de Geología además de utilizar un limitado vocabulario específico del tema, no pueden dar ejemplos, ni explicaciones de tipo genético o bioquímico, lo cual les limita notablemente.

Dadas las diferencias, entre la naturaleza de los Conocimientos Biológicos y geológico (para el caso concreto de la evolución), un aspecto diferencial de destacar es la perspectiva del tiempo, en la Geología se utiliza una escala mayor. Otro aspecto tiene que ver con los sujetos que evolucionan. En el caso de la Biología, se hace énfasis en organismos que coexisten con el hombre actualmente, mientras que en la Geología prima el estudio de los fósiles. Se presentan también diferencias en el CDCB específico de la evolución, lo que conlleva a un tratamiento diferencial de lenguaje y vocabulario entre los profesores de Biología y los de Geología. De igual forma, ocurre en las estrategias de enseñanza, principalmente en lo que atañe al tipo de ejemplos y a las analogías que se emplean.

Además y, de forma muy especial, se evidencian diferencias respecto al

tratamiento de las ideas de los alumnos. Al respecto, los profesores de Biología de dicha investigación tienen mayor facilidad para detectar, analizar y utilizar las concepciones de los estudiantes acerca de la evolución ya que en muchas ocasiones durante las clases se hace referencia al hombre y la evolución de los homínidos.

La investigación realizada por Carlsen (1993) con profesores inexpertos de Biología, se puede catalogar como un estudio del CDCB, aunque el autor no lo explicita como tal. Si bien es cierto, no se contemplan todos los componentes del CDCB, se establecen relaciones entre los contenidos de enseñanza (dependiendo del grado de conocimiento que se tenga de los mismos), con el tipo de actividades de enseñanza, y con el tipo de interacción con los alumnos. En la investigación se observó la duración de las intervenciones, el dominio de la conversación en el aula, la frecuencia de preguntas del profesor, el nivel de las preguntas, la participación verbal de los alumnos, entre otros aspectos.

Se encontró, que en efecto, el dominio que tenga el profesor en el tópico biológico que esté enseñando, incide en la forma como lo enseña. Así pues, cuando se trata de temas que no le son familiares los profesores dedican mayor tiempo, la frecuencia de preguntas a los alumnos es mayor (pero con niveles de dificultad cognitiva mínimos), y las prácticas de laboratorio son abiertas. A la vez, la participación que predomina es la del profesor, fundamentalmente mediante sus explicaciones. En contraste, para la enseñanza de temas que le resultan más familiares al docente, se propician más espacios de participación de los alumnos, la revisión de tareas es más frecuente, hay una menor cantidad de preguntas a los alumnos, y una mayor participación de los estudiantes en grupos de trabajo.

Gess-Newsome y Lederman (1995), en la investigación realizada con cinco profesores de Biología (con, entre 7 y 26 años de experiencia docente), encontraron que, en el momento de enseñar, los docentes seleccionan y organizan los contenidos a partir de los libros de texto. Tan sólo uno de los docentes, transforma conscientemente su estructura del Conocimiento Biológico,

en la organización de los contenidos de enseñanza. Los demás, no identifican la existencia de una relación entre estos dos aspectos, sino que se limitan a impartir directamente (tal cual), los contenidos biológicos que poseen, a sus alumnos. Los docentes del estudio al que se está haciendo referencia, consideran que el Conocimiento Biológico y el pedagógico, son independientes en el contexto de la enseñanza. Al respecto, una vez más, estos autores llaman la atención sobre el problema de abordar, de manera aislada, los diferentes componentes del Conocimiento Profesional, en los programas de formación inicial del profesorado.

Hauslein, Good y Cummins (1992), explican que no se trata de que el conocimiento del contenido del profesor, adquiera *per se*, el nivel del conocimiento biológico del científico, sino que es fijado mediante los trabajos pedagógicos en la estructura particular del currículo, por eso se mantiene fijo y no llega a ser tan “fluido” como el del científico.

Para finalizar, cabe mencionar, tal y como se puso de manifiesto en el primer capítulo, que existen numerosos estudios acerca de las ideas de los alumnos sobre conceptos específicos de Biología. No obstante, se requiere realizar investigaciones tendientes a hacer aportaciones concretas, acerca de la manera de cómo facilitar la enseñanza-aprendizaje de los diferentes contenidos biológicos, aprovechando el conocimiento de las concepciones que tienen los alumnos.

A modo de síntesis

A continuación se enuncian las principales tendencias y aportaciones de las investigaciones a las que se acaba de hacer referencia:

- La mayoría de estudios apuntan hacia el Conocimiento Biológico que poseen los profesores de Biología (tanto experimentados, como principiantes, y en formación), principalmente en lo que tiene que ver con los contenidos y la estructura sustantiva, y en menor proporción con la

estructura sintáctica.

- El Conocimiento Biológico de los profesores, incide en la selección y organización de contenidos y de estrategias de enseñanza.
- Los estudios comparativos, acerca de los diferentes tipos de componentes del Conocimiento Profesional docente (especialmente los conocimientos disciplinar y pedagógico) entre profesores experimentados, principiantes y en formación inicial, no son concluyentes.
- En los estudios del Conocimiento Profesional docente, en profesores de Biología, predominan las metodologías de orientación cualitativa.
- Los limitados estudios sobre Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico, enfatizan fundamentalmente en la incidencia del Conocimiento Biológico de los profesores, en la manera como seleccionan los contenidos y las estrategias que emplean para enseñar (utilización de ejemplos, analogías, prácticas de laboratorio, selección, etc). En menor proporción, se refieren al tratamiento de las ideas de los alumnos.
- Son muy escasas las investigaciones que se ocupan de estudiar la progresión de las concepciones de los profesores de Biología.

2. MUESTRA DEL ESTUDIO, Y CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Muestra del estudio

Los datos que se utilizan en la presente investigación fueron obtenidos a partir de la información suministrada por veintitrés futuros profesores (nueve varones y catorce mujeres), con una edad media de 22,4 años, quienes cursaron el *Seminario de Pedagogía y Didáctica I del Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas*, del *Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología (PCLB)*, de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia), durante el primer semestre lectivo de 2004.

Estos estudiantes pertenecen, en su mayoría, a los estratos socioeconómicos 1 y 2. En el momento en que se tomaron los datos, habían

cursado dos años en la Universidad, concretamente en el *Ciclo de Fundamentación del PCLB*. En los anteriores semestres habían tenido la oportunidad de visitar y caracterizar diferentes realidades educativas. Además, en el semestre inmediatamente anterior, habían diseñado y realizado una clase de Biología. El contexto curricular en el que se están formando estos estudiantes se explicará más detalladamente en el apartado 2.3., correspondiente a las características del PCLB.

En lo que sigue se describen, de forma sucinta, los aspectos fundamentales relacionados con el sistema educativo y la formación del profesorado en Colombia. De igual manera, se presentan las principales características del contexto educativo en el que se tomaron los datos de la investigación, es decir: el PCLB, el *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas*, y el *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*.

2.2. Niveles educativos y formación inicial del profesorado en Colombia

La educación formal en Colombia, tal y como lo estipula la Ley General de Educación (Ley 115 de 1994), está organizada en tres niveles: Preescolar (5-6 años de edad), Educación Básica (7-15 años de edad), y Educación Media (16-17 años de edad). La Educación Básica corresponde a nueve grados distribuidos en dos ciclos: la Educación Básica Primaria (cinco grados) y la Educación Básica Secundaria (cuatro grados). La Educación Media tiene una duración de dos grados, y tiene como propósitos la comprensión de las ideas y los valores universales, y la preparación para el ingreso del educando a la Educación Superior y al trabajo (Ministerio de Educación Nacional, 1994); su culminación, conlleva a la obtención del título de bachiller. En este nivel, se tiene la posibilidad de que los alumnos profundicen en el campo de las Ciencias Naturales, o en otros campos (Ciencias Sociales, Artes, Humanidades, etc.), obedeciendo a sus intereses personales.

En lo que atañe a la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales, son

objetivos de la Educación Básica Secundaria:

Artículo 22, párrafos: c) El desarrollo de las capacidades para el razonamiento lógico, mediante el dominio de los sistemas numéricos, geométricos, métricos, lógicos, analíticos, de conjuntos, de operaciones y relaciones, así como para su utilización en la interpretación y solución de los problemas de la ciencia, de la tecnología y los de la vida cotidiana; d) El avance en el conocimiento científico de los fenómenos físicos, químicos y biológicos, mediante la comprensión de las leyes, el planteamiento de problemas y la observación experimental; e) El desarrollo de actitudes favorables al conocimiento, valoración y conservación de la naturaleza y el ambiente; [...] i) El estudio científico del universo, de la tierra, de su estructura física, de su división y organización política, del desarrollo económico de los países y de las diversas manifestaciones culturales de los pueblos; [...] m) La valoración de la salud y de los hábitos relacionados con ella. (Ministerio de Educación Nacional, 1994).

En el artículo 112 de la Ley 115 de 1994, se confiere a las universidades y demás instituciones de Educación Superior, con facultades de educación, la formación inicial del profesorado. Respecto al título exigido para ejercer la profesión docente, el artículo 11 de la misma ley establece que:

Para ejercer la docencia en el servicio educativo estatal se requiere título de licenciado en educación o de postgrado en educación, expedido por una universidad o por una institución de educación superior nacional o extranjera, o el título de normalista superior expedido por las normales reestructuradas, expresamente autorizadas por el Ministerio de Educación Nacional. (Ministerio de Educación Nacional, 1994).

Tal y como lo estipula el artículo 113 de la Ley General de Educación, “con el fin de mantener un mejoramiento continuo de la calidad de los docentes, todo programa de formación de docentes debe estar acreditado en forma previa, de acuerdo con las disposiciones que fije el Consejo Nacional de Educación Superior – CESU” (Ministerio de Educación Nacional, 1994). En concordancia con lo anterior, el artículo 15 del decreto 272 de 1998, establece que los programas de pregrado y postgrado en educación requieren de acreditación previa otorgada por el Ministro de Educación Nacional, previo concepto del Consejo Nacional de Acreditación (CNA). De igual manera, en este decreto se estipulan directrices y referentes, con el fin de garantizar la calidad en la preparación del profesorado.

El artículo segundo de dicho decreto estipula que “Los programas

académicos en Educación corresponden a un campo de acción cuya disciplina fundante es la pedagogía, incluyendo en ella la didáctica, por cuanto constituye un ámbito de reflexión a partir del cual se genera conocimiento propio que se articula interdisciplinariamente” (Ministerio de Educación Nacional, 1998). Desde la perspectiva curricular, el artículo cuarto de este decreto establece que:

Sin perjuicio de la autonomía universitaria, los programas académicos en Educación se organizarán teniendo en cuenta los siguientes núcleos del saber pedagógico básicos y comunes, los cuales podrán ser complementados con los que adicionalmente establezca cada institución.

a) La educabilidad del ser humano en general y de los colombianos en particular, en sus dimensiones y manifestaciones, según el proceso de desarrollo personal y cultural y sus posibilidades de formación y aprendizaje.

b) La enseñabilidad de las disciplinas y saberes producidos por la humanidad, en el marco de sus dimensiones histórica, epistemológica, social y cultural y su transformación en contenidos y estrategias formativas, en virtud del contexto cognitivo, valorativo y social del aprendiz. El currículo, la didáctica, la evaluación, el uso pedagógico de los medios interactivos de comunicación e información y el dominio de una segunda lengua.

c) La estructura histórica y epistemológica de la pedagogía y sus posibilidades de interdisciplinaria y de construcción y validación de teorías y modelos, así como las consecuencias formativas de la relación pedagógica.

d) Las realidades y tendencias sociales y educativas institucionales, nacionales e internacionales; la dimensión ética, cultural y política de la profesión educativa. (Ministerio de Educación Nacional, 1994).

Los programas de formación del profesorado, en el nivel de pregrado, tienen una duración mínima de cinco años en la modalidad presencial diurna. Para el caso de programas nocturnos, semipresenciales y a distancia su duración mínima es de seis años (artículo octavo, del Decreto 272 de 1998).

2.3. El Proyecto Curricular de Licenciatura en biología (PCLB)

Aspectos básicos

El PCLB fue acreditado en el año 2000, y su primera cohorte de estudiantes ingresó en el segundo semestre de ese año. Como punto de partida para la formulación de la propuesta curricular se tuvo en cuenta el análisis del anterior programa curricular. Parte de dicho estudio lo constituyó la investigación acerca de las características de los docentes en formación del

programa en mención (Castaño *et al*, 1998). En dicho estudio, entre otros resultados se encontró que el currículo no favorecía el desarrollo de la autonomía de los futuros profesores.

La propuesta se enmarca, además, en las políticas nacionales (Decreto 272 de 1998) e institucionales (Lineamientos Curriculares de la Vicerrectoría Académica, de la Universidad Pedagógica Nacional), de reforma de los programas de formación de docentes.

El PCLB asume como propósito, la formación del docente en tres dimensiones complementarias inherentes al perfil del Licenciado, como:

- *Ser humano, un sujeto singular en un contexto social, por ello se propende por su desarrollo humano integral.*
- *Educador, un intelectual que contribuya a consolidar sus potencialidades y las de sus educandos, hacia la estructuración de un ciudadano autónomo, responsable, crítico, ético y comprometido con el cambio.*
- *Licenciado en Biología, un profesional de la educación con formación investigativa, comprometido con el desarrollo nacional centrado en la persona, desde el reconocimiento de las diversidades biológica, cultural y pedagógica.* (Departamento de Biología, 1999: 42).

El PCLB busca contribuir a la formación de los futuros profesores en la perspectiva del *desarrollo humano integral*. Tal y como lo afirman dos de las formadoras implicadas en la formulación del PCLB (Jessup y Pulido, 1998), el desarrollo integral humano se concibe como el proceso en el cual se asume la integralidad de las personas en todos los planos y de manera particular todas sus potencialidades. En consecuencia, para lograr ese desarrollo, se necesita una formación integral, entendida como aquel proceso que tiende al desarrollo de las potencialidades y competencias que permitan a cada persona asumir su propia vida y contribuir adecuadamente al desarrollo social. De otra parte, en el PCLB se pretende aportar a la formación científica y humanística, de manera que el futuro docente afronte los desafíos existentes en la sociedad.

Desde el punto de vista curricular, se concibe más como proyecto curricular de investigación educativa y evaluativa, que como programa

curricular. El currículum se entiende como una construcción que se concibe, estructura, y organiza, como resultado del consenso académico de sus gestores, teniendo como referente el carácter provisional de los conocimientos. Por tanto, se deduce su carácter transitorio, investigativo e intencionado, según los contextos y las situaciones generadas en los procesos de aplicación y las interrelaciones con diferentes actores. Como consecuencia, se entiende que el PCLB, debe ser materia de renovación continua, a partir de una evaluación permanente (Departamento de Biología, 1999).

Se pretende trascender el ámbito técnico (plan de estudios y estrategias de aplicación), ya que el desarrollo del PCLB demanda la integración entre teoría y práctica, asumidas como componentes propios de la acción educativa. Lo cual implica la reflexión crítica (tanto individual como colectiva del grupo social) y la construcción permanente. Este proyecto ha sido formulado desde la perspectiva constructivista, centrado en la resolución de problemas. Se pretende, más que adoptar la estructura de asignaturas aisladas, formular problemas integradores (teniendo en cuenta las concepciones e intereses de estudiantes, formadores y la naturaleza del propio PCLB), que conlleven a un trabajo interdisciplinar, para su resolución.

La propuesta formativa del Proyecto Curricular tiene un enfoque epistemológico que se corresponde con la complejidad. En ese sentido, pretende identificar y desarrollar contenidos nucleares, a manera de problemas marco, que posibiliten la integración de diversos saberes.

El PCLB busca hacer un abordaje sobre procesos de una forma integrada, en vez de preocuparse por desarrollar gran cantidad de asignaturas de una manera inconexa y descontextualizada. Busca una integración entre saberes y realidades, siendo el estudiante el centro del dicho proceso. Como lo plantea Morin (1990), se trata de pasar de una visión de simplicidad donde predomina la disyunción y la reducción, a la visión de relaciones multicausales donde el desorden y el orden, siendo enemigos uno del otro, cooperan, de alguna manera, para organizar al universo. En ese sentido, el PCLB tiene la pretensión de

construir, más desde la incertidumbre, que desde la seguridad y lo absoluto.

Estructura curricular

En la Figura 2.5., se representa La organización del PCLB, el cual se encuentra estructurado en dos ciclos de formación (de Fundamentación y de Profundización), en cada uno de los cuales implica cuatro ambientes de formación (Disciplinar, Pedagógico y Didáctico, Humanístico, y Comunicativo).

Ciclos de Formación y Ejes Curriculares

El *Ciclo de Fundamentación* tiene una duración de seis semestres y pretende "desarrollar competencias cognoscitivas y comunicativas, comprender las especificidades profesionales, culturales y de actuación social de los educadores" (Vicerrectoría Académica Universidad Pedagógica Nacional, 1999). Persigue además:

- *Construir ambientes que propicien la expresión de la singularidad hacia el desarrollo de la autonomía y el mejoramiento de la autoestima dentro de un clima de respeto y tolerancia por las diferencias*
- *Lograr un acercamiento a la realidad educativa que permita construir identidad y valorar el quehacer docente*
- *Generar procesos que permitan la reestructuración del proceso intuitivo y cotidiano con miras a alcanzar un pensamiento formal*
- *Generar acciones, posiciones y manifestaciones de valoración y respeto a la vida y lo vivo; desarrollar competencias comunicativas y de manejo de la información.* (Departamento de Biología, Universidad Pedagógica Nacional, 1999: 65).

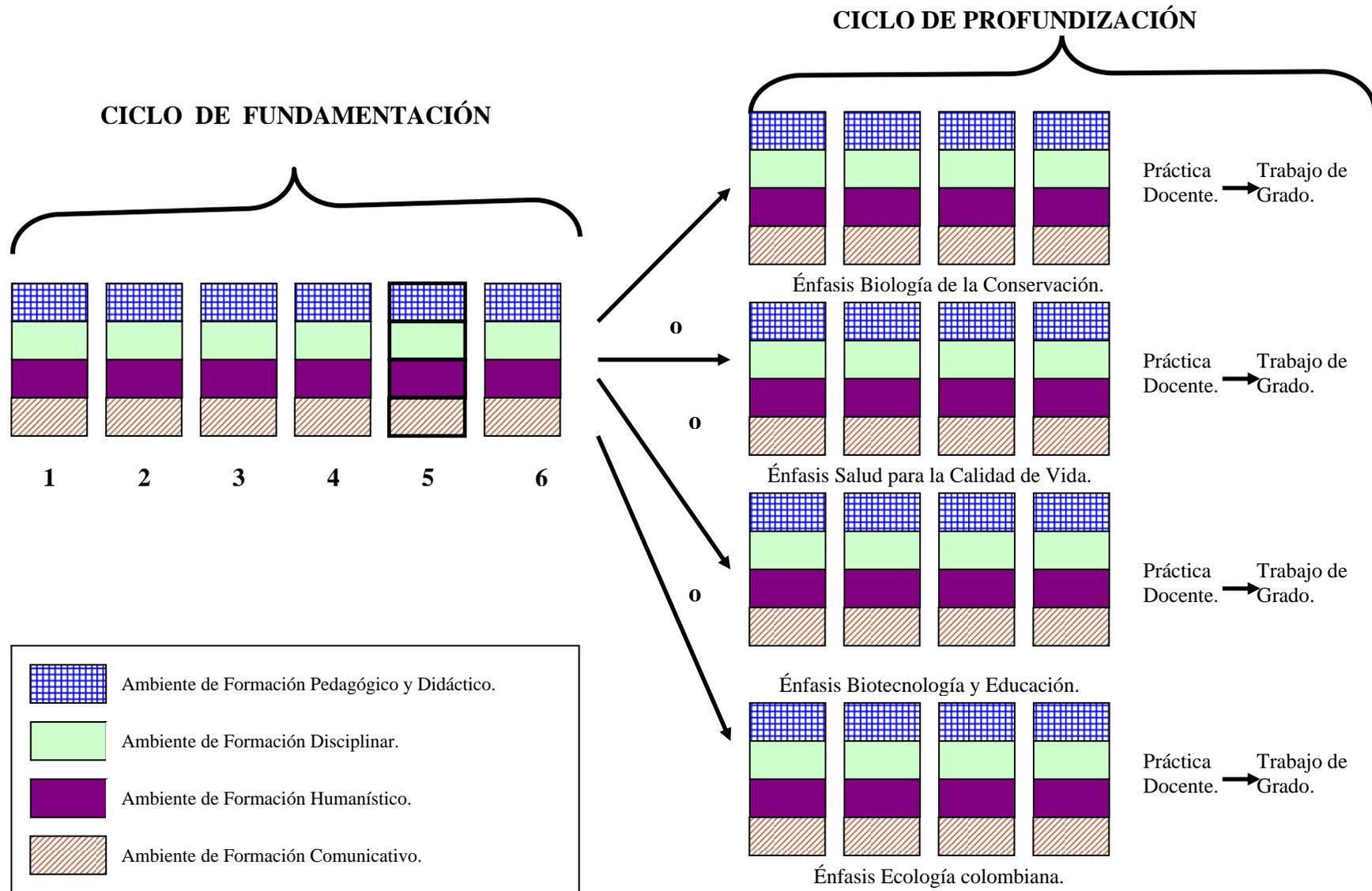


Figura 2.5. Estructura del Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología. **1:** E. C. Identidad y Contexto, **2:** E.C. Crecimiento y Desarrollo, **3:** E.C. Diversidad, E.C. **4:** Organización, **5:** E.C. Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas, **6:** E.C. Interacción. [E.C.: Eje Curricular (cada uno corresponde a un semestre académico)]

El *Ciclo de Fundamentación* del PCLB está formado por seis *Ejes Curriculares*, cada uno de los cuales constituye un periodo académico (un semestre) y está conformado por componentes. Dichos Ejes Curriculares son:

- Identidad y Contexto (primer semestre).
- Crecimiento y Desarrollo (segundo semestre).
- Diversidad (tercer semestre).
- Organización (cuarto semestre).
- Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas (quinto semestre).
- Interacción (sexto semestre).

La secuencia es intencionada y fue organizada por el equipo gestor del proyecto. Se tiene en cuenta que el Proyecto Curricular está orientado a la resolución de problemas, y en esa dirección se busca diseñar temas problemas progresivamente más complejos.

El *Eje Curricular*, se entiende como el espacio académico (un semestre de duración) en el que se trabaja desde los diferentes componentes, al rededor de un tema problema. Su denominación, determina el ámbito nuclear que orienta la formulación y abordaje de los problemas por trabajar. Cada *Eje Curricular* está conformado por componentes, los cuales corresponden a los diferentes saberes (Biología, Química, Física, Pedagogía, Didáctica, Antropología, etc.). La nominación de cada *Eje Curricular* pretende abordar procesos y problemas, más que centrarse en contenidos conceptuales desagregados. Por ejemplo, en el primer semestre (Eje Curricular Identidad y Contexto), se busca aproximar al estudiante a una realidad educativa, permitir su ubicación como ser humano, como educador y como docente de la Biología, haciendo énfasis en su desarrollo socio-afectivo.

Al interior de cada *Eje Curricular*, en un trabajo conjunto del equipo de los formadores de los diferentes componentes, y los estudiantes, se formulan los *Núcleos Integradores de Problemas (NIPs)*, y se realiza el trabajo académico, durante todo el semestre, en torno a la resolución de los problemas implicados en

los NIPs (Figura 2.6).

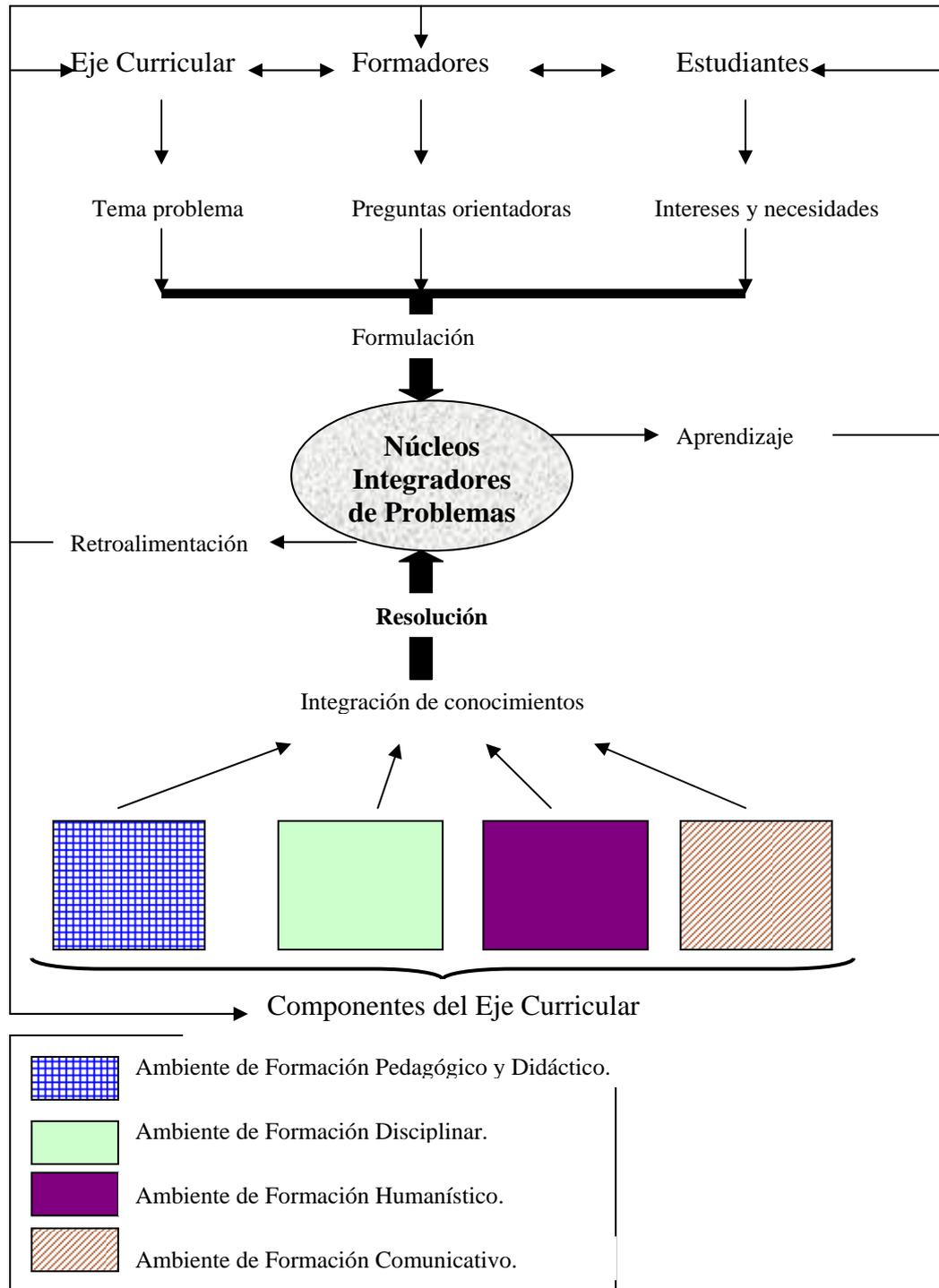


Figura 2.6. Los Núcleos Integradores de Problemas (NIPs): elementos articuladores de cada Eje Curricular

Los *NIPs* son situaciones problemáticas que posibilitan integrar saberes y problemas. Se pretende que el trabajo de cada *Eje Curricular*, durante el periodo académico, esté centrado en la resolución de los *NIPs*; este hecho potencia que los formadores de los diferentes saberes (componentes), integren su trabajo con el fin común de orientar y apoyar a los estudiantes a resolver los problemas planteados. Se pretende que a partir del segundo semestre del Proyecto, cada *Eje Curricular* se enlace con el anterior y con el siguiente. De tal forma que los *NIPs* del Eje, se articulen a partir de los logros obtenidos en el precedente, así como con los intereses, expectativas y desarrollos de los estudiantes y los formadores, y con el referente de organización previsto en el Proyecto Curricular, adecuado a cada cohorte en particular.

El *Ciclo de Profundización* tiene una duración de cuatro semestres y en él, los futuros profesores pueden optar por cualquiera de los siguientes énfasis:

- Biología de la Conservación.
- Salud para la Calidad de Vida.
- Biotecnología y Educación.
- Ecología colombiana.

Cada uno de los cuatro énfasis, ha resultado de los desarrollos de las Líneas de Investigación del Departamento de Biología, en las que se vienen realizando estudios tanto en el campo disciplinar de la Biología, como en el de la Pedagogía y la Didáctica. Los resultados de dichas investigaciones, han aportado valiosos elementos diagnósticos, propositivos y de proyección para la formulación del PCLB.

El *Ciclo de Profundización* pretende:

- *Afianzar el trabajo en docencia de la biología y construir saberes pedagógicos y disciplinares relacionados con el énfasis seleccionado*
- *Construir y apropiar discursos pedagógicos consecuentes con los desarrollos del conocimiento y con las acciones educativas.*

- *Propiciar espacios para el desarrollo de proyectos pedagógicos e investigativos articulados con la realidad social, que aporten a la enseñabilidad de la Biología, involucrando elementos del énfasis de profundización seleccionado*
- *Planear, diseñar e implementar proyectos educativos y de investigación desde el énfasis adoptado, encaminado a mejorar la calidad de vida de las comunidades educativas.* (Departamento de Biología, Universidad Pedagógica Nacional, 1999: 87, 88).

Este ciclo de formación, demanda trabajo en componentes obligatorios para todos los estudiantes (independiente del énfasis a que se haya optado), componentes específicos del énfasis, y cursos electivos. Igualmente, la práctica docente, y el desarrollo del trabajo de grado.

Ambientes de Formación

El PCLB tiene como elementos transversales de formación: el desarrollo humano integral, la investigación, y la formación pedagógico-didáctica, lo cual tiene implicaciones estructurales y de enfoque. En todos los espacios académicos están presentes los *Ambientes de Formación: Disciplinar, Pedagógico y Didáctico, Humanístico, y Comunicativo*, los cuales se complementan entre sí, en la dinámica de trabajo con *NIPs*.

El *Ambiente de Formación Disciplinar (Biología, Física, Química, Matemáticas)*, pretende reflexionar y direccionar procesos en relación con:

- La definición de contenidos disciplinares (biológicos, físicos, químicos, matemáticos) de enseñanza.
- Las relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad (CTS).
- Formular problemas de acuerdo con los desarrollos de las Ciencias Naturales en general y de la Biología en particular.
- Los aspectos filosóficos que plantean el avance científico, y de la Biología en particular.
- Las relaciones entre las Ciencias de la Naturaleza, las Ciencias Sociales y el pensamiento.
- Las concepciones epistemológicas sobre la Ciencia, y la Biología.
- La historia de la enseñanza de las Ciencias y de la Biología, en los contextos

nacional e internacional.

- La estructuración de los cursos de los diferentes Ejes Curriculares.
- Las interrelaciones de los cursos.

De acuerdo con el equipo de profesores del *Ambiente de Formación Humanística*, se proponen como objetivos del mismo (Cantor, 2003):

- Reflexionar sobre las dicotomías y relaciones naturaleza-sociedad.
- Analizar las relaciones CTS.
- Contribuir a repensar el sentido de la enseñanza de la Biología desde las perspectivas de las nuevas discusiones y enfoques desarrolladas en las Ciencias Sociales sobre estos temas.
- Aportar metodologías de investigación social que los futuros profesores pueden utilizar en la comprensión de los problemas de la escuela, del quehacer del investigador en Ciencias Naturales, y de los problemas ambientales, entre otros.

En cuanto al *Ambiente de Formación Comunicativa*, de acuerdo con las orientaciones del Consejo Académico de la Universidad:

Tiene como objetivo principal el sentido del lenguaje en el escenario educativo –pedagógico, integrando este sentido a una comprensión del lenguaje como parte fundamental en la elaboración de los conceptos de vida y mundo, conceptos inherentes a la educación.

En este sentido abordar el lenguaje como ambiente de formación implica estudiar las relaciones entre lenguaje y realidad, lenguaje y formas de vida y situaciones humanas [...] El ambiente se estructura en núcleos de formación en lengua propia, en lenguas extranjeras y en la semiótica.

[...] se desarrollarán competencias lingüísticas y comunicativas junto a un sentido de responsabilidad cultural frente a la apropiación crítica de los medios de comunicación y el estudio de sus relaciones con el lenguaje y la cultura. (Vicerrectoría Académica, Universidad Pedagógica Nacional, 1999: 31).

El *Ambiente de Formación Pedagógico y Didáctico* busca lineamientos de la formación de estos conocimientos, tanto de la teoría, como de la práctica. La formación pedagógica y didáctica de los futuros profesores de Biología se basa principalmente en los referentes teóricos trabajados en los *Seminarios de*

Pedagogía y Didáctica (Ciclo de Fundamentación) y en la práctica docente (Ciclo de Profundización). En este Ambiente se abordan los siguientes aspectos:

- Organización y secuenciación de los contenidos y metodologías formativas de los cursos de Pedagogía y Didáctica que se desarrollan al interior del PCLB.
- Definición de orientaciones tendientes a la integración entre los diferentes cursos del Ambiente, y de estos con los otros tres Ambientes de Formación.
- Discusión y reflexión sobre la epistemología de la Pedagogía y la Didáctica.
- Reflexión del trabajo en el aula, asumiéndola como un sistema complejo.
- Problematización de paradigmas “modernos”, y la discusión de los paradigmas alternativos frente al conocimiento y la educación.
- Establecimiento de relaciones entre la investigación y la formación pedagógica y didácticamente. Más concretamente, en el contexto de la Práctica Docente.
- La Práctica Docente como reflexión.
- Desarrollo humano, desde una perspectiva amplia y compleja.
- Establecimiento de relaciones teoría-práctica.
- La perspectiva del “contexto” en la conceptualización de la pedagogía (Leudo y Martínez, 2003).

Este Ambiente de Formación está estructurado en el *Ciclo de Fundamentación* por los Seminarios de Pedagogía y Didáctica y por la Práctica Pedagógica Integral, entendida esta, como las aproximaciones a las realidades educativas y de la enseñanza de las Ciencias y de la Biología.

Los Seminarios de este Ambiente de Formación son: Introducción a la Docencia (primer semestre), Desarrollo Cognitivo y Aprendizaje (segundo semestre), Economía y Políticas Educativas (segundo semestre), Corrientes Pedagógicas (tercer semestre), Enseñanza de la Biología en Colombia (cuarto semestre), Pedagogía y Didáctica I (quinto semestre), Política y legislación educativa en Colombia (quinto semestre), Pedagogía y Didáctica II (sexto semestre), Factores de Aprendizaje (sexto semestre). Además de estos

Seminarios, en séptimo semestre (Ciclo de Profundización) se imparte el de Gestión Educativa (Departamento de Biología, 1999).

Respecto a la Práctica Pedagógica Integral, se pretende que los estudiantes, desde el primer semestre, se acerquen al conocimiento de lo educativo, y de situaciones escolares actuales de diferentes instituciones con el fin de “reafirmar, abandonar, o transformar aquellas creencias y convicciones que trae consigo” (Leudo y Martínez, 2003). Dichas actividades están en relación directa tanto con los contenidos teóricos de los respectivos Seminarios de Pedagogía y Didáctica, como con los NIPs del correspondiente Eje Curricular.

En el *Ciclo de Profundización* se pretende que los estudiantes realicen la Práctica Docente, la cual está organizada en dos niveles. En el primero, a partir de la observación, realizan la caracterización de la población y de la institución, identifican un problema, y formulan un proyecto pedagógico. En el segundo nivel, desarrollan el proyecto pedagógico.

Aspectos y espacios organizativos

En las diversas actividades del PCLB se utilizan los siguientes espacios:

- De los formadores:
 - Seminario permanente de docentes.
 - Grupos de trabajo.
 - Grupo de investigación evaluativa del PCLB.
 - Reunión de coordinadores de Ambientes de Formación.
 - Reunión del Ambiente de Formación Pedagógico y Didáctico.
 - Reunión del Ambiente de Formación Disciplinar.
 - Reunión del Ambiente de Formación Humanístico.
 - Reunión del Ambiente de Formación Comunicativo.
 - Reuniones de las Líneas de investigación.
- De cada uno de los *Ejes Curriculares* (participación de formadores y futuros profesores):

- Seminario interdisciplinario de docentes.
- Clases.
- Tutorías.
- Plenarias.

El *Seminario Permanente de Docentes* se realiza semanalmente y tiene como fin la discusión en torno de la evolución del Proyecto Curricular, la definición de los núcleos integradores de problemas, los avances de los diferentes Ambientes de Formación y de cada uno de los Ejes Curriculares. Además, la fundamentación teórica relacionada con elementos conceptuales propios del proyecto, tales como la complejidad, el desarrollo humano integral, la resolución de problemas, etc. En este Seminario participan la mayoría de formadores vinculados al Proyecto Curricular (excepto aquellos profesores que están contratados por horas). Además de las sesiones semanales, semestralmente se realizan encuentros intensivos de uno o dos días. El *grupo de investigación evaluativa* está conformado por docentes investigadores, el jefe del Departamento y dos estudiantes monitores del PCLB.

El equipo del *Ambiente de Formación Pedagógico y Didáctico* está conformado por el coordinador del Ambiente, los formadores que dirigen práctica docente a grupos de estudiantes (cada profesor pertenece a una Línea de Investigación del Departamento), los profesores de los Seminarios del *Ambiente de Formación de Pedagogía y Didáctica*, y un estudiante monitor. Este equipo reflexiona acerca del desarrollo de las prácticas de los estudiantes y su relación con la fundamentación teórica en los Seminarios de Pedagogía y Didáctica, establece los lineamientos de la práctica, y la estructuración curricular de los Seminarios. Dado que el Proyecto Curricular es asumido como un proyecto de investigación que se autorregula, a partir de los desarrollos del Ambiente de Formación, continuamente se replantean aspectos tanto de carácter adjetivo como sustantivo. Además, al interior del Ambiente se desarrollan proyectos de investigación⁵ en el ámbito del PCLB.

⁵ Por ejemplo, “*Caracterización de los estudiantes del Departamento de Biología*” (año 1998), “*Estudio de las condiciones de autonomía de los estudiantes del Departamento de Biología*”

Al interior de los diferentes *Ejes Curriculares* se realiza quincenalmente el *Seminario Interdisciplinario de los docentes* responsables de los diferentes componentes. En él, se definen las propuestas para la formulación de los núcleos integradores de problema, se hace una continua autoevaluación de los procesos formativos y se toman decisiones en relación con la metodología de trabajo, la organización de espacios, el calendario, la evaluación, etc. En dicho espacio, también participa un representante de los estudiantes-profesores del respectivo semestre.

En cada uno de los *Ejes Curriculares*, existen principalmente tres espacios de interacción entre formadores y futuros profesores: clases, tutorías y plenarias. Las *clases* corresponden a los Componentes de cada uno de los ambientes de formación, generalmente están enfocadas a brindar elementos conceptuales para la resolución de los *Núcleos Integradores de Problemas*. En las *tutorías* los formadores realizan las asesorías a los estudiantes en los aspectos específicos de cada componente, o en los aspectos relacionados con la actividad de integración (relacionados con los NIPs). Las *plenarias* se realizan quincenalmente, tienen una duración de dos horas, y en ellas participan todos los formadores y estudiantes del *Eje Curricular*. Es un espacio de debate y reflexión no solamente de aspectos relacionados con el trabajo de semestre y el PCLB, además se discuten aspectos relativos con las relaciones humanas, la universidad, el país, etc. Las actividades de este espacio son diversas (mesas redondas, discusión de documentos, conferencias, cineforos, etc).

2.4. El Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas

La información que se presenta en este y el siguiente apartado corresponde tanto a lo establecido en los lineamientos del Proyecto Curricular, como a los acuerdos y decisiones tomadas al interior del *Eje Curricular*, concretamente

(años 2002 y 2003). “*Estudio de las interacciones en el aula de los espacios del Ambiente de Formación Pedagógico y Didáctico en el Departamento de Biología*” (2004)

durante su desarrollo en el primer semestre de 2004 (periodo en el que se tomaron los datos de la presente investigación).

Tal y como se establece en el documento marco del PCLB, este *Eje Curricular* pretende “ubicar a los estudiantes en el contexto de la autorregulación de los organismos y de las organizaciones sociales, con particular atención a las educativas” (Departamento de Biología, Universidad Pedagógica Nacional, 1999: 79). Como marco referencial teórico fundamental se trabaja con los futuros docentes durante las primeras semanas del semestre la Teoría General de los Sistemas, lo que implica abordar tópicos como los sistemas, la autoorganización, y la autorregulación.

El *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas* se imparte en quinto semestre del PCLB y está constituido por los siguientes componentes académicos:

- *Seminario de Pedagogía y Didáctica I* (3 horas semanales).
- *Componente biológico (Autorregulación y Continuidad)*: 9 horas semanales).
- *Métodos de Investigación en Educación* (2 horas semanales).
- *Política y Legislación Educativa en Colombia* (2 horas semanales).
- *Fisicoquímica* (3 horas semanales).
- *Educación Comunicativa V* (3 horas semanales).

Además, se cuenta con el espacio de las *tutorías* de cada Componente, y la *Plenaria*.

El *componente biológico* se enfoca al análisis de la Fisiología, en la idea de abordar al organismo como un todo, con capacidad de autoorganizarse, autorregularse y automantenerse. Desde la perspectiva de la *fisicoquímica*, se aborda la termodinámica como aspecto clave para la comprensión de los sistemas vivos, además se trabajan los aspectos propios de regulación biológica a nivel bioquímico. En cuanto a lo político, y teniendo en cuenta las intencionalidades y relaciones de poder que se materializan en normas y patrones de acción, en el

componente *Política y Legislación Educativa en Colombia*, se aborda la sociedad como un sistema, y se analiza lo que esto implica frente al desarrollo de autonomía de las personas como sujetos capaces de autoorganizarse en sus proyectos de vida. En el componente *Métodos de Investigación en Educación* se analizan las características de la investigación cuantitativa y cualitativa, sus implicaciones y diferentes modalidades e instrumentos. El Componente de *Educación comunicativa V* se integra con el trabajo del NIP especialmente mediante la revisión de los escritos de los futuros profesores acerca de la propuesta de Unidad Didáctica. En cuanto al *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*, teniendo en cuenta que los datos de la presente investigación fueron tomados durante el desarrollo de este componente, más adelante se describirán sus características.

El NIP trabajado se concreta en la pregunta problema: *¿Por qué se puede pensar que en el mundo hay sistemas?*⁶, que persigue contribuir a la construcción de sentidos de los estudiantes-profesores en las dimensiones científica, humanística, investigadora, pedagógica y didáctica de su formación. En cada uno de los componentes se aportan elementos para trabajar el NIP.

Como actividad complementaria e integradora de los diferentes componentes del *Eje Curricular*, los estudiantes diseñan una *unidad didáctica* para la enseñanza de un tópico específico de Fisiología, desde la perspectiva de la autorregulación. Se pretende así, que además del trabajo realizado al interior de cada uno de los componentes, la actividad del diseño de la *unidad didáctica*, también aporte elementos para la resolución de los problemas asociados al NIP.

Para el caso concreto del diseño de la *unidad didáctica*, en el grupo de estudiantes que constituyó la muestra de la presente investigación, la actividad fue orientada fundamentalmente desde el *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*. Sin embargo, no constituyó un trabajo exclusivo de este componente, por el

⁶ Este NIP fue propuesto a partir de las discusiones en el Seminario Interdisciplinario de docentes del *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas*, realizado el 5 de febrero de 2004, en el cual participaron los formadores responsables de los diferentes componentes del semestre. Posteriormente la propuesta fue discutida con los estudiantes.

contrario, los formadores de los otros componentes trabajaron coordinadamente y orientaron a los futuros profesores⁷. Los formadores discutieron al interior del *Seminario Interdisciplinario de Docentes*, acerca de: la pertinencia de los temas de las *unidades didácticas* propuestas (de acuerdo con el nivel educativo al que están dirigidos, las características de los alumnos, etc.), la evolución de las mismas, el aporte de dicho trabajo en la resolución de los problemas asociados al *NIP*, las relaciones entre el trabajo desarrollado al interior de cada componente con el diseño de las *unidades didácticas*, la coherencia y consistencia de las propuestas, las transformaciones didácticas implicadas, la selección de contenidos, los aspectos epistemológicos, la formulación de objetivos, el proceso escritural de los estudiantes-profesores, etc. Además, trazaron los lineamientos de evaluación de la actividad, y otros de orden organizativo.

2.5. El Seminario de Pedagogía y Didáctica I

En este Seminario se pretende:

- Reflexionar acerca del estatus epistemológico de la Pedagogía, la Didáctica de las Ciencias Experimentales, la Biología y sus relaciones entre sí.
- Reflexionar sobre el papel del docente como profesional creativo.
- Desarrollar capacidad argumentativa en los estudiantes-profesores en torno a la caracterización del aula como un sistema complejo.
- Incentivar la acción docente en la enseñanza de la Biología.
- Involucrar a los futuros profesores en la investigación de problemas de la enseñanza-aprendizaje de la Biología, concretamente, a través de la elaboración de una propuesta de unidad didáctica (ver Anexo 1).

En el Seminario se abordan temas esenciales para el desempeño profesional del futuro docente, tales como:

⁷ En seis sesiones del Seminario Interdisciplinario de docentes del *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas* se discutieron y tomaron decisiones en torno a las características, desarrollo y evaluación de esta estrategia formativa (reuniones del 19 de febrero, 4, 25 de marzo, 29 de abril, 6 de mayo y 9 de junio de 2004).

- Estatus epistemológico de la Didáctica de las Ciencias Experimentales.
- Epistemología, Historia y Naturaleza de la Ciencia y de la Biología.
- Características del proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias.
- Elementos de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales y de la Biología: los tipos de contenidos, las características de los contenidos y de las actividades de enseñanza, la selección de contenidos, los referentes epistemológicos, las representaciones de los alumnos, el rol del profesor, el aprendizaje como reestructuración de las representaciones, el trabajo práctico, la evaluación.
- Modelos didácticos.
- Características de una unidad didáctica (ver Anexo 1).

El enfoque del Seminario es teórico-práctico, y buena parte de su desarrollo implica el proceso de formulación de unidades didácticas sobre tópicos relacionados con la enseñanza de la Fisiología, pretendiendo hacerlo desde la perspectiva de la resolución de problemas como investigación orientada. Teniendo presente que la elaboración de propuestas de unidades didácticas por parte de los estudiantes constituyó una estrategia central tanto en el desarrollo del Seminario como del Eje Curricular, a continuación se presentan los principales aspectos de dicha actividad.

Las propuestas de las unidades didácticas fueron realizadas entre la semana 8 y 16 del semestre académico, en grupos de trabajo conformados por entre dos y cinco estudiantes. El marco teórico para tal fin fue trabajado fundamentalmente en el *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*. No obstante, en los otros componentes, especialmente en el biológico, también se abordó esta actividad.

Para la elaboración de las propuestas de Unidades Didácticas se siguió el siguiente procedimiento:

- Selección del tema.
- Revisión bibliográfica acerca de los aspectos epistemológicos, históricos y biológicos del tema (utilizando tanto libros de texto como revistas

especializadas de las áreas de Biología, Pedagogía, y Enseñanza de las Ciencias y de la Biología. También se consultaron libros de texto escolares).

- Formulación de objetivos.
- Selección de contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales).
- Organización y secuenciación de contenidos (establecimiento de relación entre los conceptos involucrados).
- Selección de estrategias metodológicas y actividades para la enseñanza de los contenidos (incluida la evaluación de los aprendizajes).
- Organización y secuenciación de estrategias metodológicas y actividades para la enseñanza de los contenidos.
- Elaboración de informe.
- Sustentación de la propuesta, ante el equipo de futuros profesores y formadores del Eje Curricular.

Dicho proceso de elaboración de la propuesta fue asesorado constantemente por los formadores de todos los componentes, tanto en el espacio de las clases, como en tutorías, y plenarias, y en especial en el *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*. Esta actividad formativa tuvo una duración de nueve semanas, periodo en el que los tutores, además de hacer las asesorías particulares a cada grupo de trabajo, abordaron la respectiva fundamentación teórica, suministrando material bibliográfico de apoyo. Cabe anotar que los dos formadores del componente biológico (Fisiología animal y Fisiología vegetal) profundizaron los conceptos fundamentales referentes a las unidades didácticas. En el Anexo 1 se presentan los títulos de las Unidades Didácticas propuestas por los siete grupos de futuros profesores, los cuales estaban conformados por entre dos y cinco estudiantes.

3. PROBLEMAS Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

En la formación inicial del profesorado, el conocimiento disciplinar es condición *sine quanun* en el aprendizaje profesional docente. En el primer capítulo se hizo referencia a la relevancia de conocer la estructura sustantiva, la

estructura sintáctica, la naturaleza y los contenidos de la disciplina que se enseña, para la construcción del Conocimiento Profesional del profesor (Shulman a,b, 1986; Grossman, 1990; Marcelo, 1999, 2002; Gess-Newsome, 1999b; Porlán, 2003). De igual manera, al hacer referencia al Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico, se puso de manifiesto que el profesor de Biología debe contar con un conocimiento específico en el que confluyen, se transforman y se integran saberes de diferentes fuentes, y que finalmente se traduce en la capacidad del profesor para dirigir procesos tendientes a reestructurar e integrar los conocimientos y concepciones de los alumnos con el conocimiento biológico, y otros conocimientos de tipo académico, para construir la Biología Escolar. Es decir, el profesor de Biología debe poseer un Conocimiento Profesional particular que lo faculte para hacer posible la transformación didáctica del conocimiento biológico y otros conocimientos.

En la construcción del Conocimiento Profesional del profesor de Biología, se requiere indagar y hacer explícitas las concepciones sobre los diferentes componentes y características del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB).

En consecuencia, conocer y analizar estas concepciones de los docentes, constituye un importante reto y problema de investigación en el ámbito de la formación del profesorado. De hecho, tal y como se mostró en el primer capítulo, y en los antecedentes de la investigación, la mayoría de estudios se enfocan a analizar los componentes académicos del Conocimiento Profesional, y para el caso del profesor de Biología, se hace énfasis en los conocimientos disciplinar (en este caso, el biológico), y pedagógico. Se hace necesario entonces desarrollar investigaciones sobre las concepciones de los profesores (tanto en activo como en formación inicial) sobre el CDCB.

De igual manera, para el caso concreto de la formación de profesores de Biología, se requiere formular una hipótesis de progresión referente a las características y componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico.

Tomando en cuenta todos los elementos antes expuestos y las particularidades del contexto del presente estudio (presentadas en el apartado 3. de este capítulo), **los problemas de investigación** se pueden concretar en las siguientes preguntas:

1. En el caso específico del Conocimiento Profesional del profesor de Biología, ¿cuáles son las concepciones de los futuros docentes, al iniciar y finalizar el proceso formativo en el Seminario de Pedagogía y Didáctica I, acerca del Conocimiento Biológico y del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico?
2. Tras el proceso formativo en el Seminario de Pedagogía y Didáctica I, ¿qué cambios ocurren en las concepciones de los futuros docentes acerca del Conocimiento Biológico y del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico?

En consecuencia, con esta investigación se pretenden los siguientes **objetivos**:

1. Caracterizar las concepciones de los futuros docentes, sobre el Conocimiento Biológico y el Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico, al iniciar y finalizar el proceso formativo en el *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*.
2. Describir y analizar los cambios en las concepciones de los futuros docentes al finalizar el proceso formativo del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*.

Cabe resaltar que el alcance de esta investigación trasciende los objetivos antes formulados, dado que como continuación del estudio acá presentado se analizarán las observaciones las dieciséis sesiones correspondientes al proceso formativo en el ámbito del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I* (las cuales ya han sido transcritas en su totalidad a partir de vídeo-grabaciones). Esto, implica analizar la incidencia del proceso formativo en el aprendizaje profesional de los futuros profesores de Biología en relación con el Conocimiento Profesional del profesor de Biología, y con el Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico.

De otra parte, será posible analizar las dificultades, potencialidades y ventajas que ofrece el desarrollo del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I* (concretamente en lo que tiene que ver con la estrategia de formulación de unidades didácticas por parte de los estudiantes-profesores), en la formación de los futuros docentes.

4. METODOLOGÍA

El presente estudio corresponde a la investigación de perspectiva cualitativa, la cual según diferentes autores (Taylor y Bogdan, 1986; Pérez-Serrano, 1994a, 1994b; Rodríguez-Gómez, Gil-Flores, y García-Jiménez, 1999; Carrasco y Caldero, 2000; Sandín, 2003; Flick, 2004) se caracteriza principalmente porque:

- Su objetivo es la comprensión de los fenómenos sociales a profundidad con base en la indagación de hechos.
- Tiene un carácter interpretativo, constructivista y naturalista.
- Intenta acercarse al máximo a los sujetos observados, buscando una “inmersión” en las situaciones.
- No demanda necesariamente una cantidad tal de sujetos para justificar una muestra estadísticamente representativa y obtener resultados generalizables.
- El investigador no asume un rol impersonal.
- Intenta, en vez de predecir, comprender los sujetos de investigación dentro del marco de referencia en ellos mismos.
- Se basa fundamentalmente en la observación de las personas en su ambiente natural (en este caso en el aula de clase).
- Describe e interpreta los fenómenos educativos como parte de los fenómenos sociales.
- Estudia significados de acciones humanas desde la perspectiva de los propios interesados.
- No busca la generalización sino estudiar singularidades en profundidad.
- Intenta estudiar los sujetos como un todo en el contexto de su pasado y de las situaciones en las que se hallan.

- Fundamentalmente es de carácter inductivo.
- Utiliza diversidad de métodos abiertos acordes con la complejidad de los problemas de los sujetos de estudio.
- Generalmente no utiliza instrumentos estandarizados.
- La validación de los resultados se hace con referencia a los sujetos de estudio.
- Los sujetos de investigación no son reducidos a variables. Se pretende una visión holística.
- Toma en cuenta las subjetividades del investigador y de los sujetos de estudio.
- Es genuina en los métodos (redefine y reelabora tanto instrumentos como categorías de análisis según necesidades del estudio y demandas de la realidad).
- Intenta describir e interpretar las situaciones, significados, intenciones, creencias, motivaciones, expectativas y otras características que no son observables directamente ni son susceptibles de experimentación o cuantificación .

El enfoque de la presente investigación cualitativa se considera interpretativo. Como lo señalan Buendía *et al* (1999), los estudios interpretativos se hacen a partir de los puntos de vista de las personas involucradas en la situación educativa, los cuales se encuentran en un contexto social particular que influencia la conducta humana. La finalidad de este tipo de investigaciones, es principalmente la comprensión de cómo los actores (los cuales son únicos y se ven movidos por intencionalidades, motivaciones, creencias, sentimientos, experiencias particulares) del escenario de investigación experimentan, perciben e interpretan su realidad. Según los citados autores, otra característica de las investigaciones de enfoque interpretativo es que la toma de datos ocurre en un ambiente natural y busca auscultar, “hasta desvelar el significado oculto” (Buendía *et al*,1999: 35).

La investigación se desarrolló en las siguientes etapas:

- Etapa I: Definición de los problemas y de los objetivos de la investigación.
- Etapa II: Establecimiento del sistema de categorías.
- Etapa III: Obtención de información.
- Etapa IV: Sistematización y reestructuración del sistema de categorías.
- Etapa V: Análisis e interpretación de datos.

En la Figura 2.7. se representa la secuencia del estudio y su relación con la perspectiva, método, técnicas e instrumentos de investigación.

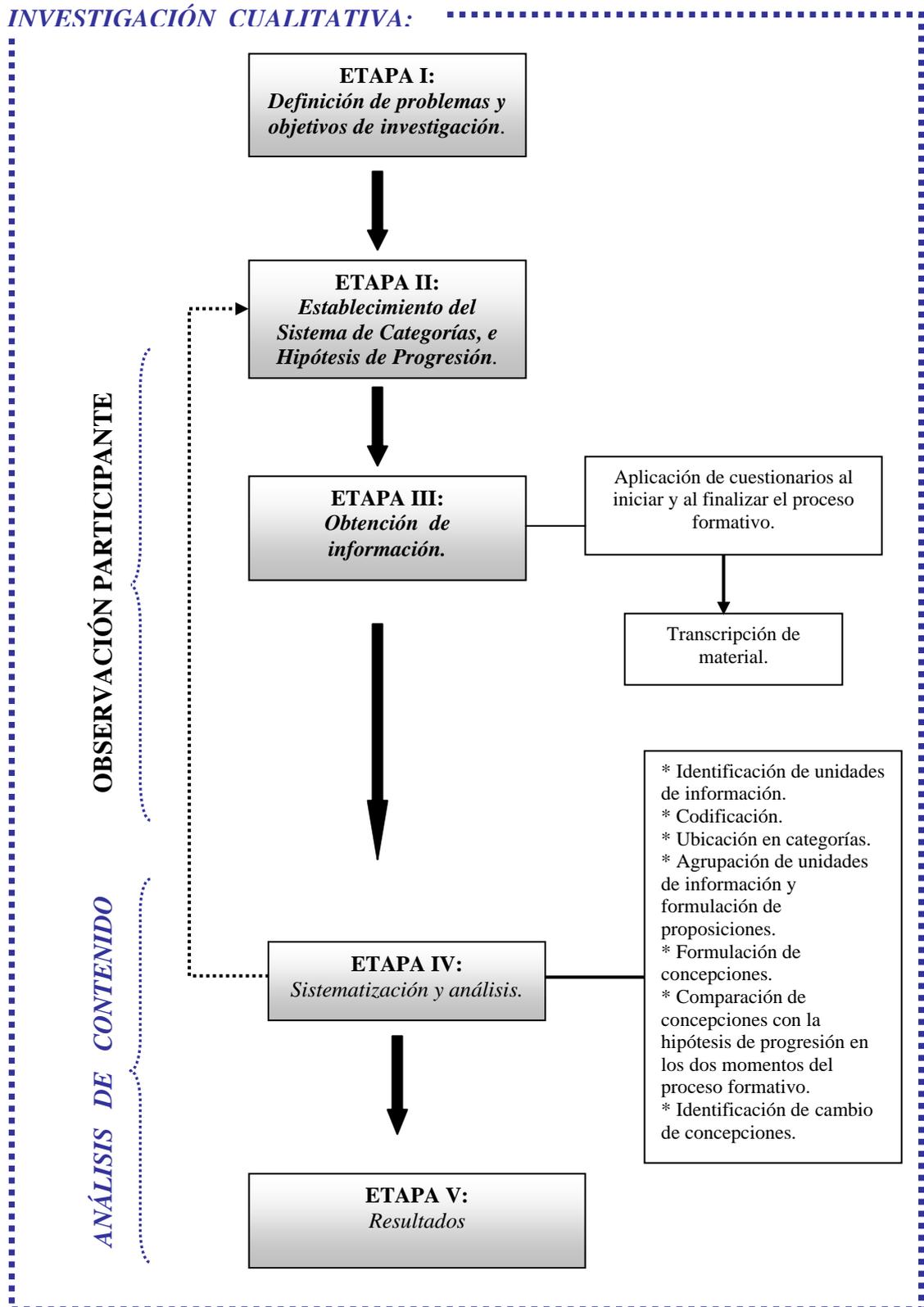


Figura 2.7. Etapas del estudio. Relación con la perspectiva, método, técnicas e instrumentos de investigación

4.1. Sistema de categorías e hipótesis de progresión

Con base en la revisión bibliográfica y el proceso de sistematización de datos, se propusieron las siguientes categorías y subcategorías de investigación (ver Tabla 2.3.).

Tabla 2.3. *Categorías y subcategorías de investigación para el estudio de las concepciones de los futuros profesores de Biología*

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS
1. Conocimiento Biológico	1.1. Características del Conocimiento Biológico
	1.2. Producción del Conocimiento Biológico
	1.3. Finalidades del Conocimiento Biológico
	1.4. Principales contenidos del Conocimiento Biológico
2. Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB)	2.1. Componentes del CDCB
	2.2. Finalidades de la enseñanza de la Biología
	2.3. Enseñanza de la Biología
	2.4. Conocimiento Biológico Escolar
	2.5. Aprendizaje de la Biología
	2.6. Evaluación de los aprendizajes de la Biología

Según el enfoque del Proyecto Curricular *Investigación y Renovación Escolar (IRES)*, no basta con identificar los componentes del Conocimiento Profesional, sino que además es necesario formular *hipótesis de progresión* que posibiliten, desde una perspectiva evolutiva, asumir el conocimiento como una transformación formativa. En esa idea, las hipótesis de progresión permiten reestructurar, de forma progresivamente compleja, el conocimiento que de hecho tengan los profesores hacia un Conocimiento Profesional deseable.

Las hipótesis de progresión se concretan en la formulación de diferentes niveles de complejidad, desde unos más simples, o de partida (que generalmente se corresponden con el conocimiento mayoritario entre los profesores), hasta unos más complejos que corresponden con el conocimiento deseable. La hipótesis de

progresión se entiende así, como el marco de referencia para el formador. Todo ello, no implica que los futuros profesores tengan que recorrer y superar un itinerario lineal para alcanzar el conocimiento deseable. Esta perspectiva permite además:

- Detectar dificultades y obstáculos en los estudiantes.
- Evidenciar la diversidad de concepciones.
- Asumir la formación de profesores y el Conocimiento Profesional como un proceso dinámico y cambiante.

Tomando como base la revisión teórica, para cada una de las subcategorías de investigación, se formuló una hipótesis de progresión mediante el establecimiento de dos niveles de complejidad: el equivalente al nivel inicial y el correspondiente al nivel de referencia, de acuerdo con el progresivo grado de complejidad. Así, el nivel inicial equivale a un conocimiento más simple y que se espera coincida con el nivel correspondiente a visiones tradicionales del conocimiento de los futuros profesores. Mientras que el nivel de referencia corresponde al Conocimiento Profesional deseable.

Hipótesis de progresión sobre el Conocimiento Biológico

Esta categoría, hace referencia a aquello que permite diferenciar al conocimiento disciplinar particular de la Biología, del conocimiento de otras ciencias. Como se ha manifestado anteriormente, este tipo de conocimiento es fundamental en la construcción del Conocimiento Profesional docente, y hace referencia a la estructura sintáctica (naturaleza: características generales y forma de producción), las finalidades, y la estructura sustantiva (organización de los contenidos biológicos). En lo que sigue, se presenta la hipótesis de progresión de las cuatro subcategorías (Tabla 2.4).

Tabla 2.4. Hipótesis de Progresión acerca del Conocimiento Biológico

SUBCATEGORÍA	NIVEL INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
1.1. Características del Conocimiento Biológico	<i>Enfoque fiscalista:</i> Énfasis en estudio analítico de características de la vida. Se produce observando y experimentando. Ausencia de un estatus epistemológico propio.	<i>Enfoque sistémico y complejo:</i> Énfasis en estudio de las relaciones que hacen posible lo vivo. Las leyes no son preponderantes para producir las teorías. Se produce: experimentalmente, o mediante enfoque histórico-narrativo. Es epistemológicamente diferenciado.
1.2. Producción del Conocimiento Biológico	<i>Visión empírico-positivista:</i> El Conocimiento Biológico es producido por los investigadores, directamente a partir de la observación, la experimentación, y/o la implementación del método científico.	<i>Visión alternativa:</i> El Conocimiento Biológico es producido mediante validación por la comunidad científica, como un proceso histórico y cambiante, utilizando metodologías diversas. Para formular teorías no siempre se requiere de experimentos, y son fundamentales los conceptos.
1.3. Finalidades del Conocimiento Biológico	<i>Visión naturalista:</i> La finalidad de la Biología es producir conocimientos generales o muy específicos (no fundamentales) de la vida.	<i>Visión integradora:</i> La finalidad de la Biología es producir: conocimientos, de lo vivo, tanto fundamentales como aplicados (de impacto en la sociedad); y procedimientos para el desarrollo de esta ciencia. Además promover el desarrollo de actitudes favorables para el conocimiento, conservación y uso sostenible de los recursos naturales.
1.4. Principales contenidos del Conocimiento Biológico	<i>Enfoque aditivo simplista:</i> Los principales contenidos de la Biología son diversos conceptos de la vida y la naturaleza y/o variados campos de la Biología.	<i>Enfoque estructural sistémico:</i> Los principales contenidos de la Biología son: - conceptos estructurantes de lo vivo (especialmente desde la perspectiva sistémica). - procedimientos y actitudes para el conocimiento, conservación y uso sostenible de lo vivo. - aspectos históricos y epistemológicos de la Biología.

1.1. Hipótesis de progresión sobre las características del Conocimiento Biológico

Esta subcategoría se refiere a la naturaleza del conocimiento biológico, es decir, a aquellas características que diferencian a este conocimiento de otros tipos

de conocimiento correspondientes a diversas Ciencias.

A partir de la revisión bibliográfica (Blandino, 1964; Canguilhem, 1976; Monod, 1985; Maynard, 1987; Valencia, 1989; Jiménez y Sanmartí, 1997; García, 1998a; Mayr, 1998, 2006; Capra, 2000; Wandersee, Fischer, y Moody, 2000; Valencia *et al*, 2001; Varela, 2002; Jiménez, 2003) se proponen los siguientes niveles en la hipótesis de progresión.

En el *nivel inicial* de la hipótesis de progresión, el Conocimiento Biológico corresponde a generalizaciones fundamentalmente acerca de la composición, la estructura, el funcionamiento y la clasificación de la vida, esto principalmente desde la perspectiva fisicoquímica. Dichas generalizaciones se reflejan en leyes y teorías expresadas en formulaciones matemáticas. Se hace énfasis en el abordaje del estudio de la vida, principalmente de manera analítica, ya sea mediante la observación o la experimentación, predominando el estudio de los elementos de una manera aislada, lo cual concuerda con una visión mecanicista de la Biología. En consecuencia, los principales referentes de estudio de este conocimiento son la Anatomía y la Taxonomía. En relación con su estatus epistemológico, no hay una identidad propia en el sentido que se le ve como una “ciencia auxiliar” la cual depende totalmente de ciencias como la Física y la Química. La vida es entendida desde la exactitud, desde una mirada fisicalista⁸.

En contraste, en el *nivel de referencia* se le asigna al Conocimiento Biológico un estatus epistemológico diferenciado, dado fundamentalmente por las características sistémicas propias de lo vivo en lo que tiene que ver con su objeto de estudio, e igualmente con especificidades propias en la manera como se produce. A la vez que la Biología tiene una autonomía como ciencia, su conocimiento es interdisciplinario y aplicable (principalmente en las áreas de la salud, y lo ambiental).

Desde la perspectiva del nivel de referencia, dicho conocimiento no es exacto, sino por el contrario, relativo, diverso, multicausal, individual y particular,

⁸ Este término es utilizado en el libro de Mayr (2006), y hace referencia a las Ciencias desde la perspectiva galiléica.

dadas las especificidades (prácticamente irrepetibles), cambios y variaciones (tanto individuales como generacionales) que ocurre en los seres vivos y de los fenómenos biológicos. Ello implica que no siempre hay generalizaciones a nivel de leyes, teorías y expresiones matemáticas, dándose en algunos casos las predicciones probabilísticas. En cuanto al énfasis de estudio, se refiere a la forma, los patrones de organización, las interrelaciones, la autoorganización, el automantenimiento, la retroalimentación, el conjunto y las emergencias.

1.2. Hipótesis de progresión sobre la producción del Conocimiento Biológico

Esta subcategoría de investigación tiene relación con aquellas particularidades referentes a la forma de producir el Conocimiento Biológico, igualmente hace referencia a las personas que lo producen. Es decir se podría relacionar con la estructura sintáctica del conocimiento disciplinar biológico.

Teniendo presentes tanto el marco de referencia teórico como los antecedentes de investigación (Blandino, 1964; Canguilhem, 1976; Monod, 1985; Serrano, 1985; Maynard, 1987; Benson, 1989; Jiménez y Sanmartí, 1997; García, 1998; Mayr, 1998, 2006; Capra, 2000; Wandersee, Fischer, y Moody, 2000; Herrera, Salcedo y Perafán, 2001; Varela, 2002; Jiménez, 2003) se propone una hipótesis de progresión con los siguientes niveles.

El *nivel inicial* de la hipótesis de progresión corresponde con una visión empírico-positivista, al considerar que el Conocimiento Biológico se produce a partir de la observación, o experimentación de los seres vivos, o de los fenómenos biológicos. Desde esta perspectiva, la fuente de conocimiento está en lo observado, es decir en la vida y se trata entonces de hacer una transferencia directa del conocimiento desde el objeto a través de la percepción. Este nivel se corresponde con el nivel inicial de la hipótesis de progresión de la anterior subcategoría en el sentido que se considera que el conocimiento biológico es exacto y se puede alcanzar aplicando metodologías únicas, como es el caso del método científico. De otra parte, en este nivel se considera que una condición para

la producción de Conocimiento Biológico es traducir dicho conocimiento en expresiones matemáticas para poder formular las leyes y las teorías.

En el *nivel de referencia* se tiene en cuenta que dadas las particularidades del objeto de estudio de la Biología, y por ende del Conocimiento Biológico, no se pueden unificar metodologías para su producción. Por ejemplo, al existir especificidades y diferencias entre los organismos, las poblaciones y los fenómenos biológicos, resulta difícil garantizar uniformidad en las réplicas de determinado experimento, con lo cual, las condiciones experimentales presentan inconvenientes. Estas características, de igual forma implican enfoques probabilísticos en la producción del conocimiento. Así pues, existen diferentes metodologías para la producción del conocimiento biológico, en el caso de los fenómenos de causación próxima (como los estudios en Fisiología, Citología, Embriología, etc), se acoge prioritariamente la experimentación (con las consecuentes limitaciones). En los estudios que involucran causaciones remotas (por ejemplo la evolución) principalmente se acude a los métodos comparativos, a la narración histórica.

A diferencia del enfoque fisicalista galiléico de las Ciencias, en la Biología las leyes no tienen un papel preponderante en la producción de las teorías. Así, la mayoría de las teorías biológicas se basan en conceptos.

1.3. Hipótesis de progresión sobre las finalidades del Conocimiento Biológico

En concordancia con las fuentes bibliográficas consultadas (Blandino, 1964; Canguilhem, 1976; Jiménez y Sanmartí, 1997; Mayr, 1998; Capra, 2000; Wandersee, Fischer, y Moody, 2000; Valencia *et al.*, 2001; Varela, 2002; Jiménez, 2003; Hall *et al.*, 2003; Cañal, 2004), para esta subcategoría se proponen dos niveles en la hipótesis de progresión.

El *nivel inicial* hace referencia al propósito que tiene el Conocimiento Biológico en el sentido exclusivo de describir y explicar las características de la

vida, fundamentalmente desde la perspectiva de su composición, estructura y clasificación. Esto desde una perspectiva analítica y naturalista, es decir abordando el estudio de los elementos constituyentes de la vida de una forma inconexa, lo cual significa que no se tiene un referente del todo (como unidad). Desde esta perspectiva la finalidad del conocimiento biológico se refleja en la producción fundamentalmente de conceptos.

Desde el punto de vista del *nivel de referencia*, la finalidad del Conocimiento Biológico no solamente se centra en producir los conceptos fundamentales relacionados con lo vivo, sino que además trasciende aportando elementos de aplicación en diversos campos como son la salud, lo ambiental, la agricultura, etc., lo cual conlleva a tener un impacto en la sociedad, derivando en la producción de técnicas y tecnologías tendientes a mejorar las condiciones de vida del hombre. Además, en lo que atañe a los conceptos básicos, se busca que estos no se limiten a la composición y estructura de los organismos y de los fenómenos biológicos, sino que tengan en cuenta la organización desde un enfoque sistémico. De igual manera, desde esta perspectiva integradora se pretende, además de producir conceptos, producir procedimientos propios de la Biología y actitudes y valores que promuevan el uso sostenible de los recursos.

1.4. Hipótesis de progresión sobre los principales contenidos del Conocimiento Biológico

Esta subcategoría de investigación tiene que ver con los contenidos fundamentales del Conocimiento Biológico, y con la manera como están organizados, es decir, con la estructura sustantiva de la Biología. Esta hipótesis de progresión fue elaborada a partir de la revisión bibliográfica tanto de los referentes teóricos sobre dicho componente del conocimiento profesional (Blandino, 1964; Laborit, 1970; Canguilhem, 1976; Monod, 1985; Maynard, 1987; Jiménez y Sanmartí, 1997; Mayr, 1998; Capra, 2000; Wandersee, Fischer, y Moody, 2000; Varela, 2002; Jiménez, 2003), como de los antecedentes acerca de estudios sobre la estructura sustantiva del conocimiento biológico en

profesores de Biología tanto en ejercicio como en formación inicial (Shulman, 1986; Hashweh, 1987; Hauslein, Good, y Cummins, 1992; Gess-Newsome y Lederman, 1993; Lederman, Gess-Newsome y Latz, 1994; Gess-Newsome y Lederman, 1993).

En el *nivel inicial* se presenta una “visión atomizada” de conceptos biológicos y de campos de la Biología, lo cual implica considerar que los contenidos del Conocimiento Biológico no están organizados de forma coherente ni sistemática sino que se conciben como un cúmulo de conceptos y de ramas de la Biología, a manera de listado simple.

En el *nivel de referencia* se hace énfasis en características fundamentales de lo vivo desde la perspectiva sistémica, lo cual conlleva a identificar conceptos como: la autoorganización, la autorregulación, la unidad como sistema, los patrones de organización, las propiedades emergentes, la autopoiesis, los programas genéticos y la herencia, la biodiversidad, y la evolución, entre otros. También son prioritarios los aspectos históricos y epistemológicos. Desde esta perspectiva, en contraste con la presentada en el nivel inicial, se prioriza en las relaciones, más que en la estructura y la composición. Además, trasciende de lo meramente conceptual a los procedimientos y las actitudes propios de la Biología.

De otra parte, en lo que tiene que ver con la clasificación de campos de la Biología, dada su amplitud, en el nivel de referencia de la hipótesis de progresión, se propone que sea diversa y organizada obedeciendo a diferentes criterios tales como:

- El tipo de causación: ramas de la Biología como la Embriología, la Biología Celular, la Fisiología, etc. que corresponden a causas próximas (en la clasificación de Mayr, 2006, corresponde a la Biología funcional); o bien ramas como la evolución que está relacionada con causas remotas (Biología evolutiva, según la clasificación de Mayr, 2006).
- Los niveles jerárquicos de organización: desde lo molecular hasta lo astrobiológico.

- Las finalidades.
- La forma de producción del conocimiento biológico
- El objeto de estudio.

Como ya se había mencionado en el primer capítulo, incluso la comunidad académica de la Biología, aún no ha unificado criterios, para establecer los campos de esta ciencia.

Hipótesis de progresión sobre el Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico

Teniendo en cuenta que los profesores se identifican por tener además de un Conocimiento Profesional docente general, un Conocimiento Profesional particular relacionado con la enseñanza de una disciplina específica, la presente categoría pretende identificar y describir los principales componentes del CDCB. Esta categoría de investigación se estableció con miras a averiguar las concepciones que tienen los futuros profesores de Biología acerca de ese Conocimiento Profesional que le permite al docente facilitar en sus alumnos el aprendizaje de la Biología. En la Tabla 2.5. se muestran la hipótesis de progresión de las respectivas subcategorías de investigación.

Tabla 2.5. Hipótesis de Progresión acerca del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB)

SUBCATEGORÍA	NIVEL INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
2.1. Componentes del CDCB	<i>Reduccionismo Biológico:</i> Para enseñar Biología basta con saber Biología	<i>Perspectiva integradora:</i> Para enseñar Biología, es necesario un Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico, producido por la integración de conocimientos académicos (Biología, Pedagogía, Didáctica y otros saberes) y experienciales, que posibilite la transformación didáctica para producir Conocimiento Escolar Biológico.
2.2. Finalidades de la enseñanza de la Biología	<i>Perspectiva academicista:</i> El principal propósito de la enseñanza de la Biología es que los alumnos aprendan los contenidos (esencialmente conceptuales) de la Biología.	<i>Perspectiva significativa-sistémica:</i> Los principales propósitos de la enseñanza de la Biología consisten en que los alumnos: -Interrelacionen de manera integral los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales fundamentales de la Biología. -Encuentren aplicabilidad a la Biología en su vida cotidiana y en la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. -Establezcan relaciones CTS.
2.3. Enseñanza de la Biología	<i>Enseñanza como transmisión:</i> La enseñanza de la Biología consiste en la explicación de los contenidos estipulados en los libros de texto y en los programas curriculares.	<i>Enseñanza como construcción:</i> La enseñanza de la Biología consiste en la organización de objetivos y contenidos formativos, y la implementación de actividades orientadas al aprendizaje significativo, al desarrollo metacognitivo y a la construcción de conocimiento escolar. Tiene en cuenta las características del alumno, del conocimiento biológico y del contexto.
2.4. Conocimiento Biológico Escolar	<i>Perspectiva simplificadora del conocimiento científico:</i> El conocimiento de Biología que se enseña en Secundaria resulta de la simplificación del conocimiento que producen los científicos.	<i>Perspectiva integradora-transformadora del conocimiento científico:</i> El conocimiento de Biología que se enseña en Secundaria resulta de la transformación e integración didáctica de los conocimientos científicos, cotidianos, contextuales, y otros. Como consecuencia, se produce el conocimiento escolar.

2.5. Aprendizaje de la Biología.	<i>Aprendizaje directo:</i> Los alumnos aprenden Biología directamente al observar el objeto de aprendizaje o al recibir información.	<i>Aprendizaje constructivo-significativo:</i> Los alumnos aprenden Biología de una forma constructiva y significativa (a partir de la reestructuración de sus concepciones como proceso metacognitivo, idiosincrásico e intrínseco).
SUBCATEGORÍA	NIVEL INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
2.6. Evaluación de los aprendizajes de la Biología.	<i>Evaluación sumativa y de control:</i> La evaluación de los aprendizajes de la Biología es de carácter sumativo y cuantitativo; sin autoevaluación. Tiene modalidad de examen Busca control sobre los alumnos y que ellos reproduzcan la información enseñada.	<i>Evaluación constructiva:</i> La evaluación de los aprendizajes de la Biología es de carácter procesual, continuo, formativo y reflexivo; fundamentalmente cualitativo. Incluye autoevaluación, evaluación de profesor y coevaluación. Principalmente se utiliza como regulación, para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje.

2.1. Hipótesis de Progresión sobre los componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico

Se formuló la hipótesis de progresión correspondiente a esta subcategoría teniendo en cuenta fundamentalmente la revisión bibliográfica hecha en torno a las características del Conocimiento Profesional del profesor (Bromme, 1988; Porlán, 1989; Osborne y Freyberg, 1991; Cosgrove y Osborne, 1991; Pérez-Gómez, 1991; Schollum y Osborne, 1991; Porlán, 1994; Porlán et al, 1996; Porlán, Rivero, Martín del Pozo, 1997; Porlán y Rivero, 1998; Carlsen, 1999; Giordan y Vecchi, 1999; Martín del Pozo y Porlán, 1999; Morine-Dersheimer y Kent, 1999; Sanmartí, 2002; Tardif, 2004) y al Conocimiento Didáctico del Contenido Disciplinar en general y en particular del CDCB (Shulman, 1986a, 1986b; Grossman, 1990; Carlsen, 1991, 1993; Martín del Pozo, 1994; Gess-Newsome y Lederman, 1995; Mellado, 1996, 1998; Gess-Newsome, 1999a; Magnusson, Krajcik y Borko, 1999; Martín del Pozo y Rivero, 2001; Marcelo, 2002; Veal y Kubasko, 2003; y Segall, 2004). Seguidamente se describen los dos niveles formulados.

En la *nivel inicial* se plantea que el Conocimiento Profesional específico

que requiere un profesor de Biología es saber el Conocimiento Biológico únicamente. En esta idea, basta con que el profesor domine académicamente el conocimiento de la Biología para que sea un buen profesor de Biología. Desde esta perspectiva, la organización y secuenciación del currículo obedece única y exclusivamente a la lógica de la Biología. Es decir, se presenta un reduccionismo biológico. No se requiere así, de un conocimiento pedagógico y didáctico, asumiendo entonces que la forma de enseñar (restringida a explicar) obedece solamente a características personales del profesor.

El *nivel de referencia* corresponde a la necesidad de un CDCB, el cual se caracteriza por ser epistemológicamente diferenciado y por hacer posible la transformación didáctica de los contenidos biológicos. Dicho conocimiento está conformado por diversos componentes: contenidos biológicos escolares, estrategias metodológicas para la enseñanza de la Biología, finalidades de la enseñanza de la Biología, ideas de los alumnos acerca de los conceptos biológicos, dificultades en la enseñanza-aprendizaje de la Biología, y evaluación de los aprendizajes de Biología. En este conocimiento confluyen, se transforman, e integran los diversos componentes que hacen posible la construcción del Conocimiento Profesional del profesor de Biología.

2.2. Hipótesis de progresión sobre las finalidades de la enseñanza de la Biología

A partir de la revisión realizada (Coll y Valls, 1992; Pozo, 1992; Sarabia, 1992; Jiménez y Sanmartí, 1997; Pozo y Gómez Crespo, 1997; Sanmartí, 2002; Hall, *et al.*, 2003; Giner y Nistal, 2003; Guerrero, 2003; Jiménez, 2003; Pro, 2003; y Cañal, 2004), acerca de este componente del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico, se formuló la hipótesis de progresión que se presenta a continuación. Cabe aclarar que el material revisado hace referencia a la enseñanza de las Ciencias y de la Biología en Secundaria.

En el *nivel inicial* la finalidad de la enseñanza de la Biología se limita a lograr, en los alumnos, el aprendizaje de los contenidos básicos de la Biología.

Dichos contenidos son fundamentalmente conceptuales y hacen referencia a definiciones y hechos, la mayoría de las veces de una forma inconexa entre unos y otros. Esta finalidad se refiere a preparar a los estudiantes para responder correctamente las evaluaciones.

El *nivel de referencia* tiene que ver con la pretensión de que los alumnos aprendan de manera integrada los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales fundamentales de la Biología. Esto, con el propósito de que le den sentido al mundo de lo vivo y de su entorno, y que, además, puedan aplicar dichos conocimientos de una manera significativa y crítica a su vida cotidiana mediante la valoración, conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos biológicos. Lo anterior conlleva a asumir posiciones críticas de orden bioético ante situaciones de la vida contemporánea tales como la clonación de genes y de organismos, la sobreexplotación de los recursos naturales, el Proyecto Genoma Humano, el tratamiento de enfermedades genéticas, el calentamiento de la tierra, el hambre en el mundo, los organismos modificados genéticamente, entre otros. Todo ello, trasciende lo puramente biológico, y compete de igual manera, a los asuntos sociales, políticos y económicos.

Así pues, se pretende que los alumnos más que dominar gran cantidad de contenidos conceptuales:

- Modifiquen algunas de sus actitudes, con miras a mejorar sus destrezas y estrategias.
- Apliquen los conocimientos a situaciones y problemas reales de su vida.
- Formulen preguntas problema y alternativas para su resolución.
- Describan, interpreten y expliquen de forma coherente objetos, organismos y fenómenos biológicos.
- Desarrollen destrezas en el trabajo experimental.
- Desarrollen actitudes propias del trabajo en ciencias (curiosidad, rigurosidad, sistematicidad, etc), y en Biología.

2.3. Hipótesis de progresión sobre la enseñanza de la Biología

Esta subcategoría se refiere a las actividades y estrategias metodológicas que utiliza el profesor para enseñar la Biología. Es decir, involucra las concepciones que se tengan acerca del proceso de enseñanza. La hipótesis de progresión se formuló a partir de la revisión de teóricos que abordan el proceso de enseñanza-aprendizaje (en especial desde la perspectiva cognitiva y constructivista) en general, y en particular de las ciencias y de la Biología (Giordan, 1978; Coll, 1986, 1988; Pope y Gilbert, 1988; Porlán, 1989; Bell y Freyberg, 1991; Cosgrove y Osborne, 1991; Freyberg y Osborne, 1991; Gil-Pérez, *et al.*, 1991; Pérez-Gómez, 1991; Schollum y Osborne, 1991; Tasker y Freyberg, 1991; Coll y Valls, 1992; Pozo, 1992; Sarabia, 1992; Gil-Pérez, 1991; Bruner, 1997; Jiménez y Sanmartí, 1997; Martín-Martínez, 1997; Pozo y Gómez-Crespo, 1997; Flavell, 1999; Giordan y Vecchi, 1999; Mateos, 2001; Sanmartí, 2002; García-García, 2003).

Según el *nivel inicial* la enseñanza de la Biología consiste en explicar los contenidos biológicos, fundamentalmente los conceptuales, tal y como están establecidos en los libros de texto y en los programas curriculares. Desde esta perspectiva, los protagonistas de la enseñanza son el profesor y los contenidos, por eso todas las decisiones en el aula son tomadas por el docente. La principal estrategia metodológica corresponde a la intervención del profesor suministrando información, en la idea que con la mera explicación es suficiente para que los alumnos aprendan. En consecuencia, no se tienen en cuenta las ideas de los alumnos. Se trata entonces es de “llenar mentes en blanco”. Una secuencia metodológica típica desde esta visión es: explicación del profesor, lectura del texto escolar, preguntas aclaratorias, y evaluación (enfocada principalmente a la repetición por parte de los alumnos, de lo explicado previamente por el profesor). Otra característica de este enfoque metodológico es la utilización de lenguaje especializado por parte del docente (en muchos casos como medio de control).

En el *nivel de referencia* cobran gran importancia los alumnos en la organización y evaluación de los contenidos y las actividades de enseñanza-

aprendizaje. Se persigue un aprendizaje significativo y el desarrollo de capacidades metacognitivas en los alumnos. La metodología de enseñanza contempla muy especialmente las ideas de los alumnos, por ello se realizan actividades para su detección, activación, confrontación y reestructuración. Las actividades de enseñanza son tanto teóricas como prácticas, están interrelacionadas y responden a situaciones motivantes (se hace referencia a la motivación intrínseca), intrigantes, contextualizadas y significativas para los alumnos (cercanas a sus intereses, a su vida cotidiana, y a sus experiencias). Desde esta perspectiva, la enseñanza se encamina a lograr una evolución en los educandos, y se priorizan los procesos cognitivos orientados a los cambios conceptual, procedimental y actitudinal. Así pues, más que enseñar contenidos específicos, se busca el cambio de las estructuras cognitivas.

Otro aspecto por destacar en el nivel de referencia, es que se involucra a los alumnos en los procesos de toma de decisiones. Las estrategias y actividades de enseñanza que se implementan tienen presente, además de las concepciones de los alumnos, su nivel de desarrollo cognitivo, sus intereses, sus experiencias y su contexto sociocultural. Se utiliza un lenguaje que es cercano al de los alumnos, pero a la vez se introducen aspectos propios de las Ciencias y de la Biología, sin llegar a saturar con terminología técnica, ni a expresar formulaciones dogmáticas de la Ciencia.

En general, esta subcategoría de investigación está muy relacionada con las subcategorías *Conocimiento Biológico Escolar*, y *aprendizaje de la Biología*. En consecuencia, varios aspectos a los que se acaba de hacer mención serán retomados más adelante.

2.4. Hipótesis de progresión sobre el Conocimiento Biológico Escolar

Esta subcategoría de investigación hace referencia al tratamiento que hace el profesor de Biología al Conocimiento Biológico, y otros tipos de conocimiento (como el cotidiano del alumno), en relación con su enseñanza-aprendizaje en el

contexto escolar. Ello, demanda abordar el estatus epistemológico fundamentalmente de tres tipos de conocimientos: el biológico (con características científicas), el que poseen los alumnos acerca de la Biología (sus concepciones), y el escolar (el conocimiento que se pretende enseñar). Así, en esta subcategoría se hace referencia a los contenidos biológicos que se enseñan en la escuela a partir de los procesos de transformación, integración y complejización de los conocimientos científico de la Biología y el cotidiano de los alumnos.

Para la formulación de la hipótesis de progresión se tuvo presente la revisión bibliográfica realizada sobre el tema (Gagliardi y Giordan, 1986; Gagliardi, 1988; Bell y Freyberg, 1991; Chevallard, 1991; Freyberg, y Osborne, 1991; Schollum y Osborne, 1991; Gil-Pérez, 1994; Martín del Pozo, 1994; Arnay, 1997; Jiménez y Sanmartí, 1997; Pozo y Gómez-Crespo, 1997; Rodrigo, 1997; García, 1998a, 1998b; 1999; Giordan y Vecchi, 1999; Gallegos, 2002; Ogborn et al., 2002; Sanmartí, 2002; Pro, 2003, Cañal, 2004; y Jouve, 2004).

En el *nivel inicial* se plantea que el conocimiento que se enseña en la escuela es el conocimiento científico simplificado, con lo cual, la transformación que se hace a dicho conocimiento, al ser enseñado a los alumnos, es mínimo. Para seleccionar y organizar la secuencia de contenidos no se tiene en cuenta ni las características históricas y epistemológicas del Conocimiento Biológico, ni las características de los alumnos. Tampoco, las condiciones contextuales de enseñanza-aprendizaje.

En relación con los contenidos que se enseñan, básicamente son los conceptuales fundamentales de la Biología, dados como conceptos inmutables e indiscutibles, con un predominio de definiciones, hechos y leyes. En este sentido, los contenidos que se enseñan están representados por extensos listados temáticos de conceptos, presentados muchas veces de una forma poco estructurada.

Desde la perspectiva del *nivel de referencia*, el Conocimiento Biológico que se enseña y aprende en la escuela, se produce mediante la transformación del conocimiento científico, teniendo en cuenta las características en la producción de

dicho conocimiento (los obstáculos epistemológicos, y los conceptos estructurantes), y las características de los alumnos (edad, sexo, nivel de desarrollo cognitivo, intereses, concepciones, experiencias, origen socioeconómico, contexto cotidiano). Además, se trata de complejizar y enriquecer el conocimiento cotidiano propio de los alumnos, mediante su integración con el Conocimiento Biológico, transformado y, otros tipos de conocimiento, con la consecuente producción de un conocimiento epistemológicamente diferenciado: el Conocimiento Biológico Escolar. Dicha integración tiene carácter sistémico, y se produce alrededor de problemas que involucran situaciones próximas a los intereses de los alumnos. Todo esto, teniendo como marco de referencia los conocimientos metadisciplinarios.

Desde la perspectiva del nivel de referencia, se utilizan estrategias y ayudas tales como los ejemplos, las analogías, los experimentos y el abordaje de problemas cercanos a los intereses, las realidades y las situaciones relevantes para los alumnos. La transformación didáctica supone distinguir entre el pensamiento científico (abstracto, no necesariamente centrado en lo humano), el pensamiento de los alumnos (con limitaciones en la abstracción, frecuentemente egocéntrico, interés según acercamiento a cotidianidad, generalmente simple y pragmático. Para el caso del Conocimiento Biológico: antropomorfismo, preformismo, etc) y el conocimiento escolar.

En lo que concierne a los contenidos de enseñanza, desde el *nivel de referencia* de la transformación didáctica, se incluyen:

- Conceptos específicos de la Biología y los propios de las Ciencias de la Naturaleza.
- Procedimientos: acercamiento al trabajo en ciencia, manejo de instrumentos, normas de seguridad, habilidad manual, resolución de ejercicios numéricos, técnicas experimentales de investigación, formulación de hipótesis, etc.
- Actitudes y valores: principalmente los que tienen que ver con problemas y situaciones ambientales, de salud y alimentación, de utilización y aprovechamiento de los recursos biológicos, de la manipulación de lo vivo,

etc.

2.5. Hipótesis de progresión sobre el aprendizaje de la Biología

Se formuló la hipótesis de progresión de ésta subcategoría de investigación, a partir de la revisión bibliográfica realizada (Coll, 1986; Duckworth, 1988, Posner *et al.*, 1988; Driver, 1989; Cosgrove y Osborne, 1991; Tasker y Freyberg, 1991; Hewson, 1993; Rodrigo, 1994, 1997; Rodrigo, Rodríguez y Marrero, 1994; Bruner, 1997; Pozo y Gómez-Crespo, 1997; García, 1998a, 1999; Driver, Guesne, y Tiberghien, 1999; Flavell, 1999; Giordan y Vecchi, 1999; de Posada, 2000; Fisher y Moody, 2000; Martín, *et al.*, 2000; Martín del Pozo, 2000; Pozo y Sheuer, 2000; Mateos, 2001; Sanmartí, 2002; Schommer-Aikins, 2002), la cual toma en cuenta referentes teóricos sobre las concepciones y sobre el proceso de aprendizaje (fundamentalmente desde la perspectiva de los cambios conceptual, procedimental, y actitudinal).

En el *nivel inicial* se concibe que los alumnos aprenden con el mero hecho de percibir el objeto de aprendizaje, o solamente a partir de la explicación del profesor (siempre y cuando se esté atento). Dicho aprendizaje ocurre de una manera directa, y no median procesos entre lo nuevo y lo que posee el alumno, dado que a éste se le ve como una “tábula rasa”, como una mente vacía a la que se puede llenar. Es decir, se asume que el sujeto no cuenta con ideas, o si las llega a tener, son erróneas.

El *nivel de referencia* implica una fuerte interrelación entre las ideas de los alumnos y su aprendizaje. Así, a partir de la explicitación de las concepciones, de su activación (hacerse conciente de ellas), contrastación y confrontación (poner a prueba frente a las ideas de los compañeros de clase, con las del profesor, con las suyas propias y con los referentes teóricos), se provoca un conflicto cognitivo frente a características de contenidos más próximos al conocimiento científico, esto con miras a generar una reestructuración cognitiva. Estas características corresponden a una perspectiva del aprendizaje como cambio conceptual,

procedimental y de actitudes. Se pretende así, lograr cambios duraderos y significativos (aplicables, útiles, próximos a los intereses, los sentimientos, las experiencias, la vida cotidiana, la idiosincrasia y los problemas de los alumnos), siendo necesario que los nuevos conceptos sean más potentes que las ideas preexistentes de los estudiantes.

Desde esta perspectiva, el aprendizaje es un proceso metacognitivo, idiosincrásico e intrínseco. Por ello, no basta con que el profesor conozca las ideas de los alumnos, sino que es menester que los estudiantes sean concientes de ellas, de sus obstáculos y de su evolución. El aprendizaje demanda motivación por parte de los alumnos (preferiblemente intrínseca), constante autorregulación, autorreflexión, autoevaluación, autosuperación de los obstáculos, protagonismo, y apropiación de los objetivos de formación.

Se asume que las ideas de los alumnos están arraigadas, muchas veces coinciden con las que se presentan en el desarrollo histórico del concepto, y son esencialmente de carácter implícito, funcional, complejo, estructurado y de diversos orígenes.

2.6. Hipótesis de progresión sobre la evaluación de los aprendizajes de la Biología

A partir de la revisión bibliográfica sobre este componente del Conocimiento Didáctico del Contenido (Duckworth, 1988; Guba y Lincoln, 1989; Coll y Martín, 1993; Jorba y Sanmartí, 1997; Pozo y Gómez Crespo, 1997; Porlán y Rivero, 1998; Martín del Pozo, 2000; Reyes, Salcedo y Perafán, 2001; Sanmartí, 2002) se formuló la siguiente hipótesis de progresión. Cabe resaltar que se hace referencia a la evaluación, específicamente de los aprendizajes (en plural dada la diversidad de inteligencias), dado que existen otros tipos de objetos de la evaluación.

El *nivel inicial* considera la evaluación de los aprendizajes como una

actividad que se realiza al final del proceso de enseñanza-aprendizaje y pretende fundamentalmente que los alumnos reproduzcan lo que el profesor les ha explicado. Generalmente es de tipo cuantitativo y no involucra a los estudiantes en procesos de autoevaluación. Por el contrario, el profesor es el único que define los criterios. Se utiliza principalmente con fines de promoción, selectividad y control.

En el *nivel de referencia*, la evaluación se asume como continua a lo largo del proceso formativo, y como parte consustancial de la enseñanza y del aprendizaje, ya que pretende identificar y reflexionar sobre las dificultades y avances en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y en el mismo sentido, busca autorregular dicho proceso para su mejora (en busca de evolución de las ideas de los alumnos). Es fundamentalmente cualitativa, e incluye tanto la autoevaluación de los alumnos, como la evaluación del profesor y la coevaluación de los compañeros.

4.2. Fuentes de información y obtención de datos

En este apartado se relacionan y describen de forma sucinta las fuentes de información y los datos, tanto los obtenidos como los utilizados en la investigación.

Información obtenida en el trabajo de campo de la investigación.

Durante el primer semestre de 2004, se recogió la información de la investigación, a partir de diferentes fuentes:

- Cuestionarios aplicados a los futuros profesores, al iniciar y finalizar el proceso formativo (desarrollo del *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas*, y más concretamente, del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*) para averiguar las concepciones sobre el conocimiento biológico y el Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico.
- Veintisiete entrevistas a diecisiete docentes en formación sobre el

conocimiento biológico y el Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico, y acerca del proceso de diseño de las unidades didácticas.

- Producciones escritas de los estudiantes-profesores: tres guiones, un control de lectura, un diagrama de contenidos de cada unidad didáctica, y siete informes finales (uno por cada unidad didáctica diseñada).
- Registro de observaciones de dieciséis sesiones del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I* (grabaciones en vídeo y en audio, y notas de campo).
- Registro de observaciones de dos sesiones de tutoría de la formadora con grupos de trabajo acerca de la formulación de propuesta de unidades didácticas (grabaciones en audio).
- Registro de observación de una reunión plenaria entre formadores del *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas* y los estudiantes acerca de las propuestas de unidades didáctica (grabación en audio).
- Entrevistas a la formadora en tres momentos (inicio, intermedio y finalización del semestre) acerca de la planificación, desarrollo y evaluación del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*.
- Registro de observaciones de siete reuniones de formadores en *Seminario Interdisciplinario de Docentes del Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas* en las cuales se discutió acerca de la formulación, seguimiento, y evaluación de la estrategia de diseño de unidades didácticas (grabaciones en audio y notas de campo).
- Documentos relacionados con planificación y evaluación del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I* : programa y evaluación de la formadora.

En la Figura 2.8. se muestra el procedimiento que se siguió para el diseño, validación, y aplicación del cuestionario de indagación de las concepciones de los docentes en formación sobre el Conocimiento Biológico, y del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico.

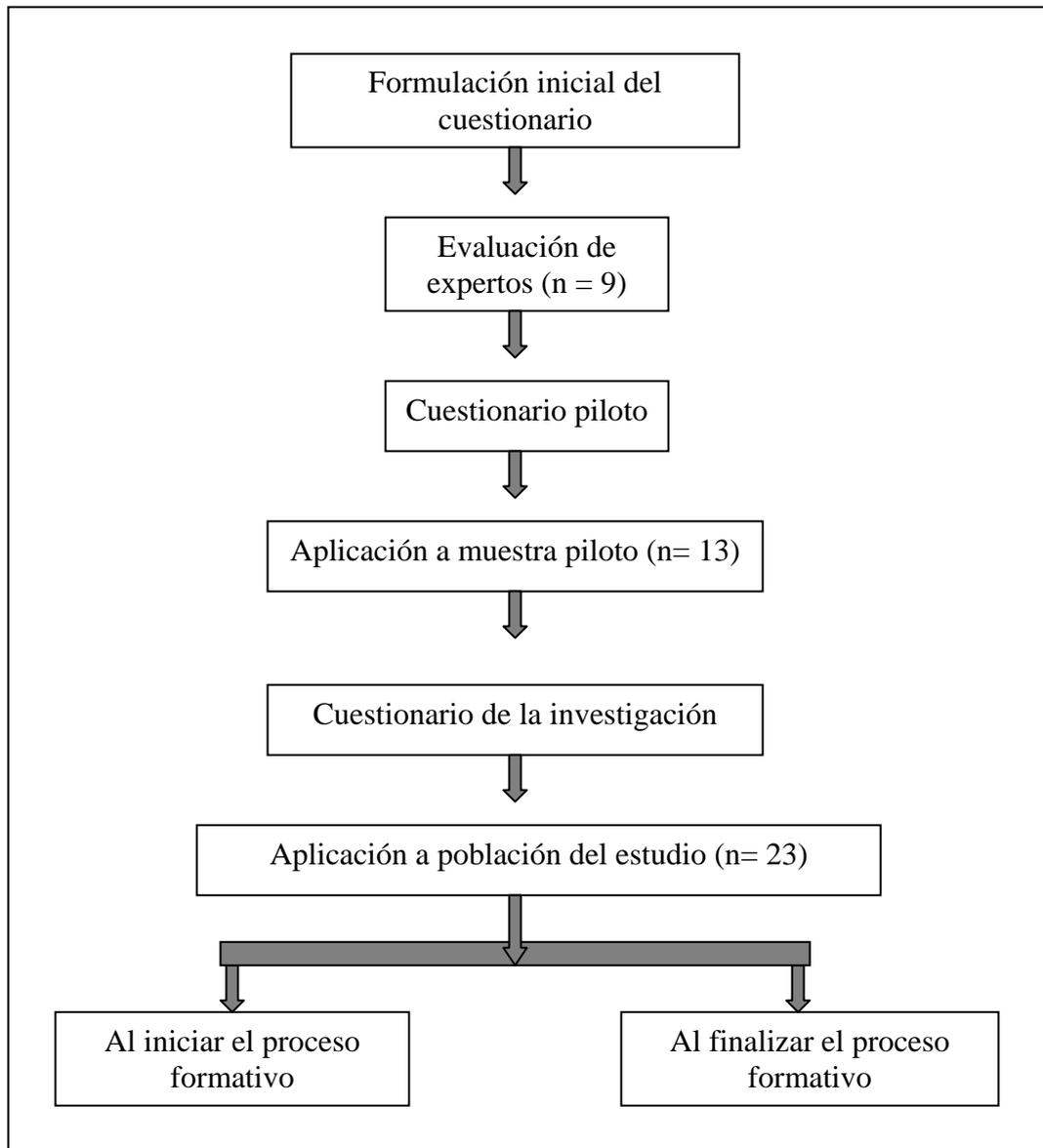


Figura 2.8. *Procedimiento para el diseño, validación, y aplicación del cuestionario de la investigación*

El cuestionario se formuló inicialmente teniendo en cuenta los propósitos de la investigación y la revisión de diferentes fuentes (Canguilhem, 1976;

Shulman, 1986a, 1986b; Bromme, 1988; Löther, y Senglaub, 1989; Porlán, 1989; Chevillard, 1991; Osborne y Freyberg, 1991; Grossman, 1990; Cosgrove y Osborne, 1991; Pérez-Gómez, 1991; Porlán, 1994; Porlán et al, 1996; Jiménez y Sanmartí, 1997; Martín-Martínez, 1997; García, 1998a; Mayr, 1998; Porlán y Rivero, 1998; Tobin, 1998; García, 1999b, Rodríguez-Gómez, Gil, y García-Jiménez, 1999; Banet, 2000; Capra, 2000; García y Cubero, 2000; Pozo, y Gómez-Crespo, 2000; Wandersee, Fischer, y Moody, 2000; Astolfi, 2001; Martín del Pozo y Rivero, 2001; Valencia *et al*, 2001; García-Córdoba, 2002; Fernández, Medina, y Elortegui, 2002; Varela, 2002; Verdú, Martínez-Torregrosa, y Osuna, 2002; Jiménez, 2003; y Solis y Porlán, 2003). Posteriormente, dicho instrumento fue evaluado por dos grupos de formadores, de la siguiente manera:

- Cuatro expertos en Didáctica de las Ciencias Experimentales, todos ellos profesores universitarios españoles, quienes analizaron cada una de las preguntas, en relación con las categorías de investigación. Los investigadores también hicieron aportaciones en cuanto a la redacción y estructuración del instrumento. Para tal fin cumplieron un formato de evaluación (ver Anexo 2).
- Cinco formadores con experiencia de más de diez años en el Departamento de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional (Bogotá, Colombia), quienes conocen las características del *Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología*, y de estudiantes del mismo. Los formadores respondieron las siguientes preguntas: *¿El contenido de las preguntas está al alcance de los estudiantes que inician el quinto semestre⁹?, y ¿ Sugiere algún cambio en el instrumento. En caso afirmativo, cuál o cuáles?*

Una vez realizadas las evaluaciones, se procedió a hacer las respectivas modificaciones, consistentes en: el cambio de redacción de las preguntas 4.4., 4.5., 5., 6., y 8., la modificación del contenido de la pregunta 7, y la incorporación de la pregunta 9.

⁹ Se recuerda que la muestra de estudio está conformada por estudiantes que cursan el *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas* (quinto semestre) del *Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología*.

El instrumento modificado constituyó el cuestionario piloto (ver Anexo 2), el cual fue contestado por trece estudiantes del *Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología*, cinco de los cuales habían cursado semestres inferiores al quinto, y ocho pertenecían a semestres superiores al mismo. Dichos estudiantes tardaron en torno a una hora en responder al cuestionario.

Después del análisis de los cuestionarios piloto, según las respuestas correspondieran o no a la subcategoría de investigación que se pretendía indagar en cada pregunta, y teniendo en cuenta las sugerencias de los trece docentes en formación consignadas en las respuestas a la décima pregunta (ver Anexo 2), se hicieron las modificaciones del caso:

- Reubicación de las preguntas 3., y 8.
- Ampliación de la pregunta 4.7. en incisos a. y b.
- Cambio en el contenido de la pregunta 4.5.
- Elaboración de una nueva pregunta: la 5.
- En algunas preguntas se cambió el vocabulario, utilizando el que es reincidente en los estudiantes que respondieron al cuestionario piloto

Incluidas estas modificaciones quedó estructurado el cuestionario de la investigación (ver Anexo 2), con las siguientes características:

- Se utiliza un lenguaje cotidiano.
- La mayoría de preguntas son indirectas.
- La formulación de las preguntas, busca respuestas abiertas.
- Se preguntan significados, y no a datos, ni definiciones estándar.
- El único recurso comunicativo utilizado es el texto.
- Su estructura obedece a las categorías de investigación (el Conocimiento Biológico, y el Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico).
- Las preguntas hacen referencia a situaciones cercanas a la realidad escolar-profesional de los estudiantes.
- Las preguntas demandan de los estudiantes producciones originales, en vez de repetición de información (tipo académica).

El cuestionario fue aplicado a la muestra de estudio en dos momentos: al iniciar y al finalizar el proceso formativo.

a) En la fase inicial del proceso formativo, al comienzo del desarrollo del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*, en dos sesiones. En la primera las preguntas 1, 2, 3, 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4. Y en la segunda, las preguntas 4.5, 4.6, 4.7, 5, 6, 7, 8 y 9. Esto se hizo en el aula de clase dentro la jornada de estudio en un espacio de tiempo asignado por la formadora. Para tal fin, primeramente el investigador explicó que el cuestionario pretendía averiguar algunas ideas de los estudiantes de ese grupo, respecto a aspectos de la formación profesional relacionada con la enseñanza de las ciencias y de la Biología. Se precisó, que en la investigación además del cuestionario se recogería información durante el todo el proceso a lo largo del semestre. Se resaltó que la información recogida no sería utilizada en ningún momento para efectos de evaluación (calificación) del aprendizaje. Además, se señaló que para mayor confidencialidad en vez de solicitarse el nombre, ellos escribirían un seudónimo. En cada una de las sesiones los estudiantes emplearon en promedio 30 minutos para responder el cuestionario.

b) En la fase final del proceso formativo, tras dieciséis semanas de desarrollo del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*, los futuros profesores respondieron nuevamente el cuestionario. Esto se hizo el día de registro de asignaturas para el siguiente semestre académico, ocurrió en el salón de clase en un ambiente muy informal y no de forma simultánea, a lo largo de una mañana. A medida que los docentes en formación ingresaban al aula se les iba entregando el instrumento, por lo tanto fue imposible calcular el tiempo que invirtieron respondiendo. Algunos estudiantes manifestaron estar de prisa en el momento de responder las preguntas. Como se puede apreciar en el Anexo 2, se modificó la redacción de las preguntas 1., y 3. Así, en el cuestionario que se aplicó al inicio la pregunta 1 se refería a la producción del concepto de especie, mientras que en el que se aplicó al final, se refería a conceptos biológicos en general. Para el caso de la pregunta 3, en el cuestionario que respondieron los estudiantes al iniciar el proceso formativo, se solicitaba “*escribe tres características que sean propias*

del conocimiento de la Biología” lo cual representó dificultad para algunos y hubo necesidad de hacer la aclaración al grupo de estudiantes; por ello fue necesario modificar la redacción de la siguiente manera: “Escribe tres características que sean propias del conocimiento biológico (que lo diferencien del conocimiento de otras ciencias)”

El cuestionario consta de quince preguntas, las cuales están relacionadas directamente con las categorías de investigación, tal y como se especifica en la Tabla 2.6.

Tabla 2.6. *Relación entre las categorías de investigación y las preguntas del cuestionario*

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS	PREGUNTA DEL CUESTIONARIO
1. Conocimiento Biológico	1.1. Características del Conocimiento Biológico	3.
	1.2. Producción del Conocimiento Biológico	1.
	1.3. Finalidades del Conocimiento Biológico	2.
	1.4. Principales contenidos del Conocimiento Biológico	7.
2. Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB)	2.1. Componentes del CDCB	6. y 8.
	2.2. Finalidades de la enseñanza de la Biología	4.1.
	2.3. Enseñanza de la Biología	4.3. y 4.6.
	2.4. Conocimiento Biológico Escolar	4.7.a. , 4.7.b. y 5.
	2.5. Aprendizaje de la Biología	4.2. y 4.5.
	2.6. Evaluación de los aprendizajes de la Biología	4.4.

Las entrevistas a los estudiantes fueron en su totalidad realizadas por el investigador. Estas, se hicieron en diversos lugares del campus universitario: en el aula de clase, en los corredores, en los jardines y en la cafetería. En todos los casos se utilizó una grabadora de audio tipo periodista y se les solicitó autorización para hacer la grabación. Las entrevistas fueron realizadas en un ambiente relajado. Así, antes de realizar las preguntas se entablaba una conversación informal sobre diversos temas (actualidad del país, de la Universidad, asuntos del *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los*

Sistemas y del *Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología*, anécdotas, asuntos de la vida personal, especialmente de la familiar y afectiva, etc.). Cabe anotar que a medida que transcurrió el tiempo, se fue fortaleciendo un ambiente de confianza, confidencialidad, y se podría decir, que hasta camaradería entre los estudiantes y el investigador. En suma, se realizaron veintisiete entrevistas (Tabla 2.7). La totalidad de grabaciones en audio fueron transcritas por el investigador.

Tabla 2.7. *Relación de las entrevistas realizadas a los futuros profesores (grabaciones en audio).* La letra E significa entrevista, y el número, corresponde al código del estudiante

Fecha	Futuros docentes	Preguntas
Marzo 12	E5 y E10	Relacionadas con cuestionario inicial (naturaleza de las ideas de los alumnos, contenidos de biología que se enseñan en Secundaria, metodología de enseñanza, conocimiento científico, conocimiento escolar, conocimiento profesional, transposición didáctica, naturaleza y producción del conocimiento biológico, conocimiento didáctico).
Marzo 19	E23	Relacionadas con cuestionario inicial (conocimiento biológico: producción, características y conceptos fundamentales; conocimiento científico) y con la escogencia del tema para el diseño de la Unidad Didáctica (circulación)
Marzo 19	E7.	Relacionadas con cuestionario inicial (finalidades de la enseñanza de la biología, características del proceso de enseñanza, conocimiento escolar, y conocimiento biológico: características y contenidos), y con la escogencia del tema para el diseño de la Unidad Didáctica (circulación)
Marzo 26	E26	Relacionadas con trabajo inicial de diseño de Unidad Didáctica
Marzo 26	E4, E15, E16 y E18	Relacionadas con aspectos formativos del <i>Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas</i> y del <i>Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología</i> ; con el cuestionario inicial (conocimiento; enseñanza de la biología: finalidad, contenidos, obstáculos; metodología de enseñanza; conocimiento científico; naturaleza del conocimiento profesional docente; conocimiento biológico: producción y características), y con trabajo inicial de diseño de Unidad Didáctica (Fotosíntesis)
Abril 2	E11 y E12	Relacionadas con cuestionario inicial (conocimiento; aprendizaje; enseñanza; conocimiento escolar; conocimiento profesional docente; transposición didáctica; conocimiento biológico: características, y producción) y con trabajo inicial endiseño de Unidad Didáctica (Respiración)
Abril 2	E14.	Relacionadas con aspectos formativos del <i>Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas</i> y del <i>Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología</i> ; y con cuestionario inicial (conocimiento científico, aprendizaje, enseñanza, naturaleza del conocimiento profesional docente, conocimiento biológico: características y producción)
Abril 16	E2	Relacionadas con aspectos formativos del <i>Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas</i> y del <i>Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología</i> ; y con cuestionario inicial (aprendizaje; enseñanza de la biología: contenidos y finalidades; ideas de los alumnos; metodología de enseñanza; modelo didáctico; naturaleza del conocimiento profesional; conocimiento biológico: características y producción).

Capítulo 2. Antecedentes y Aspectos Metodológicos de la Investigación

Abril 16	E13.	Relacionadas con cuestionario inicial (aprendizaje; enseñanza de la biología: contenidos y finalidades; ideas de los alumnos; naturaleza del conocimiento profesional; conocimiento biológico: características, producción).
Abril 23	E6	Relacionadas con aspectos formativos del <i>Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas</i> y del <i>Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología</i> ; y con cuestionario inicial (aprendizaje, naturaleza del conocimiento profesional; conocimiento biológico: características y producción).
Mayo 4	E8.	Relacionadas con cuestionario inicial (ciencia; aprendizaje; conocimiento profesional docente: naturaleza, saberes; conocimiento biológico: características, producción)
Abril 21	E4	Relacionadas con avances en la propuesta de Unidad Didáctica (Fotosíntesis)
Abril 23	E5	Relacionadas con avances en la propuesta de Unidad Didáctica (Hormona del crecimiento)
Abril 23	E6	Relacionadas con avances en la propuesta de Unidad Didáctica (Enzimas)
Abril 27	E4	Relacionadas con avances en la propuesta de Unidad Didáctica (Fotosíntesis)
Mayo 4	E7 y E8	Relacionadas con avances en la propuesta de Unidad Didáctica (Circulación)
Mayo 7	E22, E8 y E13	Relacionadas con avances en la propuesta de Unidad Didáctica (Circulación)
Mayo 14	E14	Relacionadas con avances en la propuesta de Unidad Didáctica (Insulina)
Mayo 14	E22	Relacionadas con avances en la propuesta de Unidad Didáctica (Circulación)

En la Tabla 2.8. se hace una relación de las *producciones escritas de los estudiantes-profesores*, las cuales fueron facilitadas por la formadora al investigador, quien a su vez les hizo fotocopias y las transcribió en su totalidad.

Tabla 2.8. *Relación de las producciones escritas de los futuros profesores, en el contexto del Seminario de Pedagogía y Didáctica I*

Fecha	Material
Febrero 3	Guión 1. Trabajo grupal: Síntesis de planeación de clase de Biología realizado el semestre anterior (tema, fuentes de información, estrategias de interacción, logros). Total: siete.
Febrero 3	Guión 2. Trabajo individual: Indagación de ideas acerca de importancia de aprendizaje de la ciencia, relación entre condiciones de desarrollo de conocimiento y enseñanza de la biología, implicaciones de enseñanza de la Biología, sugerencias para el desarrollo del Seminario. Total: veinticuatro.
Febrero 17 - Marzo 9	Guión 3: “Relaciones entre Pedagogía y Didáctica de las Ciencias Experimentales y el saber disciplinar objeto enseñanza” (teorías pedagógicas, modelos pedagógicos, modelos disciplinares y modelos didácticos en la enseñanza aprendizaje de las ciencias. La resolución de problemas) (Grupal). Total: siete.
Marzo 30	Control de lectura (Individual) acerca de contenidos de enseñanza de las ciencias.
Abril 21	Esquema de contenidos de Unidad Didáctica (Grupal). Total: siete.
Junio 7	Documento escrito de propuesta de Unidad Didáctica (Grupal). Total: siete.

Las observaciones de las dieciséis sesiones del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I* fueron realizadas en el aula de clase. Para recoger la información se utilizó la mayoría de las veces grabación en vídeo; en algunas oportunidades se hicieron grabaciones en audio, y en otras se tomaron notas de campo. En la primera sesión no se utilizó videocámara, en dicha ocasión se hizo la presentación del investigador y se expuso de una manera sucinta las pretensiones de la investigación, para tal fin la formadora hizo una presentación personal del investigador, y este a su vez explicó que estaría acompañando a los futuros profesores durante el semestre y presentó, de forma breve, los objetivos del estudio. A partir de la segunda sesión se realizaron las grabaciones, previa autorización de los estudiantes-profesores y una vez hecha la aclaración por parte del investigador que el único uso que se le daría al material sería para la investigación. El investigador estuvo presente en la totalidad de las sesiones.

Las grabaciones en vídeo fueron realizadas por un técnico en audiovisuales y para tal fin se utilizó una cámara profesional instalada en un trípode. Cabe anotar que el operario de la videocámara tiene experiencia en hacer registros con fines de investigación educativa ya que ha participado en varios proyectos de investigación. El equipo de filmación se ubicó en uno de los rincones de la parte delantera del aula, y el operario de la cámara tuvo cuidado de hacer acercamientos de lente a las personas que tomaran uso de la palabra. De igual forma, hizo tomas de las consignaciones realizadas en la pizarra y de las filminas proyectadas durante las presentaciones. La totalidad de grabaciones fueron transcritas por el investigador.

Durante las observaciones, los futuros profesores asumieron una actitud amable con el investigador, y cada vez de mayor confianza. Sus participaciones se hicieron progresivamente más espontáneas, tanto frente al investigador como a la cámara. La formadora siempre mostró una actitud muy colaboradora, y de apertura respecto a la investigación y al investigador, de igual manera sus actitudes frente a la cámara dieron muestras de su espontaneidad y desprevenición. El investigador se atreve a hacer esta afirmación, dado que ha trabajado como

colega suyo en un equipo de formadores por más de cinco años. En cuanto al investigador, éste se ubicó, en la fase inicial, en un pupitre de uno de los extremos del aula pero no aisladamente del grupo de estudiantes, y a medida que pasaron las semanas su ubicación en el aula fue diversa. Cuando se realizaron trabajos de grupo se vinculó cada vez a un equipo de estudiantes diferente.

En la Tabla 2.9. se relacionan las observaciones realizadas por el investigador en los momentos en que estudiantes interactuaron con la formadora responsable del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*.

Tabla 2.9. *Relación de observaciones de las actividades de interacción entre los futuros profesores y la formadora*

OBSERVACIONES DE SESIONES DE SEMINARIO DE PEDAGOGÍA Y DIDÁCTICA I. CLASES (3horas c/u). Grabaciones en vídeo*, audio** y notas de campo***.		
Sesión	Fecha	Actividad
1***	Febrero 3 (2 horas)	Presentación de los estudiantes, la formadora y el investigador. Expresión de expectativas personales acerca del Seminario. <i>Participación de estudiantes:</i> Trabajo en grupos (guión 1), individual (guión 2). <i>Información de la profesora sobre aspectos organizativos del Seminario.</i>
2*	Febrero 10 (3 horas)	Aplicación de primera parte del cuestionario para indagar concepciones de estudiantes acerca del conocimiento profesional del profesor de biología (trabajo individual) <i>Explicación de la formadora acerca de:</i> - Estatus epistemológico de la Didáctica de las Ciencias (como ciencia emergente) y de la Biología (disciplina científica). - Aspectos epistemológicos de las Ciencias. - Producción y características del conocimiento científico. - Naturaleza de la actividad científica. - Visiones deformadas sobre la naturaleza de la actividad científica. - Críticas al sistema de enseñanza aprendizaje predominante. - Características del proceso de enseñanza-aprendizaje. - Desarrollo histórico de las Ciencias Experimentales, de la biología. - Algunos elementos de enseñanza aprendizaje de las Ciencias: selección de contenidos, referentes epistemológicos, las representaciones de los alumnos, rol del profesor, el aprendizaje como reestructuración de las representaciones, la experimentación (trabajo práctico).
3 * y **	Febrero 17 (3horas)	<i>Explicación por parte de la formadora acerca de:</i> - Socialización y comentarios a respuestas de los estudiantes a guión 2. - Análisis de las características y condiciones de la Pedagogía y la Didáctica de las Ciencias Experimentales como disciplinas emergentes, (Explicación del guión por parte de la profesora, trabajo en grupos del guión 3).

Capítulo 2. Antecedentes y Aspectos Metodológicos de la Investigación

4**	Marzo 2 (3 horas)	<i>Participación de los estudiantes-profesores:</i> - Análisis de las características y condiciones de la Pedagogía y la Didáctica de las Ciencias Experimentales como disciplinas emergentes (Trabajo en grupos del guión 3, tutoría de la profesora, y lectura de materiales de Didáctica de las Ciencias Experimentales) <i>Participación de la formadora:</i> informa algunos acuerdos del equipo de docentes del <i>Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas</i> en relación con el trabajo que van a realizar los estudiantes sobre el diseño de una Unidad Didáctica.
5*	Marzo 9 (3 horas)	<i>Participación de estudiantes-profesores:</i> Análisis de las características y condiciones de la Pedagogía y la Didáctica de las Ciencias Experimentales como disciplinas emergentes. Comparación de las perspectivas constructivista y positivista. Aspectos relacionados con la enseñanza aprendizaje de las ciencias (Exposiciones de los grupos de las respuestas a las preguntas 1, 2 y 3 del guión 3)
6*	Marzo 16	<i>Participación de la formadora:</i> - Observaciones al trabajo de los estudiantes en lo atinente al guión 3. - Análisis de las características y condiciones de la Pedagogía y la Didáctica de las Ciencias Experimentales como disciplinas emergentes. - Orientaciones diseño de Unidad Didáctica (directrices sobre selección de tema y modelos didácticos) <i>Participación de estudiantes-profesores:</i> - Discusión en grupos de trabajo acerca del aula como sistema complejo.
7* y **	Marzo 23 (3 horas)	<i>Participación de la formadora:</i> - Explicación sobre Modelos Didácticos en el aula (Unidad Didáctica) - Explicación acerca del aula como sistema complejo - Explicación acerca de algunos aspectos del conocimiento didáctico (desde teorías de la complejidad y de los sistemas). <i>Participación de la formadora y los estudiantes-profesores:</i> - Discusión acerca del aula como sistema complejo (participación de estudiantes y profesora). <i>Participación de estudiantes-profesores:</i> - Trabajo en grupos (discusión de lecturas de enseñanza-aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes, a partir de diversos libros de Didáctica de las Ciencias Experimentales)
8*	Marzo 30 (3 horas)	<i>Participación de estudiantes-profesores:</i> - Control de lectura de clase anterior (tipos de contenidos que se enseñan en ciencias) <i>Participación de la formadora:</i> - Explicación acerca de la planeación: los objetivos de una Unidad Didáctica, el análisis situacional, delimitación del tema. <i>Participación de estudiantes-profesores:</i> - Planeación de Unidad Didáctica: Delimitación del tema, formulación de objetivos (Trabajo en grupos)
9	Abril 13 (3 horas)	<i>Participación de los estudiantes-profesores:</i> Naturaleza del trabajo científico, la aproximación al modo de obrar los científicos como opción didáctica (exposición de grupos).
10,11,12, 13,14,15 *	Abril 20,27 Mayo 11, 25 Junio 1,7 (18 horas)	<i>Participación de la formadora:</i> Explicación acerca de los tipos de contenidos de enseñanza, las actividades de enseñanza y la evaluación de los aprendizajes. Asesoría a los diferentes grupos en el diseño de las Unidades Didácticas <i>Participación de los estudiantes-profesores:</i> Trabajo en grupo (Propuesta de Unidades Didácticas).
16 *,**, y ***	Junio 7 (4 horas)	<i>Participación de los estudiantes-profesores:</i> Sustentación de las propuestas de Unidades Didácticas. <i>Participación de los estudiantes y la formadora:</i> Evaluación de la actividad de diseño de Unidades Didácticas y del trabajo académico durante el semestre.

OBSERVACIONES DE TUTORÍAS DE LA FORMADORA A GRUPOS DE TRABAJO (grabaciones en audio)	
Abril 13	Asesoría al grupo de la Unidad Didáctica sobre Circulación.
Mayo 7	Asesoría al grupo de la Unidad Didáctica sobre Hormona del Crecimiento)
OBSERVACIÓN DE REUNIÓN PLENARIA (participación de futuros docentes y formadores del semestre). Grabación en audio.	
Mayo 7	Discusión acerca de avances de las propuestas de Unidades Didácticas.

Se recuerda que el investigador ha estado vinculado como formador durante nueve años en el Departamento de Biología donde se realizó la investigación y que, además, conoce el *Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología* dado que participó en su formulación y trabajó en él durante un semestre.

Las observaciones realizadas, en términos de Flick (2004) fueron “al descubierto” teniendo en cuenta que los futuros profesores desde un comienzo sabían la condición del observador investigador, lo cual no implicó un distanciamiento entre el observador y los docentes en formación. Por el contrario, de una forma progresiva se estableció una relación de cercanía, es así, como se compartieron además de las clases momentos de esparcimiento en diferentes lugares de la Universidad. Incluso, el investigador acompañó a los estudiantes-profesores a una excursión fuera de la ciudad durante dos días, en los cuales hubo muchas oportunidades para interactuar. Otro momento importante de convivencia fue la celebración de una reunión, al final de semestre en la casa de uno de los estudiantes.

Se puede considerar que los datos obtenidos a partir de las observaciones antes relacionadas con los estudiantes-profesores corresponden a una observación participante teniendo presente los criterios citados por Goetz y LeCompte, (1988):

- El investigador pasa la mayor parte del tiempo posible con los sujeto del estudio. El observador permaneció todo el tiempo del estudio (dieciséis semanas consecutivas) en el escenario de investigación. En cada una de las sesiones desde el momento de su iniciación hasta el momento de su finalización, además, como ya se mencionó se utilizaron otros espacios diferentes a la clase para compartir con los futuros profesores.

- El investigador toma parte de la experiencia cotidiana del escenario de investigación y toma nota de campo que registra durante el momento o después de producirse el fenómeno.
- El observador interactúa con los participantes. Para el caso concreto de la investigación que se está presentando, las participaciones del observador fueron incrementándose en el transcurso de las semanas y variaron entre comentarios cotidianos y comentarios relacionados con el estudio.
- El observador se debe familiarizar con las variantes lingüísticas de los participantes. Las entrevistas, charlas informales y demás momentos compartidos permitieron conocer el vocabulario propio de la edad y el contexto cultural de los docentes en formación, incluso el investigador llegó a utilizar algunas palabras y expresiones propias de ellos.
- Se registran relatos, anécdotas y mitos surgidos a partir de charlas cotidianas. El compartir aspectos del plano personal con los estudiantes-profesores, permitió al observador acercarse al grupo de participantes creando un ambiente cada vez más abierto y desprevenido. Cabe mencionar que algunos estudiantes más que otros llegaron a tener confidencias con el investigador.

Otro aspecto que se tuvo en cuenta en el momento de realizar observaciones, es el recomendado por Postic y DeKetele (1992): durante el registro que hace el observador, es necesario tener presente la finalidad de la observación y el destino de los datos. Por tal motivo, independientemente de la realización de las grabaciones, el investigador tomaba nota en su libreta de campo sobre asuntos de interés para la investigación.

De acuerdo con la caracterización que hacen los autores que se acaban de citar, las observaciones de este estudio además de ser participantes, se distinguen por ser descriptivas, narrativas (se refieren a desarrollo de acciones, sucesión de estados), naturalistas (las situaciones ocurren en un medio natural), y longitudinales (a lo largo de un proceso formativo).

Como lo resaltan Carrasco y Caldero (2000), es necesario negociar el acceso al escenario de observación, haciéndolo con tacto y sensibilidad, sin llegar a

romper con las normas y los ritmos de los grupos sociales, igualmente importantes resultan las buenas relaciones con los participantes. En concordancia con esto, cabe anotar que las interacciones con los diferentes estudiantes-profesores fueron cada vez de más confianza y se compartieron progresivamente más espacios y actividades.

Finalmente, en la Tabla 2.10. se presentan las fuentes de información relacionadas con la formadora, tanto en lo que tiene que ver con su trabajo individual en la planificación, desarrollo y evaluación del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*, como con el trabajo con los otros formadores que hacen parte del equipo de docentes del *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas*. Si bien es cierto, dicha información no proviene directamente de la muestra del estudio, ni de la interacción de los futuros profesores con los formadores, se decidió obtenerla teniendo en cuenta que contiene datos relacionados con la planificación, desarrollo y evaluación de los procesos formativos, en particular con el Seminario observado y con las la actividad del diseño de unidades didácticas que realizaron los estudiantes. La totalidad de información que aparece relacionada fue transcrita por el investigador.

Tabla 2.10. *Relación de información relacionada con la formadora y con el equipo de formadores de los futuros profesores.*

ENTREVISTAS A LA FORMADORA (grabaciones en audio)	
Febrero 10	Preguntas sobre proyecciones de trabajo en el Seminario de Pedagogía y Didáctica I
Mayo 11	Preguntas sobre desarrollo y perspectivas del Seminario.
Septiembre 9	Preguntas relacionadas con evaluación del Seminario.
OBSERVACIONES DE REUNIONES DE EQUIPO DE DOCENTES DEL SEMESTRE (seis formadores). Notas de campo y grabaciones en audio.	
Febrero 19	Organización excursión con los estudiantes. Trabajo de semestre (elaboración de una unidad didáctica)
Marzo 4	Organización de la actividad elaboración de una unidad didáctica.
Marzo 25	Organización excursión con los estudiantes. Organización de la actividad elaboración de una unidad didáctica. Trabajo académico de los estudiantes.
Abril 15	Organización excursión con los estudiantes. Trabajo académico de los estudiantes. Organización de la actividad elaboración de una unidad didáctica.
Abril 29	Discusión de documentos de avance de la actividad elaboración de una unidad didáctica.
Mayo 6	Informe y evaluación excursión con los estudiantes. Evaluación de los aprendizajes. Discusión de documentos de avance de la actividad elaboración de una unidad didáctica.

Junio 9	Evaluación de los aprendizajes de los estudiantes del Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas. Evaluación de trabajo de elaboración de unidades didácticas.
DOCUMENTOS	
Programa del Seminario de Pedagogía y Didáctica I	
Informe final del Seminario de Pedagogía y Didáctica I.	

Para terminar, cabe anotar que en el mes de Septiembre, tras el receso de vacaciones, el investigador hizo una presentación de los avances de resultados a los estudiantes-profesores que participaron en el estudio.

Datos utilizados en la investigación

Dado el gran volumen de información obtenido durante el trabajo de campo, para efectos del presente informe solamente se utilizan los datos suministrados por los cuestionarios al iniciar y finalizar el proceso formativo observado. Cabe aclarar que a pesar de que los otros instrumentos no fueron empleados como fuentes directas de datos, indudablemente aportan un importante bagaje de conocimiento de la población y la situación del estudio.

Pese a que el grupo de estudiantes con el se realizó la investigación estaba conformado inicialmente por veintinueve sujetos, la muestra que se tiene en cuenta finalmente es de veintitrés. Esto, debido a que dos de los futuros profesores se retiraron del curso y otros cuatro no respondieron al cuestionario en la fase final.

4.3. Análisis de los datos

La sistematización de los datos y análisis de los mismos se hacen utilizando las técnicas de **análisis de contenido**. De acuerdo con Bardín (1977), Pérez-Serrano (1998) y Abela (2003), el análisis de contenido se caracteriza por:

- Centrarse en la búsqueda en los vocablos y otros símbolos de comunicación (tomando como referencia la lógica de la comunicación interhumana).

- Describir objetiva y sistemáticamente la información.
- Definir claramente los criterios para establecer las categorías y las unidades de información, para impedir de esta forma las selecciones arbitrarias.
- Descomponer o fragmentar el material de observación en unidades de información con sentido independiente. La información se transforma en datos aislables susceptibles de ordenarse en categorías.
- Utilizar procedimientos de análisis reproducibles por otros investigadores, de tal forma que los resultados puedan ser verificados.

A partir del análisis de contenido es posible establecer indicadores, describir situaciones de investigación y hacer inferencias relacionadas con el propósito de la investigación.

Según Pérez-Serrano (1998), existen dos tipos de análisis de contenido: *el manifiesto* (lo que el sujeto dice sin que se suponga nada) y *el latente* (el investigador trata de inferir el significado de la respuesta). Cuando se comenzó a aplicar el método de análisis de contenido, solamente se contemplaba el primer tipo como única forma de obviar suposiciones.

De acuerdo con la clasificación de análisis de contenidos en función de las aplicaciones (Ibid.), el presente estudio utiliza el *análisis de contenido semántico* ya que emplea las categorías para codificar lo que los futuros profesores expresan por escrito.

A continuación, se describe la manera como se procedió para procesar los datos obtenidos de la aplicación del cuestionario:

- a) Identificación de la información a partir de las respuestas de los estudiantes.
- b) Ubicación de las unidades de información en las correspondientes subcategorías de investigación.
- c) Formulación de proposiciones de cada subcategoría de investigación.
- d) Formulación de concepciones de cada subcategoría de investigación.
- e) Comparación de las concepciones detectadas con la hipótesis de cada

subcategoría de investigación.

f) Detección de cambios de concepciones de cada subcategoría de investigación.

a) Se realizó una primera lectura de cada una de las respuestas a las diferentes preguntas del cuestionario (las cuales por su contenido hacen referencia concretamente a determinadas subcategorías de investigación), identificando la información correspondiente.

b) Una vez identificada la información, se asignó un código a cada unidad de información (unidad de información con sentido independiente). Las unidades de información y se ubicaron en un listado para cada subcategoría.

El código de cada unidad de información consta de letras y números, tal y como se ilustra en el siguiente ejemplo. El código **Cf.147-E8** significa:

- Cf: Cuestionario aplicado en la fase final del proceso formativo.
- 147: el número de la unidad de información.
- E8: estudiante ocho.
- Dicho código, está presente en el listado de unidades de información de la subcategoría de investigación: *concepciones sobre la evaluación de los aprendizajes de la Biología* (ver Anexo 3).

El caso de las unidades de información con código que comienza por Ci (por ejemplo Ci.32-E17) corresponde a respuestas al cuestionario aplicado en la fase inicial del proceso formativo.

Las unidades de análisis de la presente investigación consisten en unidades de base gramatical: frases o párrafos considerados significativos por el investigador. De acuerdo con la clasificación de unidades de análisis presentada por Abela (2003): unidades de muestreo, unidades de registro y unidades de contexto, en la presente investigación se utilizan unidades de registro constituidas por respuestas que se ubican en las categorías que correspondan.

Luego de haber realizado los listados, ubicando las unidades de información en las subcategorías correspondientes, se realizó una lectura del listado teniendo especial cuidado de verificar la correspondencia entre cada unidad de información y la respectiva categoría. Este proceso fue realizado por dos investigadores: la directora del presente estudio y el autor del mismo. Posteriormente se leyó nuevamente las fuentes de información con el fin de no ignorar alguna información.

c) Una vez ubicadas las unidades de información en las respectivas subcategorías de investigación, se procedió a agrupar las unidades de información, de acuerdo con la similitud de las afirmaciones. Cada una de las agrupaciones se identificó con una proposición que resumiera la idea común. Este proceso fue revisado en varias oportunidades, mediante la lectura de las unidades de información, y la contrastación con la proposición, guardando cuidado de que efectivamente se correspondieran.

d) Posteriormente, se agruparon las proposiciones de acuerdo con la semejanza y se procedió a inferir las correspondientes concepciones. Se realizó una revisión de cada una de las unidades de información, para confirmar su correspondencia con la respectiva concepción.

El proceso descrito hasta el momento se realizó con las respuestas de los estudiantes al cuestionario aplicado tanto al iniciar como al finalizar el proceso formativo.

e) Seguidamente, se compararon las concepciones detectadas, en los dos momentos del proceso formativo, con la hipótesis de progresión de la respectiva subcategoría de investigación. Para ello, se representó en gráficos (uno para cada subcategoría) la situación de cada concepción (de acuerdo con su complejidad), en comparación con los niveles de la hipótesis de progresión.

f) Finalmente, para cada una de las subcategorías de investigación, se

compararon las concepciones de cada uno de los docentes en formación en los dos momentos del proceso formativo. Ello con el fin de establecer si hubo, o no, cambios de las concepciones.

Cabe anotar, que la perspectiva de análisis de contenidos ha sido utilizada en varios estudios del grupo de investigación *Didáctica e Investigación Escolar - DIE-* (Martín del Pozo, 1994; Rivero, 1996; Martínez, 2000; Ballenilla, 2003).

En la Figura 2.9. se representa el proceso llevado a cabo en el análisis de los datos de la investigación.

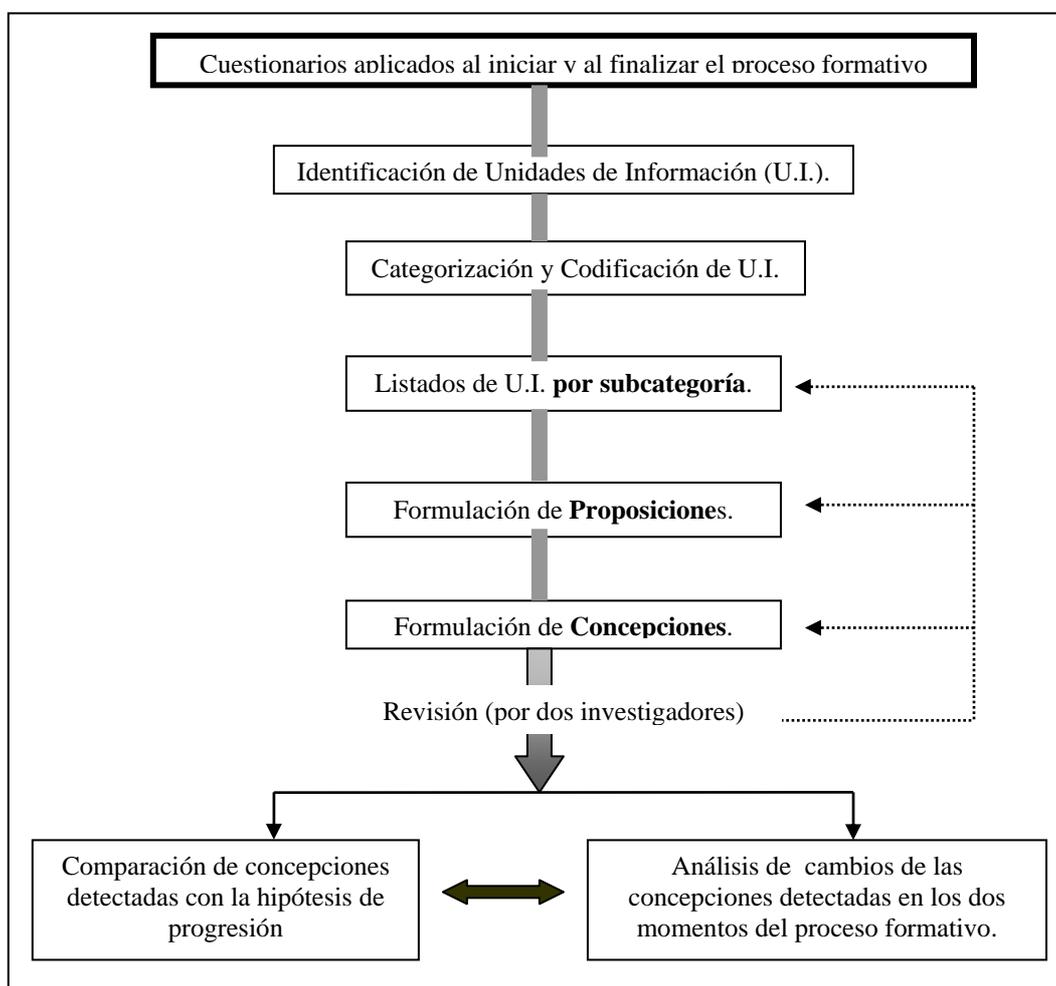


Figura 2.9. *Proceso llevado a cabo en el análisis de los datos de la investigación.*

CAPÍTULO 3.

PRESENTACIÓN, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

“Me parece que el estar lleno de información no significa saber cómo transmitirla correctamente. Para poder lograr esto, el conocimiento biológico debe complementarse (nunca reemplazarse) por conocimiento pedagógico y sus diferentes corrientes”. (Declaración de un futuro profesor de Biología).

La presentación y análisis de resultados se realiza para cada una de las categorías y subcategorías de la investigación. En cada subcategoría, primeramente se describen los aspectos a los que se refieren los estudiantes en sus respuestas. Enseguida, se formulan las concepciones, codificándolas con las letras mayúsculas **O**, **A**, **B**, o **C**, las cuales representan el nivel de complejidad. De tal manera que las concepciones con la letra **O**, poseen mayor simplicidad que el nivel inicial de la hipótesis de progresión. La letra **A** representa aquellas concepciones con una complejidad similar al nivel inicial de la hipótesis de progresión, mientras que la **B**, corresponde a un grado de complejidad intermedio entre los niveles inicial y de referencia. A las de mayor complejidad se les asigna la letra **C**.

Posteriormente, en cada subcategoría, se presentan las concepciones detectadas, en los veintitrés estudiantes tanto al inicio como al final del proceso formativo. En cada caso, primero las mayoritarias y luego las minoritarias.

Para organizar los datos, en cada una de las concepciones se agrupan las respuestas (unidades de información) similares en cuadros que se presentan al final de la descripción. En dichos cuadros, dada la extensión del contenido de las unidades, tan sólo se incluyen los respectivos códigos¹ (las unidades completas puede ser consultadas en el Anexo 3). En el texto explicativo, la descripción de

¹ En el capítulo 2 se explicó la forma de codificación de las unidades de información.

las concepciones se ejemplifica presentando de manera completa solamente una o dos unidades de información, las cuales aparecen escritas en letra cursiva. Cabe aclarar que las unidades corresponden a la transcripción textual de las contestaciones de los estudiantes, por ello, en los casos que se presentan faltas ortográficas o de redacción, se coloca entre paréntesis la expresión *sic*. Dado el caso que alguna respuesta no aporte información completa independientemente, se coloca entre paréntesis la correspondiente aclaración contextual.

Una vez descritas las concepciones detectadas en cada una de las subcategorías de investigación, e identificadas en los futuros profesores, se establece una comparación entre las concepciones detectadas en los dos momentos formativos, y los niveles de la hipótesis de progresión de la respectiva subcategoría. Esto, con el fin de facilitar la identificación del grado de complejidad de las concepciones. Dicha comparación se representa con una figura, para cada subcategoría, al final del texto.

Seguidamente, en cada una de las subcategorías de investigación se establece la progresión de las concepciones de los futuros profesores entre el momento inicial y el final del proceso formativo. Dichas progresiones se representan en figuras, mostrando mediante flechas, el número de estudiantes que conservó su concepción o la modificó por una de menor o mayor complejidad. De igual manera, en las figuras que se presentan al final del texto, se relacionan las concepciones con los niveles de complejidad de la hipótesis de progresión.

Al finalizar la presentación de los resultados de las dos grandes categorías (Conocimiento Biológico y Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico), se presenta una visión de conjunto de cada una, realizando las correspondientes discusiones de los resultados. Ello implica:

- Contrastar los resultados con los hallados en otras investigaciones.
- Buscar explicaciones de acuerdo con los antecedentes, con los referentes del marco conceptual y con las reflexiones referidas a los propios

resultados.

- Identificar los elementos del proceso formativo observado en la investigación (desarrollo del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*, al interior del *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas*) tanto en los contenidos, como en la metodología, que promueven u obstaculizan la evolución de las concepciones.
- Analizar las implicaciones de las concepciones encontradas en la formación de profesores de Biología, especialmente en lo que atañe al Conocimiento Profesional Docente y al Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico.

1. CONCEPCIONES ACERCA DEL CONOCIMIENTO BIOLÓGICO

1.1. Concepciones sobre las características del Conocimiento Biológico

Los resultados que se presentan a continuación han sido obtenidos a partir de las respuestas de los futuros profesores a la tercera pregunta del cuestionario (ver Anexo 2) al iniciar y finalizar el proceso formativo. Se refieren a las características del Conocimiento Biológico, haciendo alusión fundamentalmente a por lo menos uno de los siguientes aspectos:

- Su naturaleza. Es decir, qué particularidades lo distingue: universalidad, objetividad, interdisciplinariedad, relatividad, carácter sistémico, etc.
- Su objeto de estudio. La Biología se ocupa de: la vida, los organismos, la naturaleza, la célula, etc.
- La manera como se produce. Esto se refiere a la metodología utilizada en su producción: mediante la observación, la experimentación, la implementación del método científico, etc.

A continuación se presentan las tres concepciones detectadas en los docentes en formación:

- **Concepción A:** El Conocimiento Biológico se caracteriza por ser objetivo y universal, y/o estudiar conceptos generales de la Biología, y/o producirse a partir de la observación y la experimentación.
- **Concepción B:** El Conocimiento Biológico se caracteriza por ser de naturaleza cambiante e interdisciplinar, y/o estudiar conceptos fundamentales de lo vivo y las relaciones hombre-naturaleza, y/o producirse a partir de la observación y la experimentación.
- **Concepción C:** El Conocimiento Biológico se caracteriza por ser de naturaleza sistémica, y/o estudiar lo vivo como sistema, o por la dificultad en la experimentación y en la formulación de leyes y teorías para su producción.

Fase inicial

La concepción predominante en la fase inicial del proceso formativo es la **A** (ver Tabla 3.1.). Cuatro estudiantes-profesores manifiestan que el Conocimiento Biológico se produce a partir de la observación, de la experimentación, o de la aplicación del método científico. Consideran que este conocimiento es universal, objetivo y corroborativo. Ello se aproxima a una visión empírico-positivista. A continuación se presentan algunas declaraciones de los estudiantes con esta concepción:

Ci.130-E1: [Son características del conocimiento biológico:] universalidad de su conocimiento y avances; que aplique rigurosamente el método científico; que se relacione con las demás ciencias.

Ci.113-E27: [Son características del conocimiento biológico:] uso método científico; curiosidad por la naturaleza; gran uso de observación, de lo sensorial.

Una considerable cantidad de estudiantes (siete de trece) con la concepción **A** se refiere al objeto de estudio de la Biología, haciendo alusión principalmente a conceptos generales y diversos de la naturaleza, o de la Biología, tales como: la vida, la diversidad, la clasificación de organismos, la célula, etc. No obstante, no llegan a identificar aquellos conceptos que se consideran fundamentales de la

Biología, por ejemplo los referentes a la evolución, o a los procesos que posibilitan la autoorganización, autorregulación y automantenimiento de los fenómenos vivientes. A continuación se presentan algunas de las respuestas:

Ci.107-E15: [Son características del conocimiento biológico:] diversidad; comunidades; interrelaciones.

Ci.110-E5: [Son características del conocimiento biológico:] interpretación de la naturaleza; reconocimiento de nuestra posición ante ella; exactitud de comportamiento animal y vegetal.

Para la mayor parte de los futuros profesores con la concepción **B** (seis de nueve), el conocimiento biológico se identifica por el objeto de la Biología, el cual se refiere a conceptos que caracterizan lo vivo, como el carácter celular, la herencia, la evolución y la autorregulación (ver Tabla 3.1.). Otros aspectos tenidos en cuenta son los actitudinales (p.ej. valoración por la naturaleza), y la relación entre el hombre y la naturaleza:

Ci.119-E22: [Son características del conocimiento biológico:] conocer la unidad fundamental “ célula”; “evolución”; “genética”

Ci.112-E21: [Son características del conocimiento biológico:] [sic] aprecia y valoración del medio ambiente; consecuencialidad entre el pensar y el hacer; generación de conocimiento.

Tres estudiantes-profesores con la concepción **B** se refieren al conocimiento biológico teniendo en cuenta las relaciones interdisciplinarias que subyacen en la Biología. Esto es lo que expresa uno de ellos:

Ci.114-E29: [Son características del conocimiento biológico:] [sic] el interactuar las demás ciencias como física, la química, la matemática a su disposición para lograr sus finalidades.

La concepción minoritaria, en esta fase del proceso formativo es la **C**. El conocimiento biológico se relaciona con características de lo vivo que se aproximan a la perspectiva sistémica:

Ci.131-E3: [Son características del conocimiento biológico:] explicar y entender procesos referentes a sistemas y su relación entre ellos; comprender por medio de modelos los sistemas vivos.

Tabla 3.1. *Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de las características del Conocimiento Biológico, al iniciar el proceso formativo.* En sombreado se resalta la concepción predominante

UNIDADES DE INFORMACIÓN	PROPOSICIONES	CONCEPCIONES DETECTADAS
Ci.122-E14 Ci.130-E1	El conocimiento biológico se caracteriza por ser corroborativo y universal, y producirse mediante la aplicación del método científico.	<p>Concepción A (13 estudiantes)</p> <p>El Conocimiento Biológico se caracteriza por ser objetivo y universal, y/o estudiar conceptos generales de la Biología, y/o producirse a partir de la observación y la experimentación.</p>
Ci.113-E27 Ci.117-E13	El conocimiento biológico se caracteriza porque su producción se basa en el método científico, la observación y la experimentación.	
Ci.121-E2 Ci.126-E12	El conocimiento biológico se caracteriza por su rigor, objetividad y universalidad.	
Ci.107-E15 Ci.109-E18 Ci.110-E5 Ci.111-E19 Ci.115-E7 Ci.125-E11 Ci.132-E6	El conocimiento biológico se caracteriza por estudiar conceptos generales de la Biología (diversidad, fenómenos vivos, la vida, lo vivo, la naturaleza, la historia natural, los organismos, etc.)	
Ci.106-E4 Ci.112-E21 Ci.116-E8 Ci.119-E22 Ci.120-E23 Ci.127-E9	El conocimiento biológico se caracteriza por estudiar características propias de lo vivo (célula, genética, evolución, autorregulación, etc.). Se tiene en cuenta la relación hombre-naturaleza.	<p>Concepción B (9 estudiantes)</p> <p>El Conocimiento Biológico se caracteriza por ser de naturaleza cambiante e interdisciplinar, y/o estudiar conceptos fundamentales de lo vivo y las relaciones hombre-naturaleza, y/o producirse a partir de la observación y la experimentación.</p>
Ci.114-E29 Ci.123-E24 Ci.133-E17	El conocimiento biológico se caracteriza por su naturaleza interdisciplinar, y/o por ser cambiante.	
Ci.131-E3	El conocimiento biológico se caracteriza por estudiar los sistemas vivos.	<p>Concepción C (1 estudiante)</p> <p>El Conocimiento Biológico se caracteriza por ser de naturaleza sistémica, y/o estudiar lo vivo como sistema, o por la dificultad en la experimentación y en la formulación de leyes y teorías para su producción.</p>

Fase final

La concepción mayoritaria es la **C**. Los estudiantes caracterizan el Conocimiento Biológico haciendo referencia a su naturaleza y al objeto de la Biología, desde una perspectiva sistémica de la vida y de lo vivo. Incluso, llegan

a mencionar conceptos relacionados con la teoría general de los sistemas (patrones de organización y **propiedades** emergentes):

Cf.60-E13: [Son características del Conocimiento Biológico:] *pensamiento sistémico; patrones de organización; propiedades emergentes.*

Cf.70-E1: [Son características del Conocimiento Biológico:] [sic] *La biología es más sistémica en el sentido que en ella podemos observar la aplicación de la teoría general de sistemas tanto en el organismo como en el entorno que lo rodea. Otra característica que posee es que su aplicación puede abarcar mas campos disciplinares que complementen y abarquen un estudio más sistémico en realidad.*

Un estudiante-profesor con la concepción **C** presenta una visión del Conocimiento Biológico, en lo que atañe a su naturaleza y producción, que se diferencia de las características propias del enfoque fisicalista²:

Cf.58-E7: [Son características del Conocimiento Biológico:] [sic] *mayor dificultad para planear teorías o leyes; posee más restricciones entre éticas; trabaja con seres vivos; se hace mucho más difícil controlar sus experimentos.*

Una proporción considerable de los docentes en formación con la concepción **B** (seis de ocho) se refiere al objeto de la Biología, tomando como referente, características fundamentales propias de lo vivo. Es decir, características que distinguen particularmente lo vivo, como por ejemplo la evolución y la célula. Ello corresponde a conceptos que se pueden considerar estructurantes de la Biología:

Cf.59-E8: [Son características del Conocimiento Biológico:] [sic] *conocimiento por la vida → origen de la vida; la célula como estructura de vida; la evolución como resultado del cambio de vida.*

Cabe destacar que dos futuros docentes con la concepción **B**, simultáneamente relacionan lo característico del Conocimiento Biológico con aspectos referentes a la naturaleza sistémica de su objeto de estudio (propiedades emergentes, lo complejo), y ponen de manifiesto que para su producción se utilizan formas propias de las llamadas Ciencias físicas, cual es la

² Como ya se aclaró en los capítulos anteriores, el término fisicalista hace referencia a las Ciencias físicas, desde la visión galiléica (conocimiento de la mecánica en la que la matemática desempeña un papel preponderante). El término es tomado de la traducción al texto de Mayr (2006).

experimentación. Se podría decir que en esta concepción coexisten concepciones más evolucionadas (en relación con la naturaleza del conocimiento y su objeto de estudio) y menos evolucionadas (respecto a la forma de producción del conocimiento):

Cf.56-E27: [Son características del Conocimiento Biológico:] [sic] *Es sistémico → complejo; de observación y experimentación; Establecer patrones, relaciones y estudia propiedades emergentes.*

Cf.62-E23: [Son características del Conocimiento Biológico:] [sic] *Pensamiento sistémico de la naturaleza; Experimentación del mundo natural; Predicibilidad de fenómenos.*

La concepción minoritaria es la **A** (Ver Tabla 3.2.). Los estudiantes con ésta, poseen una visión empírica respecto a la manera como se produce el Conocimiento Biológico, o se refieren a aspectos generales de la Ciencia y de la Biología como objeto de estudio. Por ejemplo:

Cf.52-E18: [Son características del conocimiento biológico:] *experimentación con organismos vivos; estudio de la vida.*

Tabla 3.2. *Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de las características del Conocimiento Biológico, al culminar el proceso formativo.*
En sombreado se resalta la concepción predominante.

UNIDADES DE INFORMACIÓN	PROPOSICIONES	CONCEPCIONES DETECTADAS
Cf.52-E18 Cf.54-E19	El conocimiento biológico se caracteriza porque su producción se basa en la observación y experimentación.	Concepción A (6 estudiantes) El Conocimiento Biológico se caracteriza por ser objetivo y universal, y/o estudiar conceptos generales de la Biología, y/o producirse a partir de la observación y la experimentación.
Cf.53-E5 Cf.55-E21 Cf.73-E17 Cf.61-E22	El conocimiento biológico se caracteriza por estudiar conceptos generales de la Biología y de la ciencia (relación CTS, lo vivo, la vida).	Concepción B (8 estudiantes) El Conocimiento Biológico se caracteriza por ser de naturaleza cambiante e interdisciplinar, y/o estudiar conceptos fundamentales de lo vivo y las relaciones hombre-naturaleza, y/o producirse a partir de la observación y la experimentación.
Cf.51-E4 Cf.57-E29 Cf.59-E8 Cf.68-E12 Cf.69-E9 Cf.71-E3	El conocimiento biológico se identifica por estudiar conceptos característicos de lo vivo (célula, evolución, complejidad, interacciones, etc.), y/o tener en cuenta las relaciones hombre-naturaleza. O se caracteriza por su naturaleza interdisciplinar.	Concepción C (9 estudiantes) El Conocimiento Biológico se caracteriza por ser de naturaleza sistémica, y/o estudiar lo vivo como sistema. O por la dificultad en la experimentación y en la formulación de leyes y teorías para su producción.
Cf.56-E27 Cf.62- E23	El conocimiento biológico se identifica por ser complejo y sistémico y por producirse a partir de la observación y la experimentación.	
Cf.58-E7	En la Biología es difícil la experimentación y formulación de leyes y teorías.	
Cf.60-E13 Cf.63-E2 Cf.64-14 Cf.65-E24 Cf.67-E11 Cf.70-E1 Cf.72-E6 Cf346.E15	El conocimiento biológico se identifica por su enfoque sistémico de lo vivo (patrones de organización, propiedades emergentes, autopoiesis, mantenimiento, interrelaciones sistémicas, holismo, complejidad, etc).	

Comparación con la hipótesis de progresión

En la Figura 3.1., se representa la comparación entre las concepciones de los docentes en formación y la hipótesis de progresión. Al hacer una lectura vertical, se observa que en la parte superior de la Figura se representan, en recuadros, las diferentes concepciones detectadas al iniciar el proceso formativo. En la parte inferior, se representan (también en recuadros) las concepciones detectadas al finalizar el proceso formativo. Y en la parte intermedia, se

muestran los niveles de la hipótesis de progresión. Al realizar la lectura horizontal de la Figura 3.1., se encuentran las concepciones con menor grado de complejidad a la izquierda y las de mayor complejidad a la derecha. De igual manera, el nivel inicial de la hipótesis de progresión se ubica a la izquierda y el de referencia a la derecha.

La concepción **A**, detectada en los dos momentos del proceso formativo, comparte visiones empírico-positivistas con el nivel inicial de la hipótesis, al considerar el conocimiento como producto de la observación y de la experimentación. Los estudiantes con esta concepción se refieren, además, al carácter objetivo y universal del conocimiento biológico, y al objeto de la Biología visto de una manera analítica, limitándose a enunciar temáticas aisladas. De igual manera, en el nivel inicial de la hipótesis de progresión se hace énfasis en el estudio de aspectos aislados de la vida, especialmente respecto a la composición, la estructura y la clasificación. Los cuales, se corresponden más con una perspectiva de la Historia Natural, no así, con los aspectos fundamentales de la Biología, que implican visiones más sistémicas propias de lo vivo.

La concepción **B**, en comparación con el nivel de referencia de la hipótesis de progresión, ocupa un lugar de menor complejidad, dado que hace alusión al objeto de la Biología, como las características fundamentales de lo vivo (o temas claves de la Biología) pero sin llegar a relacionarlas en una unidad sistémica. De otra parte, la mayoría de los estudiantes, no contemplan aspectos epistemológicos tales como la forma de producir el Conocimiento Biológico. Esta concepción tiene en cuenta a los sistemas vivos como objeto de estudio y enuncia algunas relaciones muy generales entre lo vivo y lo no vivo, entre el hombre y la naturaleza. En contraste, en el nivel de referencia se enfatiza en la particularidad del Conocimiento Biológico en cuanto a las características holísticas que identifican a lo vivo como, por ejemplo, sus capacidades para autoorganizarse, autorregularse y automantenerse como un todo, como un sistema.

Dicho de otra manera, el conocimiento biológico correspondiente al nivel de referencia de la hipótesis de progresión es epistemológicamente diferenciado, especialmente por su perspectiva sistémica. Se debe llamar la atención sobre la autonomía de la Biología, como ciencia genuina y auténtica, que la diferencia de las llamadas ciencias físicas. Esto, implica hacer énfasis en el estudio del todo a partir de las interrelaciones que se tejen entre sus partes constituyentes, que a la vez sólo pueden ser posibles en la dinámica del todo a partir de la autoorganización y autorregulación, y no como en el enfoque fisicalista característico de la Biología mecanicista, en el que se hace un abordaje de tipo analítico. Desde la perspectiva del nivel de referencia, el Conocimiento Biológico está provisto de características propias, que lo diferencian de los conocimientos físico y químico. Aunque ello no implica que la Biología tenga una independencia absoluta, dado que para poder explicar los fenómenos complejos de la naturaleza, y de lo vivo, intervienen varias disciplinas y ciencias, incluidas la Física y la Química.

Como se puede observar en la Figura 3.1., de todas las concepciones encontradas, la C se ubica más próxima al nivel de referencia de la hipótesis de progresión, ya que se refiere a una visión evolucionada frente al objeto de estudio, y a la naturaleza del Conocimiento Biológico, al tener en cuenta su condición sistémica y compleja. Sin embargo no alcanza el mismo nivel, dado que tan solo un estudiante contempla aspectos de orden epistemológico, al expresar la dificultad que existe en la Biología para la experimentación y la formulación de leyes, lo cual concuerda con lo planteado por Mayr, cuando explica que en Biología es difícil experimentar dada “la significativa función que cumple el azar y la aleatoriedad en los sistemas biológicos” Mayr (2006:45), así como la existencia de una gran diversidad de fenómenos biológicos. Los demás estudiantes con la concepción C, no se refieren a las particularidades del conocimiento biológico en la metodología que se utiliza para su producción. Como ya se ha mencionado, para producir conocimiento en esta ciencia, dadas las características de lo vivo, los experimentos clásicos que se realizan en la Física y en la Química, no son posibles.

El Conocimiento Biológico se caracteriza por:

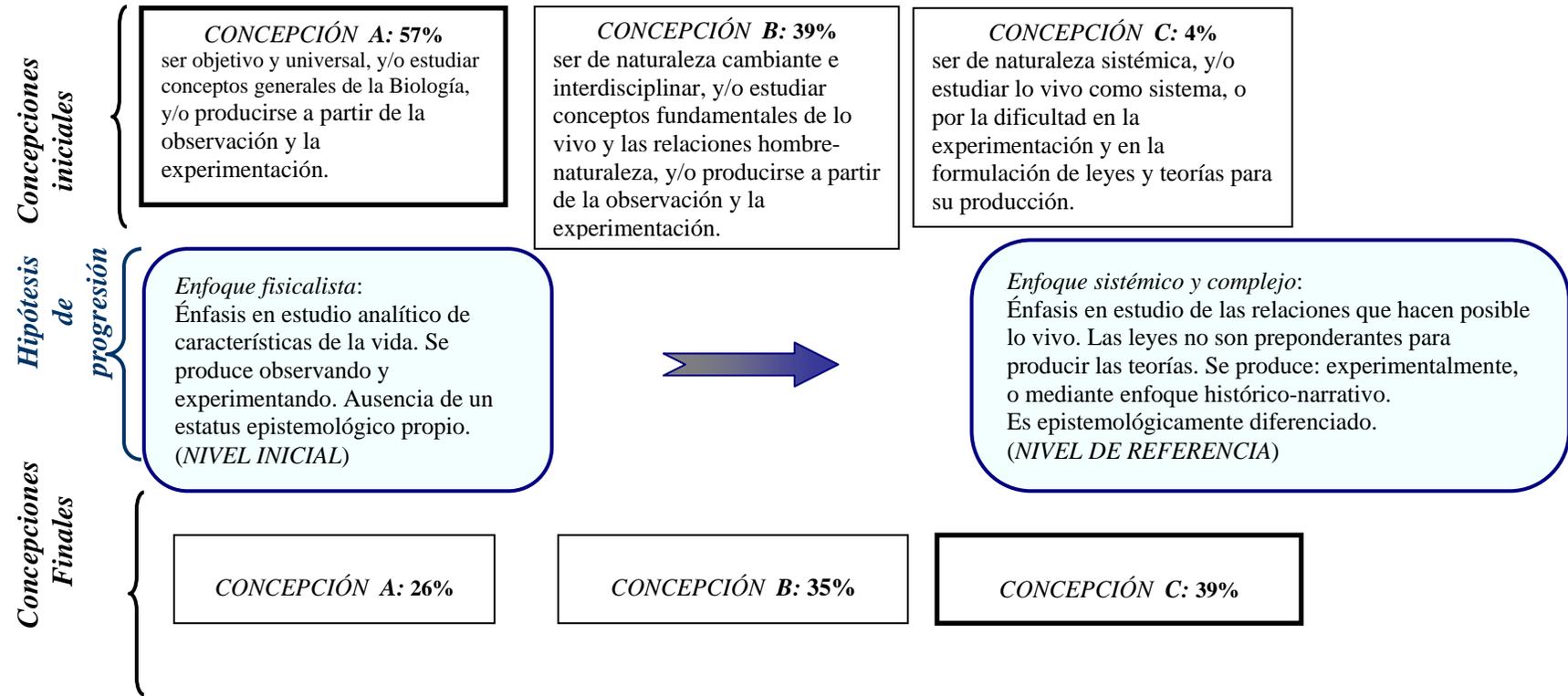


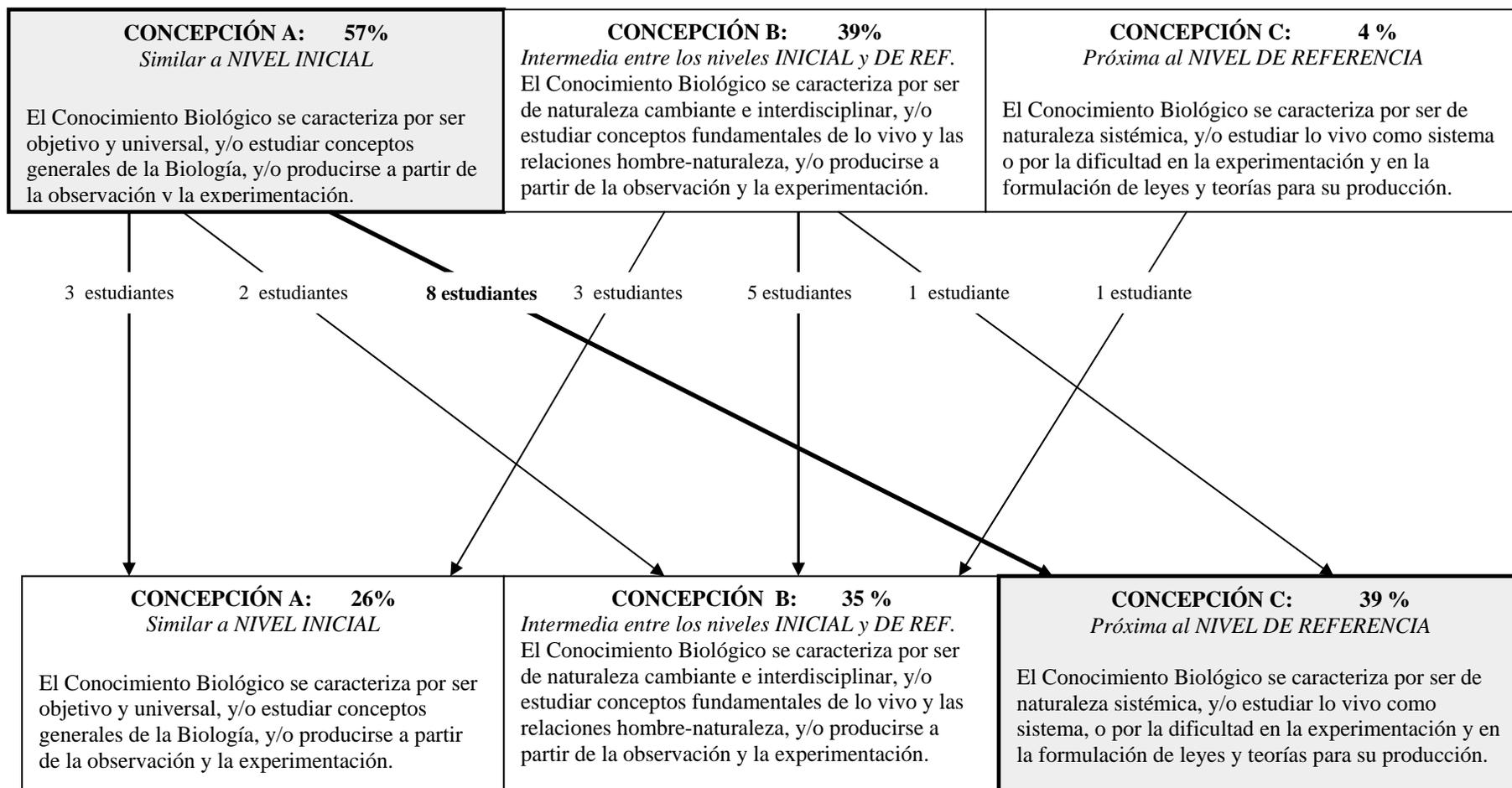
Figura 3.1. Comparación de la hipótesis de progresión y las concepciones detectadas en los futuros profesores acerca de las características del Conocimiento Biológico en dos momentos del proceso formativo

Evolución de las concepciones

En lo que atañe a los cambios de concepciones, al comparar los dos momentos del proceso formativo, nótese en la Figura 3.2. que al finalizar el desarrollo del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*, en su mayoría, muestran una progresión, presentando visiones menos empírico-positivistas y una aproximación al enfoque sistémico. Mayoritariamente modifican sus concepciones a otras más complejas (once estudiantes). De esos cambios, el más frecuente corresponde a la modificación de la concepción A, a la concepción C (ocho estudiantes).

En menor proporción (ocho estudiantes), mantienen sus concepciones, correspondientes a niveles de complejidad intermedio, o inicial (B o A, respectivamente). Sólo cuatro docentes en formación modificaron sus concepciones a niveles de complejidad menor (tres de la B a la A, y uno de la C a la B).

Llama la atención que, sumados los estudiantes que no modifican sus concepciones (ocho) con los que las modificaron por unas menos complejas (cuatro), superan en cantidad a los que las modificaron por otras más evolucionadas. Ello coincide con estudios (a los cuales se hará referencia más adelante) realizados con profesores en formación inicial, y en ejercicio, en los que se evidencia que las concepciones empírico-positivistas son arraigadas.



332

Figura 3.2. Cambios de concepciones acerca de las características del Conocimiento Biológico. En la parte superior las concepciones de la fase inicial y en la inferior las de la fase final del proceso formativo.

1.2. Concepciones sobre la producción del Conocimiento Biológico

Los datos tenidos en cuenta para esta subcategoría de investigación están conformados por las respuestas dadas por los futuros profesores a la primera pregunta del cuestionario (ver Anexo 3).

Al contestar las preguntas, los docentes en formación hacen referencia, por lo menos a uno de los siguientes aspectos relacionados con la producción del conocimiento biológico:

- La manera como se produce dicho conocimiento, lo cual tiene que ver con la metodología que se utiliza (observación, experimentación, método científico, validación, etc.). Este aspecto también está relacionado con las condiciones contextuales y los procesos implicados en dicha producción.
- Quiénes lo hacen (una ó más personas, su nivel de formación, etc.).
- Los motivos para hacerlo (para: conocer, generalizar, explorar, etc.)

Las concepciones detectadas en los futuros profesores son las siguientes:

- **Concepción O:** El Conocimiento Biológico es producido por los investigadores frente a la necesidad de conocer.
- **Concepción A:** El Conocimiento Biológico es producido por los investigadores mediante la observación, la experimentación o la implementación del método científico.
- **Concepción B:** El Conocimiento Biológico es producido por los investigadores a partir de los referentes teóricos.
- **Concepción C:** El Conocimiento Biológico es producido por los investigadores, o por la comunidad científica como una sistematización, y/o como un proceso cambiante a lo largo de la historia, y/o es influenciado por condiciones contextuales y/o con la participación de varias disciplinas científicas.

Fase inicial

En esta fase del proceso formativo predomina la concepción **A**, la cual comparte características con el referente epistemológico empírico-positivista, por cuanto se cree que el conocimiento surge directamente a partir del objeto de estudio (organismo, fenómeno natural, etc.), mediante su observación y/o experimentación. Esto corresponde con un enfoque inductivista en el que predomina la percepción. Para algunos estudiantes con esta concepción, el Conocimiento Biológico se produce implementando el método científico:

Ci2-E15 [El concepto especie] *Se produjo a partir de la observación detallada de los comportamientos y adaptaciones propias de organismos determinados.*

Ci8-E27 [En producción del concepto especie] *Un sujeto puede plantearse la duda, o por azar llegó a esta, creo que debió realizar una serie de observaciones de los organismos, indicando similitudes, diferencias y pautas en el comportamiento. Como aplicando el método científico, hasta que interpretó los datos de modo tal que el concepto pudiera ser aplicado como una generalidad.*

La concepción que sigue en frecuencia es la **O**. Los futuros profesores no se refieren a la manera como se produce el Conocimiento Biológico sino que se limitan a manifestar lo que motiva dicha producción, es decir, a la necesidad de clasificar los organismos, lo cual corresponde con la perspectiva de la Historia Natural:

Ci4- E18 [Respecto a la producción del concepto especie] [sic] *A partir de la necesidad de organización y clasificación de los seres vivos, considero uno de los primeros que definieron el concepto fue Linneo y complementado por Darwin.*

Los estudiantes con la concepción **C**, consideran que el Conocimiento Biológico es producido por investigadores, mediante procesos rigurosos que implican el análisis (por ejemplo comparando) de los datos obtenidos a partir de la observación. Dentro de esta concepción dos de los estudiantes, poseen un nivel más evolucionado al considerar, que la producción del conocimiento constituye un proceso histórico:

Ci9-E29 [El concepto especie] [sic] *Se produjo mediante observaciones e identificación de características de organismo y sus limitaciones frente a otros.*

Fue producto de análisis de observaciones de intelectuales a través de diferentes épocas, quienes lanzando conceptos buscaron su perfeccionamiento haciendo que este albergara las características esenciales de una especie en el campo de la biología.

La concepción intermedia, desde el punto de vista del grado de complejidad, es la **B** y corresponde a la menos frecuente (ver Tabla 3.3.). Según esta, el conocimiento no se induce directamente a partir de la observación, sino que su producción está mediada por referentes teóricos (en el caso del concepto especie, el referente es la teoría de la evolución), es decir, se observa desde un marco conceptual. Incluso, un estudiante considera, además, que el Conocimiento Biológico es el producto de una reconstrucción histórica:

Ci16-E14 [Para la producción del concepto especie] A partir de las teorías evolutivas, directamente las relacionadas con Darwin y su planteamiento sobre selección natural (Con Darwin se jugó la teoría evolutiva más acertada de aquí en adelante vino el nuevo concepto de especie.)
[...] es una definición [de especie] para mí obvia, aunque llegar a comprender este concepto me costó lectura y es un hecho que se produjo a partir de la historia evolutiva de la vida en la tierra, comprender su diversidad y sistematizarla y organizarla.

Tabla 3.3. *Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de la producción del Conocimiento Biológico, en la fase inicial del proceso formativo.*

En sombreado se resalta la concepción predominante

UNIDADES DE INFORMACIÓN	PROPOSICIONES	CONCEPCIONES DETECTADAS
Ci4-E18 Ci6-E19 Ci10- E7 Ci22-E12 Ci27-E1	El Conocimiento Biológico (en el caso del concepto de especie) lo producen investigadores ante necesidad de clasificar lo vivo.	Concepción O: (5 estudiantes) El Conocimiento Biológico es producido por los investigadores frente a la necesidad de conocer.
Ci2-E15 Ci29-E3 Ci5-E5 Ci32-E17 Ci11-E8 Ci12-E13	El Conocimiento Biológico (en el caso del concepto de especie) lo produce(n) investigador(es) directamente a partir de la observación, buscando hacer generalizaciones.	Concepción A: (11 estudiantes) El Conocimiento Biológico es producido por los investigadores mediante la observación, la experimentación o la implementación del método científico.
Ci8-E27 Ci23-E9 Ci13-E22 Ci30-E6	El Conocimiento Biológico (en el caso del concepto de especie) lo produce uno o más investigadores mediante la aplicación del método científico.	
Ci7-E21	El Conocimiento Biológico (en el caso del concepto de especie) se produce mediante la observación y experimentación de manera corroborable.	
Ci14-E23 Ci21-E11	El Conocimiento Biológico (en el caso del concepto de especie) lo producen investigadores a partir de referentes teóricos (teoría de la evolución, selección natural) y de la observación.	Concepción B: (3 estudiantes) El Conocimiento Biológico es producido por los investigadores a partir de los referentes teóricos.
Ci16-E14	El Conocimiento Biológico (en el caso del concepto de especie) lo producen investigadores a partir de los referentes teóricos (selección natural) y de la reconstrucción histórica.	
Ci1-E4 Ci18-E24	El Conocimiento Biológico (en el caso del concepto de especie) lo producen investigadores mediante procesos de sistematización de datos.	Concepción C: (4 estudiantes) El Conocimiento Biológico es producido por los investigadores o por la comunidad científica como una sistematización, y/o como un proceso cambiante, y/o es influenciado por condiciones contextuales y/o con la participación de varias disciplinas científicas.
Ci9-E29 Ci15-E2	El Conocimiento Biológico (en el caso del concepto de especie) lo producen investigadores como un proceso de sistematización histórico.	

Fase final

Todos los estudiantes, excepto uno, se caracterizan por la concepción C, la cual hace énfasis en quiénes producen el Conocimiento Biológico y la manera como lo hacen. El elemento predominante en esta concepción es considerar que dicho conocimiento es producido como consecuencia del trabajo entre varios investigadores. Es decir, que no es generado por especialistas de forma individual sino que implica un trabajo colectivo que conlleva a la validación, mediante procesos que involucran reflexiones, confrontaciones y consensos que derivan en el aval y la comunicación por parte de la comunidad científica. De igual manera, consideran que en la producción de dicho conocimiento, mediatiza la sistematización que implica argumentación, organización, análisis y establecimiento de relaciones. Cabe anotar que ningún docente en formación hace referencia a la utilización del método científico. Estas son algunas de las afirmaciones de los estudiantes-profesores:

Cf4-E18 [Los conceptos biológicos] *Considero surgen de la actividad investigativa de una comunidad científica, quienes dependiendo del paradigma en el cual estén insertos generan y avalan conceptos para el mundo de la ciencia.*

Cf20-E2 [sic] *Creo que los conceptos biológicos se producen cuando en la comunidad científica, varios grupos investigativos o personas, en sus procesos investigativos llegan a conclusiones similares y se requiere hacer una definición oficial que denomine la idea o el fenómeno para que se sepa de que se está hablando, para facilitar la comprensión y la comunicación. Diferentes personas o grupos de personas que trabajan investigando en un área de estudio particular llegan a conclusiones parecidas de un aspecto determinado; para establecer consensos y saber que todos se refieren a lo mismo, definen conceptualmente el fenómeno, ideas o situación.*

De otra parte, dos futuros profesores hacen referencia a las condiciones que inciden en la producción del conocimiento (Tabla 3.4.), tales como los factores históricos, sociales, políticos y económicos. Esta es una de las afirmaciones:

Cf29-E6 [Respecto a la producción del Conocimiento Biológico] [sic] *Los desarrollos conceptuales, se dan por una serie de procesos condicionados al contexto, (la historia, política, económico, social.). Los cambios de paradigmas y el surgimiento de cualquier paradigma, requiere un gran esfuerzo intelectual. De esta forma la metodología científica aporta elementos a la construcción de conocimiento.*

Se podría pensar que para una de las docentes en formación con la concepción C, la producción del Conocimiento Biológico está asociada a rupturas epistemológicas:

Cf28-E3 *Los conceptos biológicos son producidos por gente de la comunidad científica a partir de la corroboración de hipótesis a través de experimentación. Los paradigmas manejan unos conceptos, pero las fisuras que ellos poseen dan pauta para los cambios de pensamiento y con esto el de los conceptos.*

Tan sólo un estudiante posee la concepción O, refiriéndose a la producción del Conocimiento Biológico únicamente como necesidad de encontrar respuesta a una necesidad.

Tabla 3.4. *Concepciones de los futuros profesores de Biología, en la fase final del proceso formativo, acerca de la Producción del Conocimiento Biológico.* En sombreado se resalta la concepción predominante.

UNIDADES DE INFORMACIÓN	PROPOSICIONES	CONCEPCIONES DETECTADAS
Cf8-E19	El Conocimiento Biológico se produce ante la necesidad de explorar y descubrir.	Concepción O: (1 estudiante) El Conocimiento Biológico es producido por los investigadores frente a la necesidad de conocer.
Cf1-E4 Cf20-E2 Cf4-E18 Cf22-E14 Cf6-E5 Cf23-E24 Cf10-E21 Cf24-E9 Cf11-E27 Cf25-E11 Cf13-E29 Cf26-E12 Cf14-E7 Cf27-E1 Cf16-E8 Cf30-E17	El Conocimiento Biológico es producido, validado, avalado y comunicado por la comunidad científica. Requiere la sistematización.	Concepción C: (22 estudiantes) El Conocimiento Biológico es producido por los investigadores o por la comunidad científica como una sistematización, y/o como un proceso cambiante, y/o es influenciado por condiciones contextuales y/o con la participación de varias disciplinas científicas.
Cf28-E3 Cf17-E13	El Conocimiento Biológico es producido, por la comunidad científica como un proceso cambiante.	
Cf3-E15 Cf18-E22 Cf19-E23 Cf29-E6	El Conocimiento Biológico es producido, por la comunidad científica bajo condiciones contextuales específicas (históricas, sociales, políticas, económicas y personales) y/o de manera interdisciplinaria.	

Comparación con la hipótesis de progresión.

Al contrastar la hipótesis de progresión con las ideas de los estudiantes, se

observa que la concepción **O** posee menos complejidad que el nivel inicial de la hipótesis, dado que la primera hace referencia a lo que motiva a producir el conocimiento, pero no a quiénes lo producen, ni a la metodología que ha de emplearse.

La concepción **A** coincide con el nivel inicial de la hipótesis. Corresponde a una perspectiva empírico-positivista, al considerar que observando, experimentando, o aplicando el método científico, se produce de una manera directa el conocimiento. Dicha idea coincide con una ciencia mecanicista en la cual la principal metodología para producir conocimiento es el experimento. Además, en los dos casos, se cree que dicho conocimiento es producido por investigadores y no aparece la idea de la comunidad científica.

En la concepción **B**, a pesar de considerarse que los referentes teóricos constituyen un aspecto relevante en la producción del Conocimiento Biológico (y no solamente lo empírico), no se refiere a la importancia de la participación de la comunidad científica, tampoco tiene en cuenta el carácter dinámico y cambiante de los procesos implicados en dicha producción a lo largo de la historia. En consecuencia, esta concepción no alcanza la complejidad del nivel de referencia.

La concepción **C**, caracterizada por considerar que la producción del Conocimiento Biológico implica procesos de sistematización y que es cambiante a lo largo de la historia, presenta diferencias en los dos momentos del proceso formativo. Así, en la fase inicial es menos compleja dado que no hace referencia a la participación de una comunidad de científicos en la validación del conocimiento, tampoco tiene en cuenta que la producción de conocimiento está influenciada por diferentes factores y condiciones contextuales.

Como se puede observar en la Figura 3.3., en ninguno de los dos momentos formativos, la concepción **C** alcanza el grado de complejidad del nivel de referencia de la hipótesis de progresión, debido a que los estudiantes no tienen en cuenta los aspectos metodológicos específicos de la producción de conocimiento en la Biología, como es el caso de las limitaciones de la experimentación,

derivados fundamentalmente de las características de los sistemas vivientes, que los diferencia del objeto de estudio de otras ciencias. En ningún caso mencionan métodos diferentes al científico, o a la forma aislada de observación, o de experimentación. Esto contrasta con los conceptos biológicos correspondientes específicamente a causas remotas (propios de la Biología evolutiva), en los que la principal forma de producir conocimiento es mediante la narración histórica, a partir de la reconstrucción comparativa de diversos hallazgos que generalmente no son de tipo experimental sino, más bien, derivados de la observación.

El Conocimiento Biológico es producido:

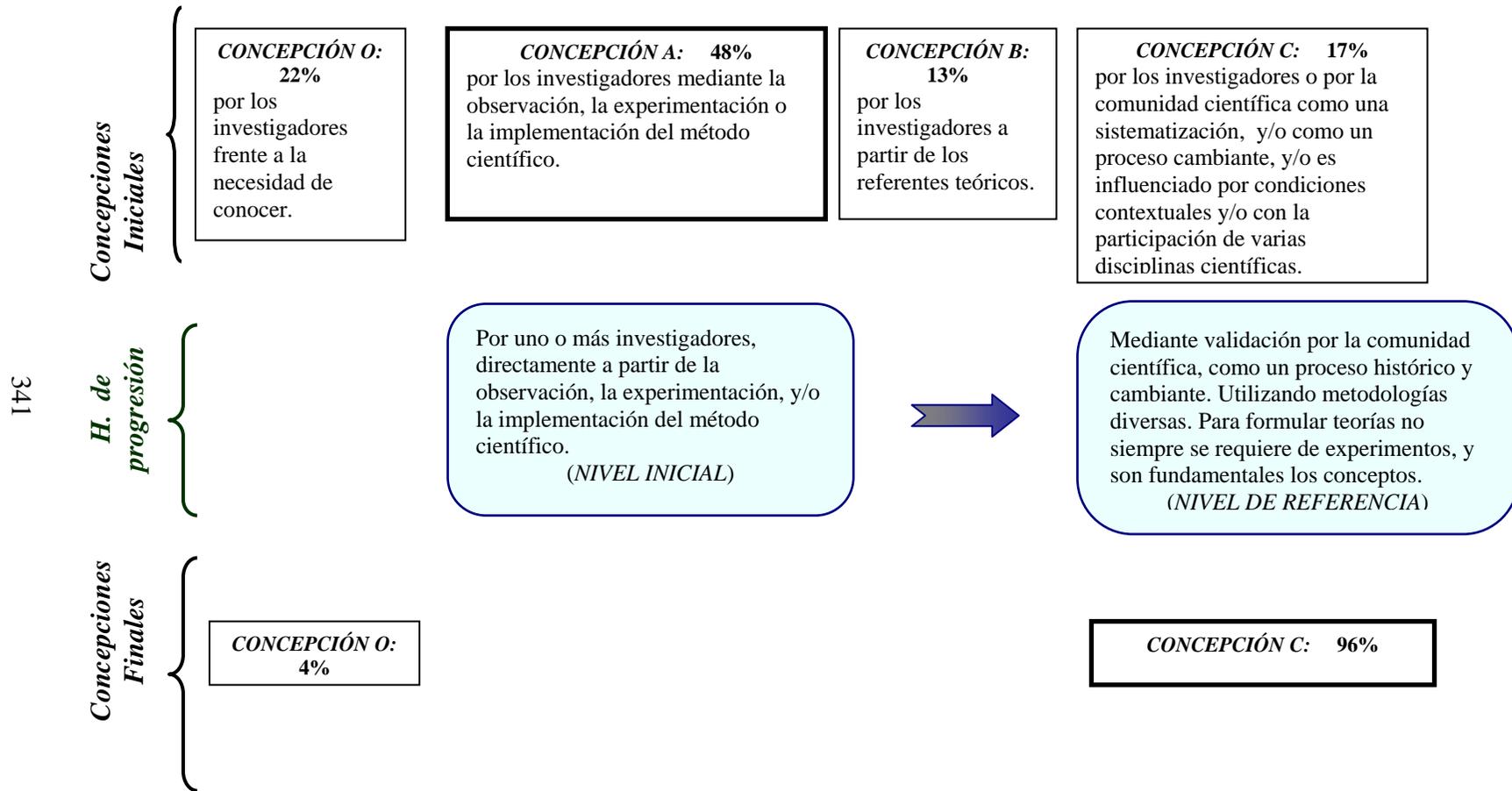
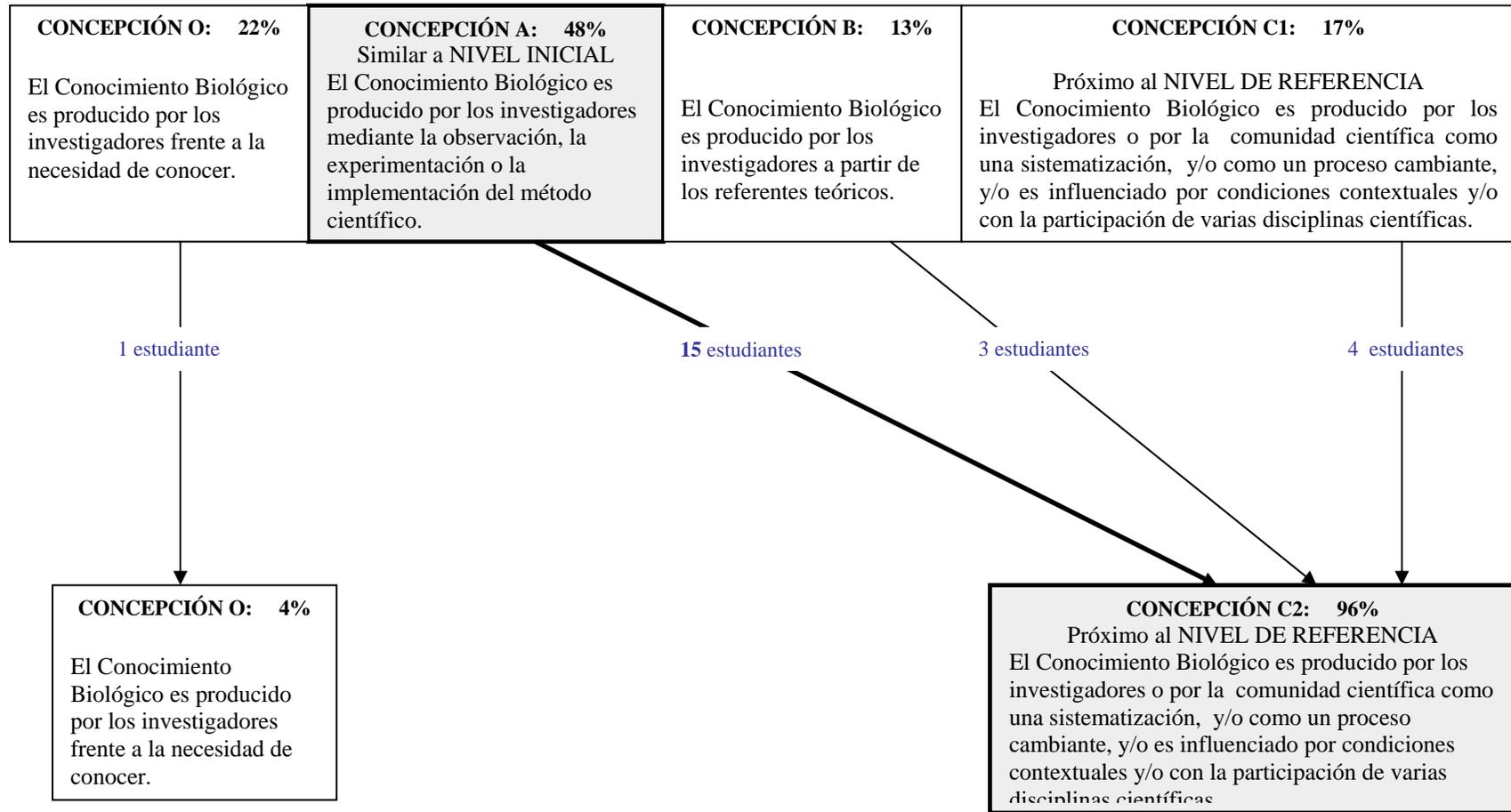


Figura 3.3. Comparación de la hipótesis de progresión y las concepciones detectadas en los futuros profesores acerca de la producción del conocimiento biológico al iniciar y finalizar el proceso formativo

Evolución de las concepciones.

Como se representa en la Figura 3.4., al finalizar el proceso formativo la mayoría de estudiantes-profesores (dieciocho de veintitrés) cambian sus concepciones sobre la producción del Conocimiento Biológico de un nivel menos complejo hasta la concepción más evolucionada.

El cambio más frecuente es de la concepción **A**, a la concepción **C**. Así, en la fase final los estudiantes consideran que para producir el Conocimiento Biológico es menester la participación de la comunidad de científicos, principalmente en lo pertinente a la validación y comunicación de dicho conocimiento. En contraste, en la fase inicial los estudiantes-profesores se refieren a personas con formación en investigación, pero no a una comunidad constituida por los diferentes grupos de científicos. Al respecto, es relevante que los estudiantes manifiestan que el conocimiento no es producido por personas de manera individual, sino que resulta de un proceso donde es sometido a consideración por pares académicos. Cabe señalar que tradicionalmente en los textos escolares se presentan los conceptos biológicos como si hubiesen sido producidos por científicos en solitario lo cual contribuye a la construcción de una imagen deformada de la ciencia. Otro aspecto importante en la evolución de las concepciones tienen que ver con asumir, en la fase final, la producción del Conocimiento Biológico como un proceso cambiante, lo cual está relacionado con la existencia de rupturas, superación de obstáculos y surgimiento de paradigmas. El otro elemento del cambio de las concepciones es considerar que existen condiciones contextuales de diferente índole (económico, social, político) que inciden en dicho proceso de producción. En cuanto a los estudiantes que mantienen sus concepciones al finalizar el proceso formativo, cuatro conservan la **C**, y tan sólo uno la **O**. La concepción **C** presenta dos niveles de complejidad. Así, en la fase final, se tienen en cuenta comunidades científicas que validan el Conocimiento Biológico. Mientras que en la inicial se considera que dicho conocimiento es producido por investigadores (que no alcanzan el nivel de organización de la comunidad científica) mediante procesos rigurosos.



343

Figura 3.4. Cambios de concepciones sobre la producción del conocimiento biológico. En la parte superior las concepciones de la fase inicial y en la inferior las de la fase final del proceso formativo.

1.3. Concepciones sobre las finalidades del Conocimiento Biológico

A partir de las respuestas dadas por los futuros profesores a la segunda pregunta del cuestionario (ver Anexo 3) tanto al iniciar como al finalizar el *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*, se obtuvieron los datos correspondientes a esta subcategoría de investigación. Los estudiantes se refieren a las finalidades de la Biología tomando en consideración uno o dos de los siguientes aspectos:

- La producción de conocimiento: el conocimiento general de la Biología y la naturaleza (como los fenómenos naturales, la vida, etc.); el conocimiento de aspectos específicos de la Biología (por ejemplo el carácter sistémico de lo vivo); procedimientos o conocimientos de aplicación (por ejemplo tecnologías).
- El desarrollo de actitudes y valores frente a la naturaleza: la vida y lo vivo, su uso y su conservación.

Teniendo en cuenta el grado de complejidad de los aspectos antes mencionados, se detectaron las siguientes concepciones:

- **Concepción A:** La finalidad de la Biología es producir conocimientos referentes a aspectos generales de la vida y de la naturaleza.
- **Concepción C:** La finalidad de la Biología es producir conocimientos relacionados con la naturaleza y lo vivo y/o desarrollar actitudes para su conservación y valoración, y/o aplicar dichos conocimientos.

Fase inicial.

La concepción mayoritaria al inicio del proceso formativo es la **C**. Los estudiantes con esta concepción consideran que los propósitos de la Biología son: producir conocimiento y desarrollar actitudes. Dichas actitudes y valores a los que se hace referencia están relacionadas con la sensibilización por la vida y por la naturaleza, y su consecuente conservación:

Capítulo 3. Presentación, análisis y discusión de los resultados

Ci.31-E4: [Son finalidades de la Biología:] preservar la vida; mejorar las relaciones hombre naturaleza; y vislumbrar las “maravillas” de la naturaleza.
Ci.48-E11: [Son finalidades de la Biología:] crear interés a todo el mundo sobre la preservación del medio ambiente; preservar la vida; y explicar los fenómenos naturales.

En cuanto a la finalidad de la Biología, de producir conocimientos, por una parte se refieren a conceptos teóricos y por otra a aplicaciones. Los primeros, tienen que ver con conceptos que permiten explicar, comprender, y/o interpretar aspectos relacionados con la naturaleza, la vida y /o lo vivo. Los estudiantes con la concepción C, en su mayoría, se refieren a estos conceptos con una aproximación a la perspectiva sistémica, al hacer énfasis en las interrelaciones:

Ci.50-E9: [Son finalidades de la Biología:] [sic] la relación de lo vivo con lo no vivo, la naturaleza tomada como un todo, la explicación de los fenómenos naturales y los mas importante la existencia de lo vivo y su evolución.
Ci.39-E7: [Son finalidades de la Biología:] conocer y comprender las múltiples interacciones entre los sistemas vivos y no vivo- y sistema vivo-vivo; establecer posibles verdades sobre el origen de la vida apoyados en otras ciencias como la paleontología etc.; y como ciencia forjar por el desarrollo de la naturaleza de lo vivo sin extraer de esta al hombre sino considerándolo parte de un todo.

Algunos, hacen hincapié en aplicaciones, que implican el mejoramiento en la calidad de vida, y la manipulación de los recursos biológicos. Por ejemplo:

Ci.42-E22: [Son finalidades de la Biología:] explicar los fenómenos naturales; crear los medios para un mejor nivel de vida; y causar el porqué de la vida humana, y mejorar el genoma.

La concepción minoritaria es la A (ver Tabla 3.5.). Se considera que la Biología tiene como principal propósito producir conocimientos relacionados con la naturaleza y la vida. Sin embargo, se refieren a aspectos muy generales y no a conceptos fundamentales de lo que caracteriza, concretamente a la Biología y su objeto de estudio. Un ejemplo:

Ci.34-E5: [Son finalidades de la Biología:] interpretación de la naturaleza; estudio de cuerpos vivientes; y exactitud conceptual.

Tabla 3.5. *Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de la finalidad del Conocimiento Biológico, al iniciar el proceso formativo.* En sombreado se resalta la concepción predominante.

UNIDADES DE INFORMACIÓN	PROPOSICIONES	CONCEPCIONES DETECTADAS
Ci.34-E5 Ci.35-E19 Ci.38-E29 Ci.40-E8 Ci.54-E17	La finalidad de la Biología es producir conocimiento general (fenómenos naturales, lo vivo, la vida, la naturaleza)	Concepción A: (5 estudiantes) La finalidad de la Biología es producir conocimiento referente a aspectos generales de la vida y de la naturaleza.
Ci.32-E15 Ci.39-E7 Ci.41-E13 Ci.46-E24 Ci.50-E9 Ci.51-E1 Ci.53-E6	La finalidad de la Biología es producir conocimientos relacionados con las interrelaciones entre los organismos y entre ellos y el medio (incluyendo relación hombre-naturaleza); o con los principios básicos de la vida	Concepción C: (18 estudiantes) La finalidad de la Biología es producir conocimientos relacionados con la naturaleza y lo vivo y/o desarrollar actitudes para su conservación y valoración, y/o aplicar dichos conocimientos.
Ci.31-E4	La finalidad de la Biología es desarrollar actitudes para la valoración y conservación de la naturaleza.	
Ci.33-E18 Ci.36-E21 Ci.43-E23 Ci.44-E2 Ci.45-E14 Ci.48-E11 Ci.52-E3	La finalidad de la Biología es producir conocimientos relacionados con la naturaleza y lo vivo, y actitudes de sensibilización ante la vida, la naturaleza y/o su conservación.	
Ci.37-E27 Ci.42-E22 Ci.49-E12	La finalidad de la Biología es producir conocimientos de la naturaleza y sus fenómenos, y de aplicación (para el mejoramiento de la vida).	

Fase final.

Como se muestra en la Tabla 3.6., la concepción detectada en prácticamente la totalidad de los estudiantes (excepto en uno) es la **C**. Se considera que la finalidad de la Biología es producir conocimiento para la comprensión y explicación de las características de la naturaleza, del entorno y de lo vivo; y a la vez el desarrollo de actitudes relacionadas con la valoración, el respeto y/o en especial la conservación de lo vivo, de la vida y/o del medio. De igual manera, se tienen en cuenta las aplicaciones. Los siguientes ejemplos, ilustran lo que atañe a los conceptos teóricos y las actitudes:

Cf.29-E4: [Son finalidades de la Biología:] *Dar explicación a los fenómenos que ocurren en el universo; dar cuenta de los procesos que permiten la vida; todo esto redundando en el respeto por la vida, la diferencia en pro de la conservación.*

Capítulo 3. Presentación, análisis y discusión de los resultados

Cf.49-E6: [Son finalidades de la Biología:] *Acercar al hombre a la comprensión de su entorno, ya que esto lo posibilita para respetar a los otros; y entablar relaciones que le permitan comprender su mundo como un sistema.*

Algunos estudiantes con la concepción **C** hacen hincapié en las aplicaciones de la Biología y las implicaciones que pueda tener en la sociedad:

Cf.31-E5: [Son finalidades de la Biología:] *Conocimiento epistemológico de los conceptos y teorías; interrelación ciencia- naturaleza- sociedad y tecnología; y establecimiento del porque de los seres vivos, no vivos y su evolución.*

Cf.36-E7: [Son finalidades de la Biología:] *Entender el mundo que nos rodea desde el empirismo; forjar el bienestar de lo vivo para lo que se hace necesario tener en cuenta también lo no vivo; entender el mundo; y crear estrategias para contrarrestar efectos nocivos dar una nueva perspectiva ante la vida.*

Tabla 3.6. *Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de la finalidad del Conocimiento Biológico, al finalizar el proceso formativo.* En sombreado se resalta la concepción predominante

UNIDADES DE INFORMACIÓN	PROPOSICIONES	CONCEPCIONES DETECTADAS
Cf.37-E8	La finalidad de la Biología es producir conocimientos generales tales como la naturaleza y la vida.	Concepción A: (1 estudiante) La finalidad de la Biología es producir conocimientos referentes a aspectos generales de la vida y de la naturaleza.
Cf.29-E4 Cf.42-E14 Cf.30-E18 Cf.43-E24 Cf.33-E21 Cf.44-E11 Cf.34-E27 Cf.45-E12 Cf.35-E29 Cf.47-E1 Cf.39-E22 Cf.49-E6 Cf.40-E23 Cf.50-E17 Cf.41-E2	La finalidad de la Biología es: producir conocimientos relacionados con las características de la naturaleza, del entorno, de lo vivo, de la vida (con una aproximación a la perspectiva sistémica), y desarrollar actitudes como valorar, respetar y/o conservar lo vivo, la vida y el medio.	Concepción C: (22 estudiantes) La finalidad de la Biología es producir conocimientos relacionados con la naturaleza y lo vivo y/o desarrollar actitudes para su conservación y valoración, y/o aplicar dichos conocimientos.
Cf.32-E19 Cf.38-E13 Cf.46-E9 Cf.48-E3	La finalidad de la Biología es producir conocimientos sobre las interrelaciones entre sistemas y las características de la vida.	
Cf.31-E5	La finalidad de la Biología es desarrollar conocimiento epistemológico y establecer relaciones CTS.	
Cf.36-E7 Cf.163-E15	La finalidad de la Biología es producir conceptos para comprender el mundo, resolver problemas y lograr el bienestar de lo vivo.	

Comparación con la hipótesis de progresión

La concepción **A** se ubica representando un grado de complejidad similar al nivel inicial de la hipótesis, debido a que se limita a la producción de conocimientos relacionados con aspectos muy generales de la naturaleza y de la vida. Se desconoce la importancia de desarrollar actitudes y valores frente a la vida. Además, no se tienen en cuenta las aplicaciones de dicho conocimiento, por ejemplo en el desarrollo de técnicas y tecnologías, las cuales tienen implicaciones en la sociedad.

La concepción **C** posee una complejidad próxima al nivel de referencia de la hipótesis de progresión, dado que además de referirse a la producción de conocimientos propios de la naturaleza y de lo vivo, y de enfatizar en la importancia del desarrollo de actitudes para la conservación de los recursos naturales, hace hincapié en las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS), en lo que tiene que ver con las aplicaciones del Conocimiento Biológico. No obstante, cabe aclarar que ninguno de los estudiantes, con esta concepción, incluye simultáneamente todos los aspectos del nivel de referencia de la hipótesis.

Además, en lo que tiene que ver con la producción de conocimientos de lo vivo, los conceptos a los que hacen referencia no corresponden a lo fundamental de la Biología y de su objeto de estudio, es decir, de aquellas características que los diferencian de las demás ciencias y objetos.

Otra razón por la cual la concepción **C** no alcanza el nivel de referencia de la hipótesis es no tener en cuenta como propósito la producción de los procedimientos necesarios para el desarrollo de la Biología y la producción del Conocimiento Biológico.

En la Figura 3.5., se muestra la comparación entre las concepciones encontradas en los futuros profesores en los dos momentos del desarrollo del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*, y la hipótesis de progresión.

La finalidad de la Biología es:

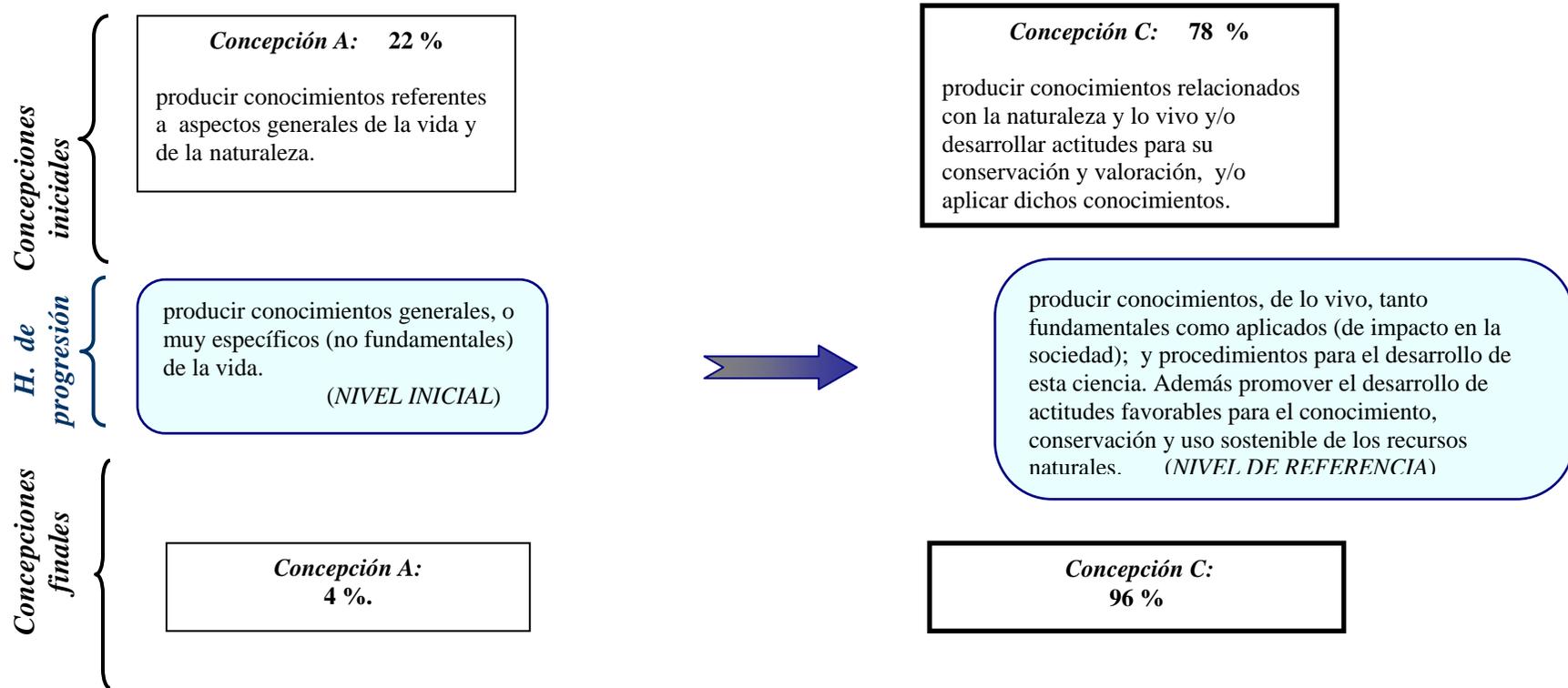


Figura 3.5. Comparación de la hipótesis de progresión y las concepciones detectadas en los futuros profesores acerca de la finalidad del Conocimiento Biológico, al iniciar y al finalizar el proceso formativo

Evolución de las concepciones

En relación con la progresión de las concepciones, como se puede visualizar en la Figura 3.6., la mayoría de estudiantes (dieciocho de veintitrés) conserva la concepción **C**. Así, en los dos momentos del proceso formativo predomina la idea de que la principal finalidad del Conocimiento Biológico es producir conceptos de la naturaleza, de la vida y de lo vivo, con una aproximación a la perspectiva sistémica. En esta concepción se considera la naturaleza como un todo y no como la mera suma de elementos, incluso se considera al hombre como constituyente de dicho sistema. De igual forma, tanto al iniciar, como al finalizar el *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*, la mayor parte de los docentes en formación considera que el desarrollo de actitudes que favorezcan el aprovechamiento y la conservación de los recursos naturales, es una finalidad de la Biología, al igual que el desarrollo de aplicaciones del Conocimiento Biológico para mejorar las condiciones de vida.

De los cinco estudiantes que en la fase inicial poseían la concepción **A**, cuatro lograron modificarla por la concepción **C** en la fase final. En contraste, tan sólo un estudiante no la cambió.

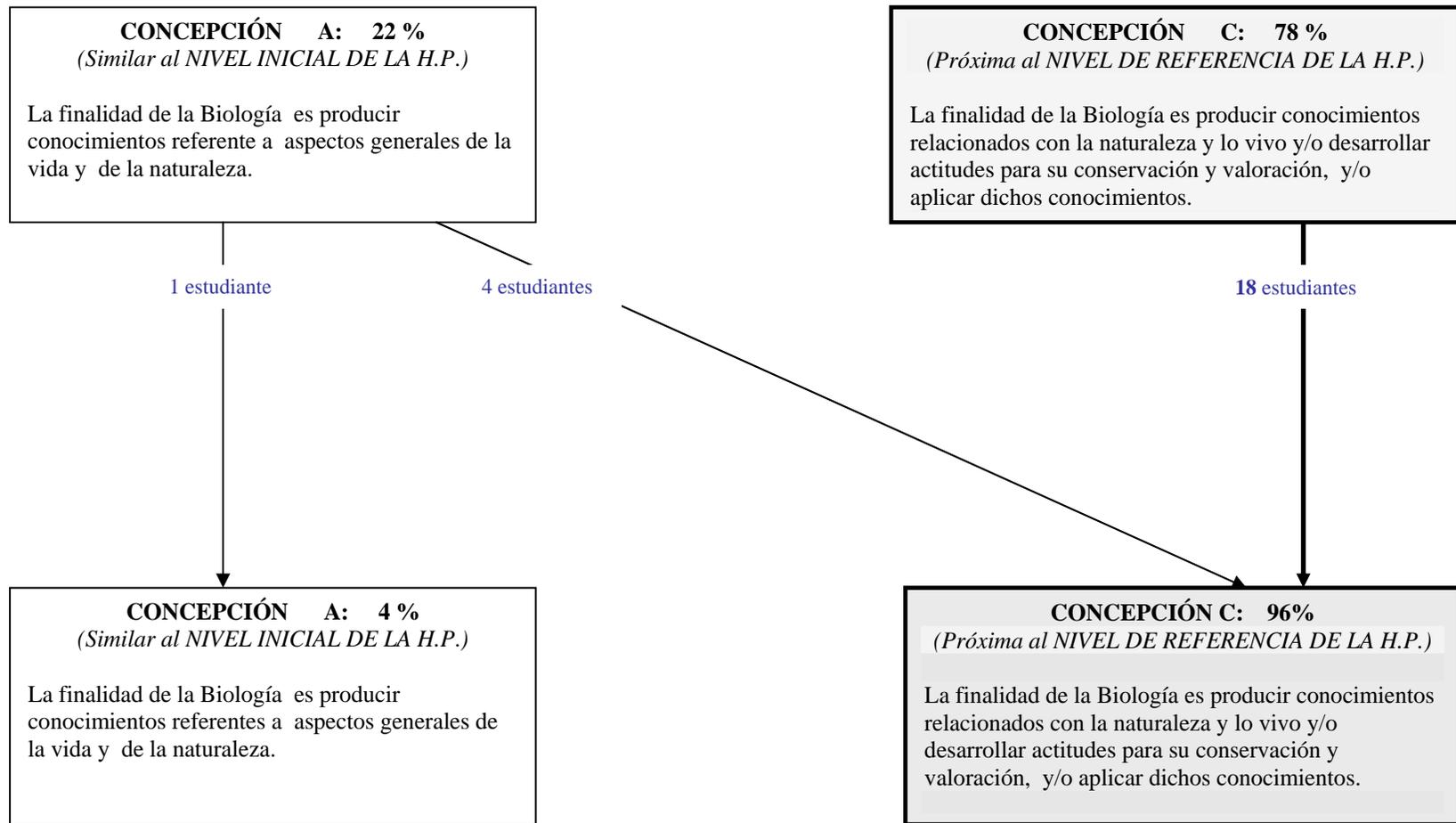


Figura 3.6. Cambios de concepciones sobre la finalidad del conocimiento biológico. En la parte superior las concepciones de la fase inicial y en la inferior las de la fase final del proceso formativo.

1.4. Concepciones sobre los principales contenidos del Conocimiento Biológico

Los resultados de esta subcategoría se han obtenido a partir de las respuestas a la séptima pregunta del cuestionario (ver Anexo 3) en las fases inicial y final del proceso formativo. Los futuros profesores hacen referencia a los principales contenidos de la Biología teniendo presente principalmente dos aspectos: los conceptos biológicos y los campos (o ramas) de esta ciencia. Los niveles de estructuración y complejidad de unos y otros, varían desde listados de conceptos de distinto tipo, hasta conceptos biológicos fundamentales y ramas esenciales de la Biología. Los conceptos fundamentales se refieren a aquellos conceptos estructurantes correspondientes a lo que caracteriza a lo vivo (por ejemplo la autorregulación y autoorganización, la herencia, etc.). Las ramas esenciales son los campos que se ocupan del estudio de las principales características de lo vivo, es el caso de la genética.

Desde esta perspectiva, se detectan las concepciones que se presentan a continuación:

- **Concepción A:** Los principales contenidos de la Biología son conceptos biológicos y/o campos de esta Ciencia, de diversos tipos y niveles de complejidad.
- **Concepción B:** Los principales contenidos de la Biología son conceptos biológicos fundamentales y/o campos esenciales de esta ciencia.
- **Concepción C:** Los principales contenidos de la Biología son conceptos biológicos fundamentales y procedimientos requeridos en la producción de Conocimiento Biológico.

Fase inicial

Al iniciar el proceso formativo la concepción predominante es la **A**. Los docentes en formación con dicha concepción, consideran que los principales contenidos de la Biología corresponden ya sea a conceptos biológicos, o a campos de estudio de esta ciencia. En todos los casos, poseen diferentes grados de complejidad. Así, simultáneamente se consideran algunos conceptos y campos biológicos fundamentales

Capítulo 3. Presentación, análisis y discusión de los resultados

con otros que son, o muy generales, o por el contrario, muy específicos, y no corresponden a aspectos estructurantes de la Biología. Dadas las características de esta concepción, se denota una visión enciclopédica.

Como se puede observar en la siguiente unidad de información, se ubica en un mismo nivel, la genética con los insectos, y se excluyen conceptos centrales como la célula.

Ci.521-E8: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *Evolución*
- *Vida de Darwin*
- *Selección natural*
- *Fósiles*
- *Geología*
- *Botánica*
- *Hombre*
- *Estructura animal*
- *Genética*
- *Bioquímica*
- *Ecosistemas*
- *Conservación*
- *Insectos*
- *Termodinámica*
- *Animales (terrestres – marinos – aéreos)*

Dos estudiantes con la concepción **A**, hacen agrupaciones de conceptos y campos de estudio de la Biología que se asemejan a los contenidos que se presentan en los libros de texto. No obstante, excluyen algunos fundamentales como la evolución, e incluyen otros no exclusivos de la Biología como los átomos y las moléculas.

Ci.524-E23: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

Célula
funciones y organelos.
Qué es la vida
teorías
Biodiversidad
taxonomía animal y vegetal
Átomos y moléculas
enlaces, compuestos.

En la concepción **B**, se puede apreciar que los docentes en formación estructuran de una manera más coherente, tanto conceptos como ramas de estudio de la Biología, al identificar las principales características de lo vivo y de esta ciencia (ver Tabla 3.7.). Así, algunos hacen referencia a aspectos relativos de lo vivo como la autorregulación y

Capítulo 3. Presentación, análisis y discusión de los resultados

la evolución, o a las ramas de la Biología que se corresponden con las teorías celular, genética y evolutiva.

Ci.534-E6: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:] [sic]

Biología celular : - todos los reinos – morfología

- fisiología – bioquímica-termodinámica

Biología evolutiva:

- contextualización

- teorías

- de - organismos-planeta

Diversidad : reinos - anatomías

- morfologías

Ecología: - habitats

- poblaciones.] Colombia

Genética:

-clonación

Tabla 3.7. *Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de los principales contenidos del conocimiento biológico, en la fase inicial del proceso formativo.* En sombreado se resalta la concepción predominante

UNIDADES DE INFORMACIÓN	PROPOSICIONES	CONCEPCIONES DETECTADAS
Ci.513-E15 Ci.518-E27 Ci.526-E14	Los principales contenidos de la Biología corresponden a listados de conceptos de diversos tipos y niveles de complejidad: origen de la vida, célula, metabolismo, origen de la tierra, suelo, etc.	<p>Concepción A (17 estudiantes)</p> <p>Los principales contenidos de la Biología son conceptos biológicos y/o campos de esta ciencia, de diversos tipos y niveles de complejidad.</p>
Ci.514-E18 Ci.532-E1 Ci.533-E3 Ci.535-E17	Los principales contenidos de la Biología corresponden a listados de campos de esta ciencia, de diversos tipos y niveles de complejidad: microbiología, evolución, ecología, fisiología, botánica, biogeografía, etc.	
Ci.515-E5 Ci.516-E19 Ci.517-E21 Ci.520-E7 Ci.521-E8 Ci.530-E12	Los principales contenidos de la Biología corresponden a listados de conceptos y campos de esta ciencia de diversos tipos y niveles de complejidad: sistemática, limnología, microbiología, reinos, ecología, insectos, termodinámica, Darwin, mecanicismo, impacto ambiental, taxonomía, etc.	
Ci.512-E4 Ci.519-E29 Ci.524-E23 Ci.527-E24	Los principales contenidos de la Biología corresponden a agrupaciones de conceptos y/o campos de esta ciencia (con algún grado de coherencia entre si) de diversos tipos y niveles de complejidad: organismo (sistema, órgano, célula, átomo), reinos (protisto, fungus, vegetal, etc.), evolución (selección natural, deriva genética, etc.), etc.	
Ci.522-E13	Los principales contenidos de la Biología corresponden a conceptos fundamentales de esta ciencia (próximo a la visión sistémica): diferencias entre lo vivo y lo no vivo, sistemas autorregulables.	
Ci.523-E22 Ci.525-E2 Ci.529-E11 Ci.531-E9 Ci.534-E6	Los principales contenidos de la Biología corresponden a conceptos fundamentales de lo vivo (evolución, célula, genética, etc.) y/o a la historia y epistemología de esta ciencia.	<p>Concepción B (6 estudiantes)</p> <p>Los principales contenidos de la Biología son conceptos biológicos fundamentales y/o campos esenciales de esta ciencia.</p>

Fase final

Al culminar el proceso formativo continúa predominando la concepción A. Los estudiantes con esta concepción consideran que los principales contenidos del

Capítulo 3. Presentación, análisis y discusión de los resultados

Conocimiento Biológico son conceptos y ramas de estudio de la Biología con diversidad de características en cuanto a su grado de complejidad. Además, los presentan de diferente manera en cuanto a su organización (listados de conceptos, listados de ramas de la Biología, listados tanto de conceptos como de ramas biológicas, agrupaciones de conceptos y/o campos de estudio de la Biología). En el ejemplo que se presenta a continuación, se ubica en un mismo nivel a un concepto tan específico como es el de los fósiles, con otro tan estructurante en lo vivo como es la evolución:

Cf.306-E8: [Los contenidos fundamentales de la biología son:]

*Evolución

homología
analogía
convergente
divergente

*fósiles

*biología molecular

ADN

*ecología

*fisiología animal

*fisiología vegetal

*diversidad biológica

*biofísica

*bioquímica

*hombre (fisiología humana)

*taxonomía animal y vegetal

*metabolismo

Se aprecia un incremento de la cantidad de estudiantes con la concepción **B**, en comparación con la fase inicial del proceso formativo (se incrementó de 25% al 43%). En esta concepción, se identifican como principales contenidos del Conocimiento Biológico, los conceptos fundamentales de lo vivo (la evolución, el organismo, la célula, la homeostasis, etc.), al igual que los campos primordiales de la Biología (Genética, Ecología):

Cf. 319-E6: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *Teoría de los sistemas: pensamiento sistémico*
- *Fisiología animal- vegetal: homeostasis- autoorganización- autorregulación – patrones de organización.*
- *Biología celular- molecular- bioquímica*
- *Ecosistemas*
- *Anatomía*
- *Epistemología.*

La otra concepción encontrada en esta fase del proceso formativo es la **C**, en la

Capítulo 3. Presentación, análisis y discusión de los resultados

cual además de tener en cuenta conceptos de la naturaleza y de lo vivo, haciendo una aproximación a la perspectiva sistémica (ver Tabla 3.8.), se incluyen aspectos epistemológicos de la Biología:

Cf.310-E2: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

* *Teoría de sistemas*

Universo como sistema

Planeta como sistema

Organismos como sistema

* *Subsistemas del organismo*

Célula como sistema

Interacción entre los sistemas

* *Métodos y procedimientos para la investigación en biología*

Tabla 3.8. *Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de los principales contenidos del Conocimiento Biológico, en la fase final del proceso formativo.* En sombreado se resalta la concepción predominante

UNIDADES DE INFORMACIÓN	PROPOSICIONES	CONCEPCIONES DETECTADAS
Cf.297-E4 Cf.300-E5 Cf.302-E21 Cf.303-E27 Cf.304-E29	Los principales contenidos de la Biología corresponden a listados de conceptos de diversos tipos y niveles de complejidad: evolución, transformación de la energía, metabolismo, la vida, etc.	Concepción A (11 estudiantes) Los principales contenidos de la Biología son conceptos biológicos y/o campos de esta ciencia, de diversos tipos y niveles de complejidad.
Cf.320-E17	Los principales contenidos de la Biología corresponden a listados de campos de esta ciencia, de diversos tipos y niveles de complejidad: taxonomía, histología, etc.	
Cf.301-E19 Cf.305-E7 Cf.309-23	Los principales contenidos de la Biología corresponden a listados de conceptos y campos de esta ciencia de diversos tipos y niveles de complejidad: fotosíntesis, Darwin, anatomía, célula, glucólisis, etc.	
Cf.306-E8 Cf.317-E1	Los principales contenidos de la Biología corresponden a agrupaciones de conceptos y campos de esta ciencia (con algún grado de coherencia entre sí) de diversos tipos y niveles de complejidad: evolución (homología, analogía, etc.), genética (general y de poblaciones)	
Cf.298-E15 Cf.299-E18 Cf.308-E22 Cf.311-E14 Cf.312-24 Cf.314-E11 Cf.315-12 Cf.316-E9 Cf.318-E3 Cf.319-E6	Los principales contenidos de la Biología corresponden a conceptos fundamentales de lo vivo: evolución, célula, genética, ecología.	Concepción B (10 estudiantes) Los principales contenidos de la Biología son conceptos biológicos fundamentales y/o campos esenciales de esta ciencia.
Cf.307-E13 Cf.310-E2	Los principales contenidos de la Biología corresponden a conceptos fundamentales de lo vivo (con una aproximación a la perspectiva sistémica), y elementos epistemológicos de la Biología (procesos empleados en la producción del conocimiento, o enfoques: mecanicismo, pensamiento sistémico).	Concepción C (2 estudiantes) Los principales contenidos de la Biología son conceptos biológicos fundamentales y aspectos epistemológicos de esta ciencia.

Comparación con la hipótesis de progresión

En la Figura 3.7., se representan las relaciones entre la hipótesis de progresión y las concepciones de los futuros profesores en dos momentos formativos. La concepción predominante (concepción **A**) se corresponde con el nivel inicial de la

hipótesis de progresión, dado que en los dos casos se hace relación a varios conceptos y ramas de estudio de la Biología, los cuales no se organizan mediante el establecimiento de relaciones, sino que aparecen como simples listados de términos.

La concepción **B** muestra mayor grado de complejidad respecto a la concepción **A**, puesto que se refiere a los conceptos fundamentales que caracterizan lo vivo. En la Figura 3.7. se ubica entre los niveles inicial y de referencia de la hipótesis de progresión ya que se pueden llegar a considerar además de la composición, la estructura y la clasificación de lo vivo y de la vida, características tales como la evolución y la herencia. Sin embargo no se tienen en cuenta conocimientos relacionados con procedimientos biológicos y actitudes que son aplicados en la conservación y el aprovechamiento de los recursos naturales (por ejemplo tecnologías). Tampoco hacen referencia a aspectos epistemológicos de la Biología.

La concepción **C**, presente en dos estudiantes, en la fase final, a pesar de hacer alusión a aspectos epistemológicos de la Biología y a conceptos fundamentales de lo vivo, no tiene en cuenta como contenidos de la Biología, los procedimientos, actitudes y los valores relacionados con el conocimiento, la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales. En consecuencia, en la Figura 3.7. ésta concepción se representa próxima al nivel de referencia de la hipótesis de progresión.

Los principales contenidos de la Biología son:

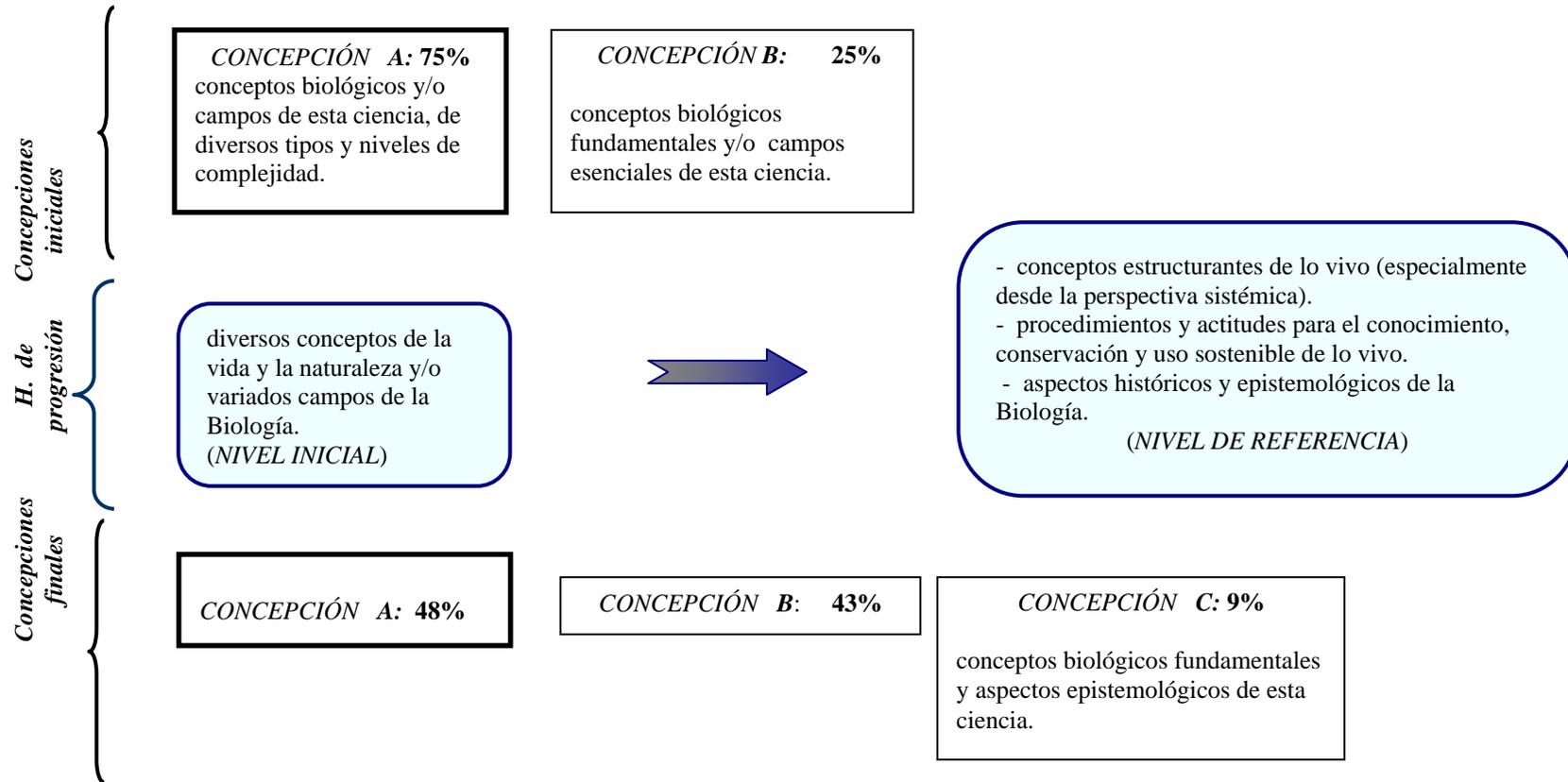


Figura 3.7. Comparación de la hipótesis de progresión y las concepciones detectadas en los futuros profesores acerca de los principales contenidos del Conocimiento Biológico en las fases inicial y final del proceso formativo

Evolución de las concepciones

En total, quince docentes en formación no modifican sus concepciones en los dos momentos del proceso formativo. Al comparar las ideas (Figura 3.8.), se observa que once mantienen la concepción **A**. De igual manera, cuatro estudiantes no cambian la concepción **B**.

Ocho estudiantes presentan una progresión de sus ideas. Seis cambian la concepción **A** por la **B**, al referirse a los principales contenidos de la Biología, no como diversos conceptos biológicos y ramas de esta ciencia, sino a conceptos fundamentales de lo vivo. Dos, modifican la concepción **B** por la **C**, al referirse en la fase final, además de conceptos biológicos con una aproximación a la perspectiva sistémica, a aspectos epistemológicos de la Biología como son los procedimientos en la producción del conocimiento, y los enfoques mecanicista y pensamiento sistémico.

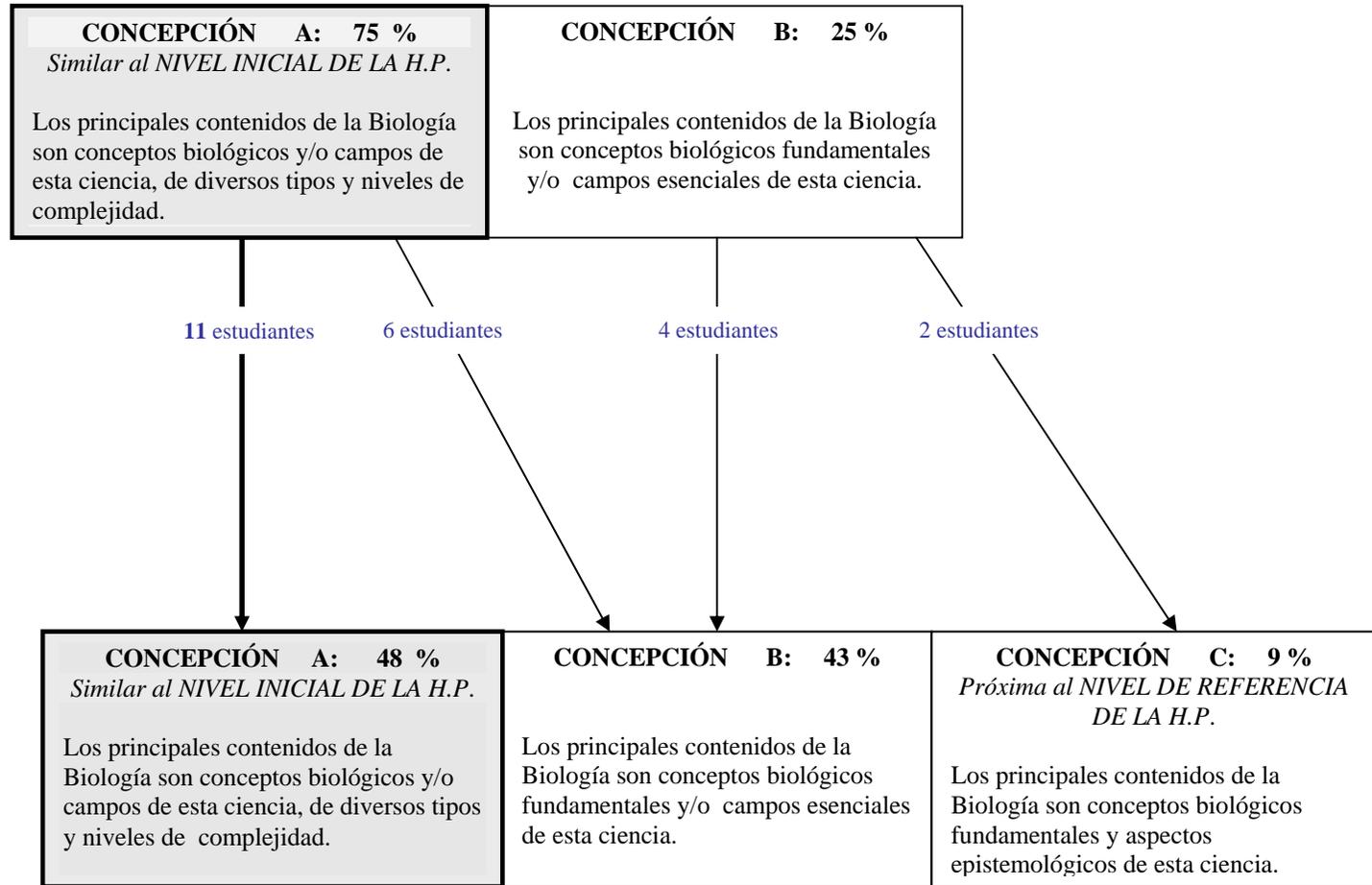


Figura 3.8. Cambios de concepciones sobre los principales contenidos del Conocimiento Biológico. En la parte superior las concepciones de la fase inicial y en la inferior las de la fase final del proceso formativo

Para aportar mayores elementos de análisis, en la Tabla 3.9. se presentan los campos de estudio de la Biología considerados por los futuros profesores como principales contenidos de esta ciencia, al iniciar y finalizar el *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*. Las ramas más frecuentes son la Biología Celular y Molecular (según el 58% de los estudiantes, al inicio del proceso formativo), la Evolución (54% en los dos momentos), la Fisiología (50% al inicio y 54% al final), la Ecología (37% al inicio y 36% al final), y la Genética (25% al inicio y 32% al final).

Si se tiene en cuenta como criterio el carácter de los campos disciplinares mencionados por los futuros profesores, se puede apreciar que la mayoría (48%) corresponde a subdisciplinas básicas de la Biología tales como Genética, Ecología, Limnología, Embriología, etc. Siguen en frecuencia (32%) las Ciencias y disciplinas científicas que no pertenecen exclusivamente a la Biología: Geología, Química Inorgánica, Termodinámica, etc.

También se refieren a campos de la Biología aplicada (Educación Ambiental, Educación Sexual, Nutrición) y a otros de tipo más histórico, ético y epistemológico (Historia Natural, Historia de la Ciencia, Metodología y Bioética).

Como se puede apreciar, la diversidad de campos tanto específicos como relacionados con la Biología es amplia, y los que más peso tienen son los atinentes a aspectos básicos de la disciplina. En la Tabla 3.9. también se puede observar que en el momento final del proceso formativo, los estudiantes tienen en cuenta menos campos de estudio (veintidós), en comparación con los referenciados en el momento inicial (veintiséis).

Tabla 3.9. *Porcentaje de futuros profesores que hacen referencia a cada uno de los campos de estudio de la Biología y otras Ciencias, como principales contenidos biológicos, en dos momentos del proceso formativo*

CAMPO DE LA BIOLOGÍA	AL INICIAR EL PROCESO FORMATIVO	AL FINALIZAR EL PROCESO FORMATIVO
1. Biología general	4 %	-
2. Genética	25 %	32 %
3. Evolución	54 %	54 %
4. Historia Natural	4 %	-
5. Historia de la ciencia	4 %	-
6. Biología Celular y Molecular	58 %	16 %
7. Histología	-	4 %
8. Fisiología	50 %	54 %
9. Anatomía	8 %	12 %
10. Ecología	37 %	36 %
11. Sistemática	20 %	12 %
12. Metodología	4 %	4 %
13. Embriología	8 %	8 %
14. Taxonomía	16 %	20 %
15. Microbiología	8 %	-
16. Zoología	16 %	4 %
17. Botánica	24 %	8 %
18. Limnología	4 %	-
19. Educación Ambiental	4 %	-
20. Educación Sexual	4 %	-
21. Nutrición	4 %	-
22. Química Orgánica	-	4 %
23. Química Inorgánica	-	4 %
24. Bioquímica	8 %	20 %
25. Biofísica	-	4 %
26. Fisicoquímica	-	4 %
27. Termodinámica	8 %	-
28. Geología	12 %	4 %
29. Paleontología	4 %	4 %
30. Astronomía	4 %	-
31. Biogeografía	4 %	4 %
32. Bioética	-	4%
TOTAL	26 campos	22 campos

Respecto a los conceptos que se consideran contenidos fundamentales de la Biología, como se muestra en la Tabla 3.10., en total se refieren a ciento veintidós, de los cuales la célula es el más mencionado (el 46% de los estudiantes al iniciar y el 36% al terminar el proceso formativo). Otros conceptos citados con frecuencia son: vegetal (12% al iniciar y 44% al terminar), los reinos de organismos (24% al iniciar), la conservación (20% al iniciar), lo vivo y lo no vivo (16% al iniciar), la

biodiversidad (16% al iniciar y 12 % al terminar), la selección natural (12% al iniciar y 16 % al terminar). En menor frecuencia se refieren a los conceptos: ecosistemas, origen de la vida, fotosíntesis, metabolismo, origen de la tierra, ADN, teoría de los sistemas, pensamiento sistémico, organización y mantenimiento, y organismo. Los otros ciento cuatro conceptos tan sólo son mencionados por uno, dos, o tres estudiantes.

Los conceptos de la Tabla 3.10., hacen referencia a los siguientes aspectos de la Biología (o de las Ciencias de la tierra), en orden descendente de frecuencia:

- Sistemas biológicos.
- Composición de lo vivo.
- Evolución.
- Clasificación de lo vivo.
- Funcionamiento y estructura de lo vivo y de la vida.
- Ciencias de la Tierra.
- Educación Ambiental.
- Epistemología de las Ciencias.

Es de destacar la gran cantidad de conceptos considerados como contenidos biológicos fundamentales. Esto muestra que existe dificultad para identificar los conceptos estructurantes de la Biología.

Por otra parte, llama la atención la notoria diferencia en la cantidad de conceptos referenciados en los dos momentos. Así, al inicio se tienen en cuenta ciento dos, mientras que al final se referencian sesenta y nueve.

Tabla 3.10. *Porcentaje de futuros profesores que hacen referencia a conceptos, como principales contenidos de la Biología, en dos momentos del proceso formativo*

CONCEPTO	INICIO	FINAL	CONCEPTO	INICIO	FINAL
1. historia y epistemología de la biología	4 %	-	62. animal	12%	44 %
2. lo vivo- lo no vivo	16 %	4 %	63. vegetal	12%	44 %
3. la vida	12 %	8 %	64. plantas vasculares	4 %	4 %
4. organización de la vida en la tierra	4 %	-	65. plantas no vasculares	4 %	4 %
5. lo orgánico y lo inorgánico	4 %	-	66. insectos	4 %	-
6. sistemas autorregulables	4 %	-	67. primates	-	4 %
7. teoría de los sistemas	-	12 %	68. biodiversidad	16 %	12 %
8. pensamiento sistémico	4 %	12 %	69. ecosistemas	12 %	12 %
9. sistemas	12 %	24 %	70. contaminación,	8 %	-
10. patrones de organización	-	4 %	71. conservación	20 %	-
11. autoorganización	-	4 %	72. medio ambiente	4 %	4 %
12. autorregulación	-	4 %	73. hábitat	4 %	4 %
13. organización y mantenimiento	-	12 %	74. entorno	4 %	-
14. célula como sistema	-	4 %	75. nicho	4 %	-
15. organismo como sistema	-	8 %	76. impacto ambiental	8 %	-
16. interacción entre sistemas	4 %	4 %	77. uso de recursos	4 %	-
17. interacción entre conceptos	-	4 %	78. respeto	4 %	-
18. funcionamiento	-	4 %	79. tolerancia	4 %	-
19. origen de la vida	16 %	8 %	80. diferencia	4 %	-
20. hombre	4 %	8 %	81. similitud	4 %	-
21. reproducción	4 %	4 %	82. redes tróficas	8 %	-
22. fotosíntesis	4 %	12 %	83. suelo	8 %	-
23. estructura animal	4 %	-	84. interrelaciones entre organismos y su ambiente	12%	12 %
24. relación hombre-naturaleza	8 %	8 %	85. interacción de sistemas	4 %	-
25. materia y energía	4 %	4 %	86. mimetismo	4 %	-
26. ciclos biogeoquímicos	4 %	-	87. camuflaje	4 %	-
27. átomos	12 %	-	88. simbiosis	4 %	-
28. moléculas	8 %	-	89. parasitismo	4 %	-
29. enlaces, compuestos	4 %	-	90. competencia	4 %	-
30. organismo	12 %	8 %	91. selección natural	12 %	16 %
31. comunidad	4 %	4 %	92. deriva genética	4 %	-
32. población	8 %	-	93. fenotipo	4 %	-
33. individuo	4 %	4 %	94. genotipo	4 %	-
34. célula	46 %	36 %	95. homología	-	4 %
35. organelos,	12 %	-	96. analogía	-	4 %
36. organización celular	4 %	-	97. evolución convergente	4 %	-
37. tejido	4 %	8 %	98. evolución divergente	4 %	-

CONCEPTO	INICIO	FINAL	CONCEPTO	INICIO	FINAL
38. órgano	8 %	8 %	99. fósiles	4 %	4 %
39. aparato	4 %	-	100. especies,	8 %	4 %
40. homeostasis	-	12 %	101. especiación	4 %	4 %
41. metabolismo	4 %	12 %	102. Darwin	8 %	4 %
42. glucólisis	-	4 %	103. Lyell	4 %	4 %
43. mitosis	4 %	4 %	104. Cuvier	4 %	4 %
44. meiosis	4 %	4 %	105. eras geológicas	4 %	-
45. ADN	8 %	12 %	106. génesis de la tierra	12 %	-
46. ARN	4 %	4 %	107. rocas	4 %	-
47. herencia	4 %	-	108. origen del universo	8 %	-
48. biomoléculas	8 %	4 %	109. fuerzas que rigen el universo	4 %	-
49. lípidos	4 %	4 %	110. sistema solar	8 %	4 %
50. proteínas	8 %	4 %	111. cometas	4 %	-
51. enzimas	4%	-	112. el sol	4 %	-
52. ácidos nucleicos	4 %	-	113. tierra	4 %	-
53. nucleótidos	4 %	4 %	114. formación de rocas	4 %	-
54. carbohidratos	4 %	-	115. planeta como sistema	-	4 %
55. vitaminas	4 %	-	116. universo como sistema	-	4 %
56. clonación	4 %	-	117. atmósfera	-	4 %
57. clasificación	4 %	16 %	118. métodos de investigación biológica	-	4 %
58. reinos	24 %	8 %	119. método científico	4 %	-
59. protisto	4 %	4 %	120. investigación	4 %	-
60. fungus	4 %	4 %	121. epistemología	-	4 %
61. mónera	4 %	4 %	122. epistemología de las ciencias	-	4 %
TOTAL DE CONCEPTOS DIFERENTES	Momento inicial		102 conceptos		
	Momento final		69 conceptos		

2. CONCEPCIONES DISCIPLINARES Y PROGRESIÓN DE LAS MISMAS

Una vez presentados los resultados de manera independiente para cada una de las cuatro subcategorías, en lo que sigue, se hace de forma más integral para toda la categoría.

En la Tabla 3.11. se resumen los resultados correspondientes a las concepciones disciplinares en los dos momentos del proceso formativo. De igual manera, se sintetiza la progresión de dichas concepciones.

Tabla 3.11. *Concepciones disciplinares y progresión de las mismas, en los dos momentos del proceso formativo.*
Los números corresponden a la cantidad de estudiantes

SUBCATEGORÍAS	CONCEPCIONES INICIALES				CONCEPCIONES FINALES				CAMBIO EN LAS CONCEPCIONES			
	O	A	B	C	O	A	B	C	Avance	Retroceso	No Cambio	Progresión mayoritaria
1.1. Características del Conocimiento Biológico	-	13	9	1	-	6	8	9	11	4	8	A → C (8)
1.2. Producción del Conocimiento Biológico	5	11	3	4	1	-	-	22	18	-	5	A → C (15)
1.3. Finalidades del Conocimiento Biológico	-	5	-	18	-	1	-	22	4	-	19	C → C (18)
1.4. Principales contenidos del Conocimiento Biológico	-	17	6	-	-	11	10	2	8	-	15	A → A (11)

Respecto a las características del Conocimiento Biológico y la producción del mismo, en la fase inicial del proceso formativo predominan las concepciones tipo **A**, que son similares al nivel inicial de la hipótesis de progresión. En contraste, en la fase final las concepciones mayoritarias corresponden a visiones próximas al nivel de referencia (concepciones tipo **C**). Cerca de la mitad de los futuros profesores presentan una evolución en sus concepciones (de tipo **A**, a tipo **C**).

Para el caso de las finalidades del Conocimiento Biológico, en los dos momentos del proceso formativo la concepción mayoritaria es la **C**, la cual se aproxima al nivel de referencia de la hipótesis de progresión. En contraste, predominan las concepciones **A**, similares al nivel inicial, acerca de los principales contenidos del Conocimiento Biológico tanto al iniciar como al finalizar el proceso formativo. Las concepciones de la mayoría de los futuros profesores no evolucionan.

A continuación se discuten estos resultados teniendo como referente las siguientes preguntas:

- a) ¿Cuáles son los referentes epistemológicos del Conocimiento Biológico de los futuros profesores y cómo cambian en el proceso formativo?
- b) ¿Qué piensan los futuros profesores del objeto de la Biología y cómo cambian sus concepciones en el proceso formativo?
- c) ¿Cuáles son las concepciones de los futuros profesores acerca de los propósitos de la Biología y cómo cambian en el proceso formativo?
- d) ¿Qué piensan los futuros profesores de la estructura del Conocimiento Biológico y cómo cambian sus concepciones en el proceso formativo?

Para cada uno de estos aspectos se retoman y relacionan los principales resultados presentados previamente, de las subcategorías que corresponda y se contrastan con los antecedentes y con elementos teóricos. De igual manera, se hace una reflexión de las implicaciones en la formación de docentes y se busca

identificar los elementos que puedan estar promoviendo u obstaculizando la progresión de las concepciones.

a) ¿Cuáles son los referentes epistemológicos del Conocimiento Biológico de los futuros profesores y cómo cambian en el proceso formativo?

Este apartado tiene en cuenta los resultados correspondientes a las *Características del Conocimiento Biológico* y la *Producción del Conocimiento Biológico*.

Al iniciar el proceso formativo la visión mayoritaria es la empirio-positivista: el Conocimiento Biológico es objetivo y producido por investigadores mediante la observación, la experimentación y/o la aplicación del método científico. Mientras que al terminar es una perspectiva más compleja: el Conocimiento Biológico es producido por la comunidad científica mediante procesos de sistematización cambiantes a lo largo de la historia e influenciados por diversas condiciones; sin embargo, a la vez perdura la idea de producción empírica de dicho conocimiento. Con lo cual, se podría decir que la concepción mayoritaria corresponde a un empirismo moderado.

Este resultado concuerda con los hallazgos de otras investigaciones que analizan las prácticas de profesores experimentados de Ciencias en general, y/o en particular de Biología, en las que predominan visiones empírico-positivistas, en las que se considera el conocimiento científico con un estatus superior, ahistórico, fijo, invariable, neutro, libre de valores, no influenciado por ideologías ni intereses (Lederman y Zeidler; 1987; Benson, 1989; Lederman, 1992; Thomaz *et al*, 1996; Yerrick, Parke y Nugent, 1997; Porlán, Rivero, y Martín del Pozo, 1998; Abd-El-Khalick, y Lederman, 2000; Irwin, 2000; Reyes, Salcedo y Perafán, 2000; y Zeidler *et al*, 2002). En el mismo sentido, Gess-Newsome (1999b), a partir de la revisión de diferentes estudios, coincide en que la visión de la disciplina y la enseñanza predominante en los profesores es la positivista.

En el análisis que hace Mellado acerca de investigaciones sobre el profesorado de Ciencias Experimentales, encuentra que las concepciones de la mayoría de profesores corresponde a visiones positivistas, principalmente transmitidas implícitamente. También reporta estudios que muestran que aunque los profesores de Ciencias poseen sesgos empiristas, sus concepciones corresponden con una posición más compleja que impide ubicarlas en un inductivismo ingenuo (Mellado, 1998). En el estudio cualitativo realizado por Porlán (1989) con siete docentes en formación, encuentra que la concepción mayoritaria corresponde al empirismo ingenuo, los futuros profesores estudiados consideran que la realidad es la fuente del conocimiento. En contraste, en la misma investigación, al realizar el estudio cuantitativo con 107 estudiantes de magisterio, se halla que los futuros profesores presentan visiones empiristas, relativistas y racionalistas, esta diversidad de concepciones tal vez se deba a que los estudiantes-profesores tienen “pocos criterios definidos y unos puntos de vista relativamente poco estables” o porque “es tal el grado de desarrollo y complejidad de las concepciones autónomas de los sujetos, que no permiten una clasificación y categorización en pocos factores, dada las cantidades de matices y elementos diferenciadores que en ellos aparecen” (Porlán, 1989: 319). De igual manera, Porlán, Rivero y Martín del Pozo (1998, 2000) en estudios con docentes en ejercicio y en formación inicial, encuentran que la tendencia mayoritaria es la visión positivista (empirismo radical o moderado) de la Ciencia, hallando mayor diversidad de concepciones en los futuros docentes, lo cual, según ellos, se podría explicar por su falta de experiencia profesional que les permite contrastar sus ideas, posibilitando una mayor diversidad de variantes conceptuales.

En contraste, Kouladis y Ogborn (1989) en un estudio desde la perspectiva filosófico-epistemológica, realizado con profesores principiantes y con docentes en formación, encontraron que la postura más asumida fue la contextualista (kuhniana), habiendo establecido como categorías el inductivismo, deductivismo hipotético, contextualismo-versión racionalista, contextualismo-versión relativista y relativismo, además se incluyó una nueva categoría: la posición ecléctica.

Sin embargo, hay que tener presente que las concepciones de los veintitrés

estudiantes-profesores de la presente investigación han sido formuladas sobre la base de lo declarativo y podrían diferir si se hubiesen analizado las acciones de estos sujetos. Tal como ocurre en el estudio de Reyes, Salcedo y Perafán (2000) que muestra cómo a pesar de que los nueve profesores observados expresaban que la ciencia puede tener un carácter tanto objetivo como subjetivo, las actividades realizadas en sus clases de Biología correspondían a visiones positivistas.

Un aspecto relacionado con la naturaleza del Conocimiento Biológico, que se mantiene al finalizar el proceso formativo, en aproximadamente la quinta parte de los estudiantes, tiene que ver con el carácter interdisciplinar de la Biología. Este resultado es coincidente con lo hallado en el estudio de Chona *et al.* (1998) con veintitrés profesores de Biología en activo, quienes consideran que esta ciencia tiene características interdisciplinarias con la Química y con la Física. Este hecho, hace dudar si dichos profesores identifican un estatus propio de la Biología como ciencia. Al respecto, Mayr (2006) plantea que para el caso de la Biología, es difícil esperar que se le identifique como una ciencia autónoma, con peculiaridades en su naturaleza, su forma de producción de conocimiento y su objeto de estudio. Dicho autor, sostiene la tesis de que en la comunidad académica se ha presentado una resistencia para asignarle a la Biología el estatus de Ciencia, dado que a lo largo de la historia han preponderado como referentes, las características propias de la Ciencia galiléica; en palabras suyas: “no se puede fundamentar una filosofía de la Biología en el marco conceptual de las ciencias físicas” (Mayr, 2006: 56).

A pesar de que la gran mayoría de estudiantes muestra una evolución de concepciones en lo referente a la producción del Conocimiento Biológico, en cuanto a quiénes lo hacen (al finalizar el proceso formativo todos excepto uno, consideran que es competencia de la comunidad científica), no ocurre así con lo referente a la metodología que se emplea. Así, más del 50% al culminar el desarrollo del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I* continúan considerando que se produce mediante la observación y la experimentación. Esto coincide con diferentes investigaciones que muestran que las visiones empírico-positivistas de los profesores de Ciencias (incluidos los de Biología) están arraigadas (Benson,

1989; Lederman, 1992; Porlán, Rivero, y Martín del Pozo, 1998; Abd-El-Khalick, y Lederman, 2000; Manassero, y Vázquez, 2000; y Reyes, Salcedo y Perafán, 2000), lo cual se puede explicar con esta tendencia dominante en los libros de texto y en general en el sistema educativo.

En la fase final, tan sólo un estudiante considera que en la Biología es difícil hacer generalizaciones del conocimiento en leyes y teorías. Al respecto, Mayr (1998, 2006), y Jiménez (2003), coinciden en que dadas las particularidades como el azar, el pluralismo, lo individual, y lo histórico, propias de la complejidad y diversidad de lo vivo, no siempre es posible hacer predicciones en Biología ni aplicar leyes universales que respondan a los fenómenos biológicos que de por sí, se caracterizan por ser únicos.

Refiriéndose, también, a la metodología para la producción del Conocimiento Biológico, Canguilhem (1976) llama la atención sobre las limitaciones en el trabajo experimental con los seres y fenómenos vivos, esto, debido a:

- La diversidad de organismos (incluso, para el caso de individuos histos, las diferencias entre tejidos y entre órganos), lo cual imposibilita que en los diseños de experimentos, las unidades experimentales sean idénticas.
- La condición de unidad de los organismos (en consecuencia, una función está determinada por más de una parte, y una parte puede intervenir en más de una función). Esto implica que si se experimenta con una parte del organismo, éste ya deja de ser el mismo.
- La irreversibilidad de los procesos biológicos.

Dichas particularidades conllevan limitaciones en cuanto a la repetibilidad y reconstitución de condiciones experimentales. Lo anterior hace de la investigación biológica un campo diverso y de difícil generalización, donde la producción de conocimiento no se puede ajustar a las características propias del método científico, e implica abordajes como el histórico-narrativo, en especial para el caso de aquellos fenómenos correspondientes a las causas próximas (Mayr, 1998,

2006; Wandersee y Moody, 2000; Jiménez, 2003). En la clasificación que hace Mayr (2006) de la Biología (funcional y evolutiva), la experimentación³ es aplicable para la primera, a diferencia de la segunda, que corresponde a fenómenos que son propios de poblaciones y de periodos de tiempo prolongados.

Así, Hauslein, Good y Cummins (1992), y Mayr (1998, 2006) coinciden en que desde la perspectiva disciplinar y de la enseñanza, resulta importante identificar la diferenciación entre los procesos biológicos que corresponden a causas próximas (propios de la Biología funcional) y los que corresponden a causas remotas (propios de la Biología evolutiva). Ello alberga implicaciones epistemológicas relacionadas con las metodologías empleadas para producir el conocimiento en cada caso.

Otro argumento que apoya la limitación de la experimentación en Biología corresponde a la característica de los fenómenos biológicos cual es la emergencia, la cual es producto de las interacciones entre los elementos de los sistemas vivos (Bertalanffy, 1976; Capra, 2000; Mayr, 2006). Ello implica que los estudios biológicos no se pueden abordar desde la perspectiva analítica propia de la mecánica.

A continuación, se hace un análisis de los resultados encontrados en relación con las implicaciones de los referentes epistemológicos de la Biología en la formación de profesores.

Tal y como se presentó en los capítulos 1 y 2, uno de los conocimientos al que los profesores le atribuyen mayor relevancia e incidencia en la enseñanza es el conocimiento disciplinar. De igual forma, en dichos capítulos se ha mencionado que diversos investigadores en Didáctica de las Ciencias parecen coincidir en que el conocimiento de la disciplina que tengan los profesores, incide en la manera como han de enseñarla (Grossman, 1990; Yerrick *et al.*, 1997; Mellado, 1998; Gess-Newsome, 1999b; Marcelo, 1999; Segall, 2004), y en particular de la

³ Dicha experimentación no corresponde al típico experimento de la mecánica, en el cual se hacen análisis de las diferentes variables, y se implementan diseños experimentales con réplicas exactamente iguales.

Biología (Hashweh, 1987; Carlsen, 1991, 1993; Lederman, Gess-Newsome, Latz, 1994; Veal y Kubasko, 2003). Así mismo, las concepciones que tengan los profesores acerca de la naturaleza del Conocimiento Biológico pueden incidir en la manera como ellos la enseñen.

Cabe resaltar que los estudiantes, al referirse a la producción del Conocimiento Biológico, tienen en cuenta los aspectos epistemológicos referentes a quiénes, cómo, y las condiciones de producción (subcategoría 1.2), los cuales hacen parte de la naturaleza de la Ciencia, que a su vez es importante en la construcción del Conocimiento Profesional del profesor de Ciencias (Carlsen, 1999). Al respecto, diversas investigaciones muestran la trascendencia y la necesidad de comprender las concepciones de los profesores de Ciencias (y en particular de Biología), respecto a las características y forma de producción del conocimiento científico (y en particular biológico), dada la incidencia de estas sobre las acciones docentes (Hashweh, 1987; Benson, 1989; Lederman, 1992; Yerrick, Parkc, y Nugent, 1997; Reyes, Salcedo y Perafán, 1999). Como lo afirman Reyes, Salcedo y Perafán, “el estudio de las creencias sobre la naturaleza de la Ciencia es un tema de relevancia en la investigación educativa contemporánea a nivel internacional, ante todo porque se ha mostrado evidencia suficiente sobre el impacto de dichas creencias sobre las acciones del profesor” (1999: 18).

De igual forma, las concepciones de la naturaleza del Conocimiento Biológico pueden incidir en la enseñanza. Así, las visiones más empírico-positivistas podrían corresponderse con perspectivas más simplificadoras y analíticas en la organización de objetivos, contenidos y actividades de enseñanza; desde esta perspectiva, por ejemplo, se pretenderá realizar prácticas de laboratorio propias de las ciencias físicas. Mientras que perspectivas sistémicas, podrían favorecer la enseñanza-aprendizaje de conceptos integrados, y no asumirse como una simple yuxtaposición de conceptos aislados.

En relación con la evolución de las concepciones de prácticamente todos los estudiantes, al considerar en la fase final que el Conocimiento Biológico es

producido y validado por una comunidad científica, como un proceso a lo largo de la historia, vale la pena resaltar la importancia didáctica de este hecho. Modelos de enseñanza de las Ciencias como el de *aprendizaje como investigación*, destacan el trabajo con los alumnos (como “investigadores noveles”) en grupos, alrededor de la resolución de problemas abiertos, en la idea de contrastar los resultados de los grupos de escolares, y de reflexionar sobre esta manera de trabajo, en comparación con la forma como los científicos producen conocimiento (Gil-Pérez, *et al*, 1991; Gil-Pérez, 1993).

En el mismo sentido, en la enseñanza de las Ciencias se están buscando diferentes estrategias y actividades en las que se haga explícito como contenido formativo escolar, la manera de hacer Ciencias, incluyendo el desarrollo y uso de las respectivas habilidades metacognitivas, y la reflexión sobre las implicaciones culturales, políticas y sociales del desarrollo científico (Gummer y Champagne, 2004; Holliday, 2004; Lederman y Stefanich, 2004; Novak y Krajcik, 2004). En el caso concreto de las políticas educativas de los Estados Unidos de América, se incluye en *the National Science Education Standards* los aspectos referentes a las características de las Ciencias como contenidos curriculares (Bybee, 2004; Flick y Lederman, 2004; Lederman, 2004).

Llama la atención que en ninguna de las fases del proceso formativo los estudiantes hicieron referencia al carácter histórico del Conocimiento Biológico. Al respecto, diferentes investigadores (Saltiel y Viennot, 1985; Gagliardi y Giordan, 1986; Jiménez y Fernández-Pérez, 1987; Gagliardi, 1988; Koulaidis y Ogborn, 1989; Cleminson, 1990; Burbules y Linn, 1991; Gil-Pérez, *et al*, 1991; Gil-Pérez, 1993; Lombardi, 1997; Manassero y Vázquez, 2001; Lin, y Hung, 2002; y Duschl, 2004), argumentan que abordar los aspectos históricos y epistemológicos de las Ciencias resulta beneficioso para su enseñanza-aprendizaje, dado que posibilita:

- Vislumbrar los obstáculos epistemológicos presentados y superados durante la producción de un conocimiento.
- Identificar la condición social en la que se construye el conocimiento.

- Identificar y producir los conceptos estructurantes.
- Comprender que la producción del conocimiento no deriva del trabajo científico en solitario, implica cambios de pensamiento, y está mediada por procesos.
- Asumir la producción de conocimiento científico como la consecuencia de un trabajo que demanda más que la aplicación de métodos, cambios teóricos influenciados por contextos.

En palabras de Gagliardi, “la historia de las Ciencias permite visualizar cuáles han sido los conceptos que han permitido la transformación de una ciencia, la elaboración de nuevas teorías, la utilización de nuevos métodos y nuevos instrumentos conceptuales” (1988: 294).

En lo que tiene que ver con las relaciones entre el proceso formativo y la progresión de las concepciones de los futuros profesores de Biología, el que la concepción C sea mayoritaria en la fase final, puede estar relacionado con el hecho de que en el *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas* se busca abordar con un enfoque sistémico los aspectos tanto sociales como biológicos, lo que implica trabajar la autoorganización y el automantenimiento. Por ejemplo, en el componente biológico, cursado por los futuros docentes, fueron abordados los procesos de control y regulación que posibilitan la autorregulación del organismo y su autoorganización, y por ende la homeostasis (entendida como un estado en el cual persisten las condiciones del medio interno). Incluso, la propuesta de *Núcleo Integrador de Problemas* del *Eje Curricular* pretende responder a la pregunta “¿por qué se puede pensar que en el mundo hay sistemas?”. Cabe señalar que a lo largo del semestre en el que fueron tomados los datos de la investigación, los formadores y los estudiantes buscaron la resolución de esta pregunta, tanto desde el trabajo realizado al interior de cada uno de los componentes, como mediante la actividad del diseño de una unidad didáctica para la enseñanza de una temática de la Biología.

Cabe destacar que durante el proceso formativo se abordó la

fundamentación relativa a la Teoría General de los Sistemas, implicando la discusión de conceptos tales como el pensamiento sistémico, los patrones de organización, la emergencia, la autoorganización, y la autorregulación. De otra parte, al interior del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*, la formadora, en diferentes sesiones (especialmente en la primera parte del curso) hizo referencia a las características que diferencian el conocimiento científico de otros tipos de conocimiento, en especial en lo que tiene que ver con su producción (participación de la comunidad científica, mediante la validación y contrastación; carácter histórico; e incidencia de factores contextuales, políticos y sociales). Estos hechos han podido contribuir a la progresión de las concepciones de los estudiantes respecto a las características del Conocimiento Biológico.

Una aportación a la formación de profesores de Biología, y en particular al Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia), derivada de la presente investigación, consiste en incluir de una manera más explícita como contenido formativo, los aspectos epistemológicos e históricos de la Biología, haciendo énfasis en su carácter autónomo como ciencia. Ello puede contribuir a modificar la concepción empírico-positivista, correspondiente a la perspectiva mecanicista de la ciencia, la cual es mayoritaria y arraigada. Como lo plantea el Proyecto Curricular de Investigación y Renovación Escolar (IRES) (Porlán, et al, 1996; Porlán, Rivero, y Martín del Pozo, 1997; Porlán y Rivero, 1998; García, 1998, 1999a), en la construcción del Conocimiento Profesional, los saberes metadisciplinarios, favorecen los procesos de integración y transformación de conocimientos. Esto implica que los procesos de formación docente se asuman en una perspectiva de investigación, en la que se indaguen, analicen y utilicen los referentes epistemológicos de los futuros profesores. De igual manera, resulta necesario analizar las experiencias personales de los docentes en formación, las cuales también juegan un importante papel en la construcción del Conocimiento Profesional (Tardif, 2004).

b) ¿Qué piensan los futuros profesores del objeto de la Biología y cómo cambian sus concepciones en el proceso formativo?

Aunque ninguna de las preguntas del cuestionario tiene la intención explícita de indagar por el objeto de la Biología, las respuestas de los futuros profesores a las preguntas correspondientes a las *Características del Conocimiento Biológico* (subcategoría 1.1), y *Principales Contenidos del Conocimiento Biológico* (subcategoría 1.4), se refieren a este aspecto.

La mayoría de los estudiantes identifican el objeto de la Biología como una de las características del Conocimiento Biológico. Se observa un cambio en sus concepciones, así, en la fase inicial del proceso formativo mayoritariamente consideran que el objeto de la Biología corresponde a conceptos generales de esta ciencia tales como la diversidad, la vida, los organismos, etc. En contraste, en la fase final mayoritariamente hacen referencia a lo vivo desde la perspectiva sistémica, al tener en cuenta características como el holismo, y el mantenimiento, entre otras.

Las concepciones en la fase inicial están en consonancia con lo encontrado por Gess-Newsome y Lederman (1993), en un estudio con diez futuros profesores de Biología, quienes previo a la realización de cursos de enseñanza de las Ciencias y del prácticum, al referirse a la estructura del Conocimiento Biológico no tienen en cuenta conceptos estructurantes propios del objeto de la Biología. Cabe anotar que las investigaciones consultadas acerca del pensamiento de profesores sobre el Conocimiento Biológico, no averiguan explícitamente por el objeto de la Biología. Así, pese a que en la mayoría se presentan distintos conceptos biológicos para que los docentes los relacionen, no indagan de manera abierta por el objeto de estudio de esta ciencia (Hashweh, 1987; Hoz, Tomer, y Tamir, 1990; Hauslein, Good y Cummins, 1992).

La evolución de las concepciones de los estudiantes, desde conceptos biológicos más generalizados, como objeto de la Biología, hasta el concepto de lo

vivo (con un enfoque sistémico), puede obedecer que en el *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas* (semestre que estaban cursando los estudiantes cuando se tomaron los datos de la investigación) se busca abordar con un enfoque sistémico los aspectos tanto sociales como biológicos, lo que implica trabajar la autoorganización y el automantenimiento. Por ejemplo, en el componente biológico, fueron abordados los procesos que posibilitan la autorregulación y autoorganización del organismo, y por ende la homeostasis (entendida como un estado en el cual persisten las condiciones del medio interno); además, se hizo el análisis de los enfoques vitalista, mecanicista, organicista y sistémico, en las Ciencias de la Naturaleza en general, y en particular en la Biología. Incluso, la propuesta de *Núcleo Integrador de Problemas* del *Eje Curricular* pretende responder a la pregunta “¿por qué se puede pensar que en el mundo hay sistemas?”. Durante el proceso formativo en el que fueron tomados los datos de la investigación, los formadores y los estudiantes buscaron la resolución de esta pregunta, en el trabajo realizado al interior de cada uno de los componentes, y mediante la actividad del diseño de una unidad didáctica para la enseñanza de una temática de la Biología.

Este resultado contrasta con el obtenido en la subcategoría *Principales Contenidos del Conocimiento Biológico*, en la cual no se aprecia una evolución de las concepciones. La mayoría de estudiantes, al finalizar el proceso formativo conservan la idea de que los principales contenidos de la Biología corresponden a conceptos biológicos y/o campos de esta ciencia de diversos tipos y niveles de complejidad, por ejemplo, aspectos tan puntuales como la glucólisis y otros tan generales como la evolución. Sin embargo, no identifican los conceptos estructurantes correspondientes al objeto de la Biología, por ejemplo las características que identifican a lo vivo. Pese a que en la pregunta correspondiente a esta subcategoría no se estén indagando explícitamente las concepciones sobre el objeto de la Biología, cuando los estudiantes priorizan los conceptos biológicos y los campos de esta ciencia, se refieren a lo que consideran fundamental. El resultado recién mencionado se puede explicar con la visión analítica de la tradición educativa. Como se señala en los trabajos de Gess-Newsome y Lederman (1993), y Lederman, Gess-Newsome, y Latz (1994), la forma como los

profesores organizan el Conocimiento Biológico está influenciada principalmente por los programas de cursos de Secundaria y los textos universitarios.

La anterior explicación también podría aplicarse a los resultados de la subcategoría *Características del Conocimiento Biológico*, para el caso de tres estudiantes que conservan la concepción de que el Conocimiento Biológico se caracteriza por estudiar conceptos generales de esta ciencia.

Identificar el objeto de la Biología es un aspecto importante en la construcción del Conocimiento Profesional, y del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico para la enseñanza ya que le facilita al profesor estructurar el qué, el cómo y el para qué enseñar. Así, por ejemplo el Conocimiento Biológico Escolar que asuma un profesor con una visión analítica de la unidad biológica conllevará a asumir el estudio de lo vivo haciendo hincapié en las partes, es decir, desde esta perspectiva primaría la enseñanza de gran cantidad de datos, descripciones y conceptos a manera de inventario. En contraste, una visión holística, o incluso sistémica, del objeto de la Biología estaría relacionada con una perspectiva de enseñanza de lo vivo como un todo, primando el estudio de las relaciones que le permiten al sistema viviente automantenerse y autorregularse, o sea, desde este enfoque se esperaría la enseñanza de conceptos más estructurantes de aquello que identifica lo vivo.

c) ¿Cuáles son las concepciones de los futuros profesores acerca de los propósitos de la Biología y cómo cambian en el proceso formativo?

Como ya se presentó en los resultados de la subcategoría 1.3., la mayoría de docentes en formación poseen una concepción evolucionada (y de manera más notoria en la fase final del proceso formativo) de las finalidades del Conocimiento Biológico, al considerar que la Biología no solamente tiene como propósito producir conocimiento teórico referente a aspectos de la vida, de lo vivo, y de la naturaleza, sino además, desarrollar actitudes y valores que contribuyan a conservar los recursos naturales, y/o producir conocimiento aplicado en pro de la

resolución de problemas de la humanidad. Aunque esta concepción es mayoritaria en los dos momentos del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*, al finalizar el proceso formativo se aprecia un cambio en cuatro estudiantes de la visión menos evolucionada, a la más evolucionada (la que se acaba de describir).

La concepción mayoritaria detectada es afín con los resultados del estudio de Chona *et al.* (1998) con veintitrés profesores de Biología en Colombia, quienes consideran que la Biología tiene incidencia en los ámbitos sociales, políticas y económicas en aspectos tales como la conservación y la salud. Cabe mencionar que en la revisión de antecedentes realizada, aparte de la investigación a la que se está haciendo referencia, ningún otro estudio se ocupa de este aspecto del Conocimiento Biológico.

El hecho de que la concepción mayoritaria sea la más evolucionada, puede estar relacionado por una parte, con la naturaleza misma de la Biología, la cual es muy amplia y tiene implicaciones en la vida cotidiana de los individuos, especialmente a través de los medios de divulgación. Es el caso de temáticas que atañen principalmente a los problemas y aplicaciones relacionadas con esta ciencia (por ejemplo, el fenómeno de invernadero y el calentamiento global de la tierra, la clonación, los organismos modificados genéticamente, las vacunas recombinantes, el Proyecto Genoma Humano, la terapia génica, la extinción de especies, etc.), en la salud, la agricultura, la economía, la ética y la sociedad (Moreno, Lemkow, y Lizón, 1992; Quevedo, 1997; Durán y Riechmann, 1998; Kolata, 1998; Burgos, 2004; Jouve, 2004; Vázquez, 2004).

Por otra parte, y ya en el contexto más específico en el que se están formando los futuros profesores, es posible que la existencia de diferentes grupos, líneas y proyectos de investigación relacionados con el Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología, tales como Ecología colombiana, Biotecnología y Educación, Estudios en calidad de vida, Biología de la conservación, Educación Ambiental, Violencia y Escuela, etc. pueda estar incidiendo en que los estudiantes tengan una visión más amplia de la Biología.

Haciendo relación a las implicaciones de estas concepciones en la formación docente, cabe señalar que el hecho de que la mayoría de futuros profesores consideren como propósito de la Biología, la producción de conocimientos sobre lo vivo desde la perspectiva sistémica, puede tener implicaciones didácticas como la organización de contenidos de enseñanza no a manera de listado inconexo de temas, sino estableciendo interrelaciones entre los conceptos.

Respecto a la finalidad de desarrollar actitudes y valores que promuevan el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales, ello conlleva a una concepción más humana y significativa de la Biología, dado que les posibilita a los sujetos encontrar utilidad y proximidad a sus vidas cotidianas. Además, pone de manifiesto que no basta con enseñar contenidos de tipo conceptual. Es importante que los profesores dimensionen una Biología con implicaciones sociales, políticas y económicas, lo cual puede contribuir a la formación de ciudadanos críticos, concientes de los valores y potencialidades de los recursos naturales y de las implicaciones de su uso. Ello conlleva a ser concientes que los propósitos de esta ciencia trascienden de la producción de conceptos básicos a la producción de conocimiento aplicado, como es el caso de la Biotecnología y las estrategias para la conservación y manejo sostenible de la naturaleza.

Identificar este tipo de concepciones en la formación inicial del profesorado resulta relevante dado que las finalidades del Conocimiento Biológico están estrechamente relacionadas con las finalidades de la enseñanza de la Biología, y estas a su vez hacen parte del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico.

d) ¿Qué piensan los futuros profesores de la estructura del Conocimiento Biológico y cómo cambian sus concepciones en el proceso formativo?

Los contenidos fundamentales del Conocimiento Biológico están en estrecha relación con la estructura de la Biología (subcategoría 1.4.).

La concepción mayoritaria en los dos momentos del proceso formativo corresponden a una Biología conformada por conceptos y/o ramas de esta ciencia con distintos niveles de complejidad. No se identifican criterios para la selección de los principales contenidos de la Biología.

Resultados similares se reportan en los trabajos de Hauslein, Good y Cummins (1992), Gess-Newsome y Lederman (1993), Lederman, Gess-Newsome, y Latz (1994), con futuros profesores de Biología, a quienes se les dificulta identificar la estructura los contenidos biológicos (presentan los principales tópicos biológicos de una manera lineal y sin coherencia). En contraste, para el caso de diez profesores experimentados de Biología, estructuran con un alto nivel de organización los conceptos biológicos (Hauslein, Good y Cummins, 1992), mientras que Gess-Newsome y Lederman (1995) encontraron que profesores de Biología con experiencia (entre 7-26 años) presentan estructuras del Conocimiento Biológico basadas en conceptos que rara vez integran.

El hecho de que la mayoría de estudiantes, al finalizar el proceso formativo mantenga la idea de la Biología cuyos principales contenidos son conceptos y/o campos biológicos de diferente orden de complejidad (ver Figura 3.8.), es decir, la Biología sin una estructura definida, puede estar relacionado con los siguientes aspectos:

- Tal y como lo sustentan Gess-Newsome y Lederman (1993), Lederman, Gess-Newsome, y Latz (1994), la forma como estructuran los libros de texto y de programas de Secundaria, lo cual incide significativamente en la manera como los profesores estructuran los conceptos biológicos.
- La perspectiva analítica de los contenidos formativos de los currículos.
- Ni en la comunidad científica de biólogos, ni en los profesores de Biología (tanto en formación inicial, como noveles y experimentados), existe una única manera para jerarquizar los principales conceptos de la Biología y sus campos de estudio (Shulman, 1986a; Hauslein, Good y Cummins, 1992; Gess-Newsome y Lederman, 1993; Lederman y Gess-Newsome, 1994; Gess-Newsome y Lederman, 1995; Mayr, 1998; Gess-Newsome, 1999; Fisher,

Wandersee y Moody, 2000, Cañal, 2004). Cabe señalar que a pesar de que la comunidad académica de biólogos no ha unificado una manera de organización de contenidos y áreas de la Biología, ha realizado y discutido propuestas teniendo en cuenta diferentes criterios.

El cambio de concepciones de ocho estudiantes, tras el proceso formativo, a visiones más complejas (señalando conceptos fundamentales que identifican lo vivo, y campos esenciales de la Biología), puede estar relacionado, por una parte, con el enfoque sistémico trabajado en el *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas*, lo cual implica tener una visión más integradora y menos analítica, y en consecuencia identificar conceptos estructurantes en vez de un cúmulo de conceptos aislados con diferentes niveles de complejidad. Por otra parte, con la actividad realizada durante el proceso formativo, consistente en diseñar una unidad didáctica para la enseñanza de una temática de Biología, en la cual es necesario estructurar los contenidos, a partir de la identificación de conceptos nucleares. A pesar de que durante el proceso formativo no se discutió la estructuración de los contenidos de la Biología como ciencia en general, si se llevaron a cabo discusiones referentes a las corrientes de pensamiento (vitalismo, mecanicismo, holismo, organicismo, pensamiento sistémico) y las respectivas implicaciones.

De manera similar, en el estudio de Lederman, Gess-Newsome, y Latz (1994), siete futuros profesores de Biología, posterior al desarrollo de cursos teórico-prácticos de enseñanza de las Ciencias, cambiaron su visión de la estructura del Conocimiento Biológico a una perspectiva más compleja integrando conceptos y campos biológicos fundamentales.

A continuación se presentan algunos elementos relacionados con las implicaciones de la estructuración del Conocimiento Biológico en la enseñanza de la Biología.

Tal y como lo plantea Mayr (1998), la Biología es una ciencia muy amplia y diversificada, ocupándose del estudio de variados organismos, vastos niveles de

organización, diversos campos de investigación, y una extensa gama de aplicaciones. En consecuencia, abordar el estudio biológico y su enseñanza es difícil, requiriéndose tener en cuenta que no todos sus conceptos tienen el mismo grado de complejidad, en la medida que algunos son estructurantes y otros, en cambio, establecen menos interrelaciones entre sí. Precisamente, la gran diversidad de conceptos y campos de la Biología (más aún: sin tener en cuenta los procedimientos y actitudes propios del Conocimiento Biológico) conlleva a la necesidad de estructurarlos de una manera coherente para poder abordar su estudio, y por su puesto, su enseñanza. Al respecto Gess-Newsome y Lederman (1993), Lederman, Gess-Newsome, y Latz (1994), critican la forma fragmentada como se presentan los contenidos biológicos (conceptos y campos de la Biología) cuando se enseña en las instituciones de educación formal.

Para la construcción del Conocimiento Profesional y del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico, es muy importante que el profesor identifique los principales conceptos y campos de la Biología, necesarios para la formulación de objetivos, la selección y organización de los contenidos y actividades de enseñanza al igual que para la gestión de los recursos. Es relevante que tenga la capacidad de identificar los contenidos disciplinares fundamentales (tanto conceptuales como procedimientos y actitudes), es decir, que tenga la capacidad de discriminar los conceptos estructurantes de la Biología, al igual que los procedimientos y actitudes requeridos en la producción de Conocimiento Biológico y para la conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Lo anterior contribuye a que el profesor:

- Sepa seleccionar dentro de un gran cúmulo de conceptos los que son más nucleares, es decir más integradores.
- Distribuya el tiempo para la enseñanza de los diferentes contenidos de acuerdo con la estructuración de los mismos.
- Implemente actividades de enseñanza que permitan relacionar varios contenidos.
- Proponga situaciones problema con miras a interrelacionar e integrar diferentes contenidos.

Si se tienen en cuenta conceptos estructurantes de la Biología, en buena parte los contenidos de enseñanza se pueden trabajar alrededor de dichos conceptos. Mientras que si lo que predominan son extensos listados de conceptos con escasa coherencia y estructuración entre unos y otros, difícilmente se pueden priorizar los contenidos y actividades de enseñanza.

Teniendo en cuenta la perspectiva sistémica, al enseñar Biología lo relevante no sería cubrir muchos contenidos, sino aquellos conceptos estructurantes y sus relaciones. Tal es el caso de conceptos como la autopoiesis, que según varios autores (Capra, 2000; Varela, 2002; Andrade, 2003; Maturana y Varela, 2003), corresponde a una característica esencial del fenómeno viviente.

Cabe aclarar que la selección, secuenciación y organización de contenidos y actividades de enseñanza no dependen exclusivamente de la lógica disciplinar biológica. Como ya se ha mencionado en los capítulos anteriores, y como se hará más adelante, influyen otros aspectos como las características de las ideas de los alumnos, el contexto, las finalidades de la enseñanza, entre otros.

3. CONCEPCIONES SOBRE EL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO BIOLÓGICO

3.1. Concepciones sobre los componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico

Los resultados que se presentan a continuación, se obtienen a partir de las respuestas a las preguntas 6 y 8 del cuestionario (ver Anexo 3). La sistematización se hace teniendo en cuenta conjuntamente las dos respuestas de cada estudiante⁴. Los docentes en formación hacen referencia al primero de los siguientes aspectos, y en pocos casos al segundo:

⁴ Algunos estudiantes sólo respondieron una de las dos preguntas. En estos casos, la sistematización se hace con dicha información.

- Los componentes que conforman el conocimiento que identifica al profesor de Biología. Es decir, los saberes con los que cuenta el docente para poder enseñar.
- Actitudes frente a la enseñanza (particularmente el gusto).

Se identifican cuatro concepciones sobre los componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB).

- Concepción **O**: para enseñar Biología basta con repetir el conocimiento que producen los biólogos y tener vocación.
- Concepción **A**: para enseñar Biología basta con saber Biología y/o tener vocación.
- Concepción **B**: para enseñar Biología es necesario saber Biología, Pedagogía, Didáctica, y/o establecer relaciones interdisciplinarias.
- Concepción **C**: para enseñar Biología se necesita saber Biología y saber aplicarla e integrarla al contexto escolar (o hacer la trasposición didáctica).

Fase inicial

En esta fase del proceso formativo, la concepción mayoritaria es la **B**. Los estudiantes-profesores con esta concepción expresan que para enseñar Biología se requiere saber tanto la disciplina científica específica (la Biología), como conocimientos pedagógicos y didácticos. Se observan diferentes referentes de la Pedagogía y la Didáctica. Por ejemplo: manera de dar el conocimiento, herramienta de comunicación, enseñar, explicar, construir conocimiento mutuamente entre profesor y alumno, métodos de enseñanza, herramienta didáctica, manejo de recursos didácticos, comprender complejidad del aprendizaje, saber cómo transmitir conocimiento y hacerse entender, aproximar a los alumnos al conocimiento, etc. En ninguno de los casos manifiestan especificidades de la Pedagogía y la Didáctica en relación concretamente con la enseñanza de la Biología, por el contrario, la perspectiva es general. La siguiente es una de las respuestas correspondiente a esta

concepción:

Ci.548-E7: [sic] *El saber biología es vital, pero el saber cómo se enseña tiene un mismo nivel de importancia saber hacerse entender, llegar a los estudiantes de forma clara etc.*

Tres estudiantes con la concepción **B** consideran que para enseñar la Biología, además de saber Biología, Pedagogía y Didáctica, se requiere conocer otros saberes (por ejemplo, Física, Química, y ciencias sociales). De igual forma, manifiestan que es importante que el profesor establezca relaciones interdisciplinarias. Esto expresan:

Ci.554-E14 [sic]: *Un profesor de biología debe tener un conocimiento holístico está bien que sepa su disciplina pero debe estar en capacidad de poder asumir roles desde otros campos o visiones, o ¿cómo explicar que llegue un estudiante con un problema o situación y el profesor no sepa cómo resolverlo si no es de biología.*

Ci.562-E3 [sic]: *Para mi, es obvio que si se quiere enseñar biología se debe conocer la disciplina, pero también se debe complementar con conocimientos en química, física, etc. aunque no se pueden desprender los otros saberes.*

Otros tres estudiantes, con la concepción **B**, identifican junto con la Biología como conocimiento indispensable para enseñar Biología, la Pedagogía y aspectos humanos, los cuales forman parte del Conocimiento Profesional general de un profesor:

Ci.486-E1: *es más globalizado [el conocimiento de un profesor de Biología] un docente de biología conoce áreas de humanidades y pedagogía que un biólogo no conoce y un biólogo profundiza, más en áreas científicas que un docente tal vez no toca.*

La concepción **A** es minoritaria. Los dos estudiantes que la poseen, consideran que para ser profesor de Biología, basta con saber esta ciencia y/o tener vocación por la enseñanza. Esto expresa uno de ellos:

Ci.543-E5: [sic] *si se biología y no me limito sino a eso, pues no soy “profe”, el carácter humano y la pasión por este “estilo de vida” son únicas y me hacen diferente ante los que solo “dictan clase”.*

La concepción **O**, está presente en un sólo docente en formación (ver Tabla 3.12.), quien considera que para enseñar Biología, ni siquiera hay que saber

Biología, sino que basta con reproducir (de manera mediocre) el conocimiento que producen los biólogos:

Ci.470-E21: [sic] *el biologo puro “sabe“ biología, la investiga y la escribe, el profesor solo la lee, repite, “chapucea”.*

Tan sólo un estudiante considera que para enseñar Biología, además de contar con el conocimiento disciplinar, el profesor debe saber cómo aprovecharlo en el contexto escolar y así facilitar el aprendizaje en los alumnos (concepción C):

Ci.555-E24: *pienso que para enseñar Biología no es suficiente conocerla [la Biología], sino conocer de qué manera el conocimiento disciplinar puede aplicarse en una realidad específica para a partir de su aprovechamiento o aplicabilidad se comprenda e interprete logrando reafirmar el conocimiento y a su vez generando conocimiento nuevo.*

Tabla 3.12. *Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de los componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB), al iniciar el proceso formativo.* En sombreado se resalta la concepción predominante.

UNIDADES DE INFORMACIÓN	PROPOSICIONES	CONCEPCIONES DETECTADAS
Ci.470-E21 Ci.545-E21	Para enseñar Biología, es necesario repetir los conceptos que producen los biólogos y gustarle enseñar.	Concepción O (1 estudiante) Para enseñar Biología basta con repetir el conocimiento que producen los biólogos y tener vocación.
Ci.543-E5 Ci.477-E23 Ci.552-E23	Para enseñar Biología se necesita saber Biología y sentir gusto o pasión por la enseñanza.	Concepción A (2 estudiantes) Para enseñar Biología basta con saber Biología y/o tener vocación.
Ci.466-E15 Ci.540-E4 Ci.467-E18 Ci.541-E15 Ci.471-E27 Ci.542-E18 Ci.472-E29 Ci.546-E27 Ci.473-E7 Ci.547-E29 Ci.476-E22 Ci.548-E7 Ci.482-E11 Ci.551-E22 Ci.483-E12 Ci.557-E11 Ci.488-E6 Ci.558-E12 Ci.489-E17 Ci.563-E6 Ci.564-E17	Para enseñar Biología se necesita saber Biología, Pedagogía y Didáctica general (modelo pedagógico, saber cómo se aprende y se enseña, metodologías de enseñanza, etc.)	Concepción B (19 estudiantes) Para enseñar Biología es necesario saber Biología, Pedagogía, Didáctica, y/o establecer relaciones interdisciplinarias.
Ci.474-E8 Ci.549-E8 Ci.475-E13 Ci.550-E13 Ci.484-E9 Ci.559-E9	Para enseñar Biología, es necesario saber Pedagogía y Biología	
Ci.469-E19 Ci.544-E19 Ci.479-E14 Ci.554-E14 Ci.562-E3 Ci.487-E3	Para enseñar Biología, es necesario saber Pedagogía, Biología y establecer relaciones con otras ciencias.	
Ci.481-E2 Ci.553-E2 Ci.486-E1 Ci.561-E1	Para enseñar Biología, además de saber Biología y Pedagogía es necesario tener en cuenta los aspectos humanos (desarrollo humano, humanidades)	
Ci.480-E24 Ci.555-E24	Para enseñar Biología se necesita saber integrar la Biología con elementos contextuales y saber aplicar el conocimiento biológico a la realidad del estudiante.	

Fase final

Al finalizar el proceso formativo casi la totalidad de estudiantes poseen la concepción **B**. Se considera que para ser profesor de Biología lo importante es saber Biología, Pedagogía y Didáctica general. Tres, creen que el profesor debe saber, además, otros conocimientos como los de tipo humanístico:

Cf.329-E8: [para enseñar biología] *No basta con saber biología, es fundamental, pero no es lo único que se debe saber sino que se debe tener un*

Capítulo 3. Presentación, análisis y discusión de los resultados

conocimiento de la pedagogía a utilizar, y en la parte humanística una relación con el contexto.

Un nivel más evolucionado de la concepción **B** está presente en un estudiante que considera que además de saber Biología, el profesor necesita tener en cuenta aspectos didácticos, tales como los propósitos de la enseñanza:

Cf.331-E22: [sic] [para enseñar Biología] *Basta con saber biología y pedagogía, ya que para enseñar necesitas de saber hacerlo, para qué hacerlo, cuándo hacerlo... de lo contrario la biología pura se queda en el tablero o en el aire.*

Tan sólo un estudiante presenta la concepción **A**, y otro la concepción **C** (ver Tabla 3.13.). En el último caso, considera que el profesor de Biología debe estar en la capacidad realizar la transposición didáctica. No obstante, no explica en qué consiste:

Cf.294-E3: [sic] *el profesor debe saber como hacer una transposición didáctica y precisamente para eso se estudia, pero el biólogo sabe los mismos conceptos pero no como aplicarlos en educación adecuadamente.*

Tabla 3.13. *Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de los componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB), al finalizar el proceso formativo.* En sombreado se resalta la concepción predominante

UNIDADES DE INFORMACIÓN	PROPOSICIONES	CONCEPCIONES DETECTADAS
Cf.326-E21	Para enseñar Biología basta con saber Biología.	Concepción A (1 estudiante) Para enseñar Biología basta con saber Biología y/o tener vocación.
Cf.274-E15 Cf.322-E15 Cf.275-E18 Cf.323-E18 Cf.277-E19 Cf.325-E19 Cf.279-E27 Cf.327-E27 Cf.280-E29 Cf.281-E7 Cf.328-E7 Cf.283-E13 Cf.330-E13 Cf.285-E23 Cf.332-E23 Cf.335-E24 Cf.290-E11 Cf.336-E11 Cf.291-E12 Cf.337-E12 Cf.293-E1 Cf.339-E1 Cf.295-E6 Cf.340-E6 Cf.296-E17 Cf.341-E17	Para enseñar Biología además de saber Biología, se necesita saber Pedagogía y Didáctica (comunicar, enseñar, transmitir, instruir, explicar, hacer entender, dar a conocer, construir conocimiento, metodologías y estrategias de enseñanza, utilización de recursos didácticos, creatividad, etc.).	Concepción B (21 estudiantes) Para enseñar Biología es necesario saber Biología, Pedagogía, Didáctica y/o establecer relaciones interdisciplinarias.
Cf.273-E4 Cf.321-E4 Cf.334-E14	Para enseñar Biología, es necesario saber Pedagogía, Biología y establecer relaciones interdisciplinarias.	
Cf.292-E9 Cf.338-E9	Para enseñar Biología, es necesario saber Pedagogía, Biología y tener gusto por enseñar.	
Cf.276-E5 Cf.324-E5 Cf.282-E8 Cf.329-E8 Cf.286-E2 Cf.333-E2	Para enseñar Biología, además de saber Biología y Pedagogía es necesario tener en cuenta los aspectos humanos (conocimiento humanístico, formación humana)	
Cf.284-E22 Cf.331-E22	Para enseñar Biología se necesita saber Biología y tener en cuenta a quién, para qué y cuándo enseñar.	
Cf.294-E3	Para enseñar Biología se necesita saber hacer la transposición didáctica.	

Comparación con la hipótesis de progresión

La concepción **O** es más simple que el nivel inicial de la hipótesis, pues ni siquiera considera que el profesor de Biología requiere contar con un Conocimiento Biológico propio. En tanto que la concepción **A**, y el nivel inicial

coinciden en que el conocimiento del profesor de Biología se reduce a saber la disciplina.

La concepción **B** supera el grado de complejidad del nivel inicial de la hipótesis y es inferior al nivel de referencia, al hacer hincapié en el tipo de saberes que se requieren para enseñar Biología (principalmente la Biología, la Pedagogía y la Didáctica general), los cuales son mencionados sin llegar a establecer ningún tipo de relación entre ellos. Dicha concepción contempla algunos conocimientos procedentes de la fuente académica, mientras que en el nivel de referencia se tiene en cuenta, además de estos, el conocimiento proveniente de las fuentes contextual y experiencial. De igual manera, en esta concepción no se consideran aspectos propios de la enseñanza de la Biología en particular, como son la definición de los objetivos, la selección, secuenciación y organización de los contenidos biológicos y las actividades de enseñanza para lograr la transformación didáctica.

La concepción **C**, se representa en la Figura 3.9. con un mayor grado de complejidad, sin alcanzar el nivel de referencia de la hipótesis de progresión. Ello, debido a que, a pesar de considerarse que para enseñar el Conocimiento Biológico se debe aplicar e integrar al contexto escolar, no se identifican otros aspectos importantes del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB) como son:

- La detección, análisis, y utilización de las ideas del alumno.
- La selección y organización de contenidos y actividades de enseñanza, con criterios didácticos.
- La evaluación de los aprendizajes.

Es decir, no tiene en cuenta que el profesor de Biología requiere un conocimiento profesional, con una identidad propia, para hacer posible la transformación didáctica, y como consecuencia, la construcción de una Biología escolar.

Para enseñar Biología es necesario:

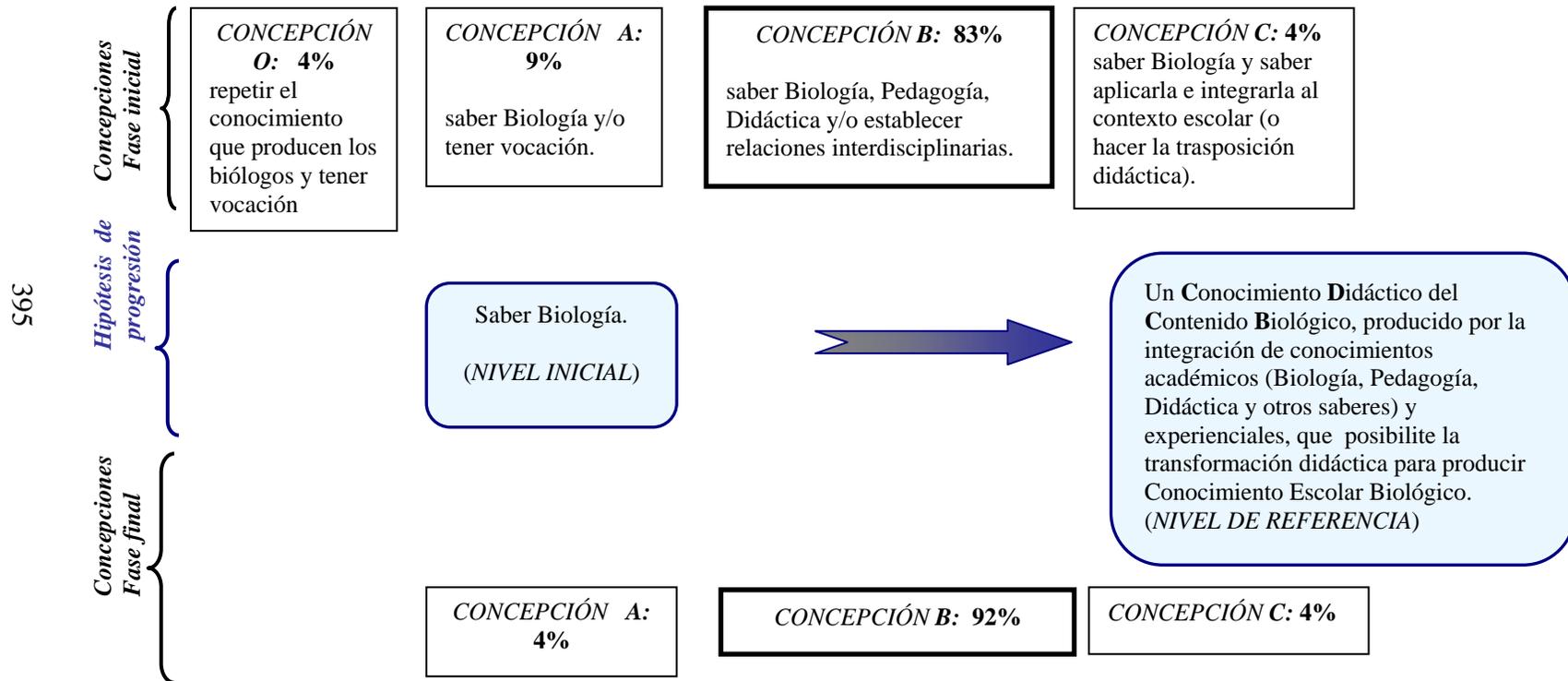


Figura 3.9. Comparación de la hipótesis de progresión y las concepciones detectadas en los futuros profesores acerca de los componentes del CDCB

Evolución de las concepciones

Como se muestra en la Figura 3.10., la gran mayoría de los estudiantes (dieciocho) no cambia sus concepciones relacionadas con los componentes del CDCB. Posterior al proceso formativo perdura la concepción de yuxtaposición de la Pedagogía, la Didáctica y la Biología como requerimiento para poder enseñar esta disciplina (concepción **B**). Se trata solo de componentes académicos.

Los demás estudiantes-profesores tuvieron cambios a concepciones más evolucionadas. Así: un estudiante de la concepción **O** a la **A**, dos de la concepción **A** a la **B**, y uno de la concepción **B** a la **C**. Tan sólo uno modificó su concepción a una de menor complejidad (cambio de la concepción **C** a la **B**).

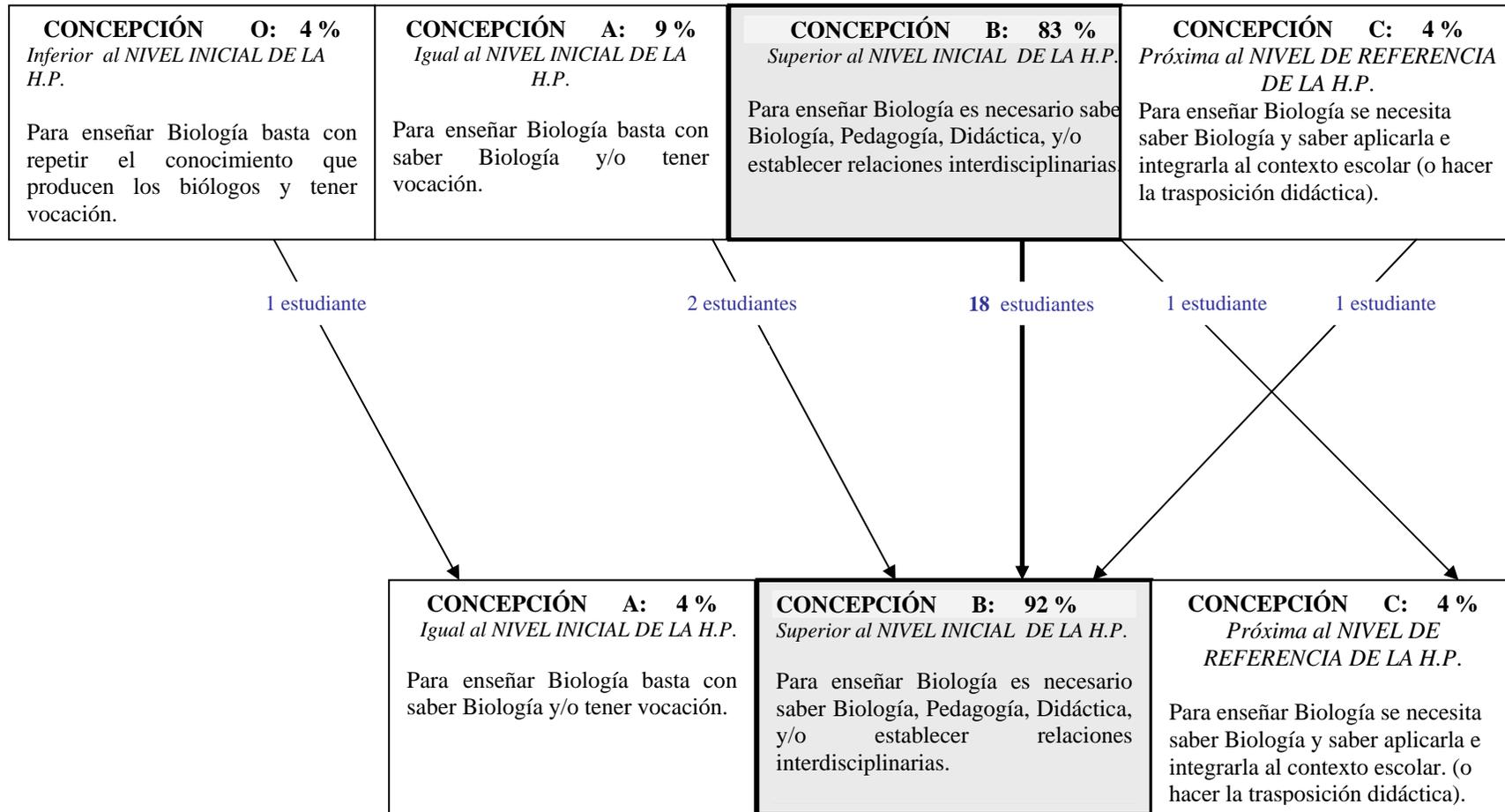


Figura 3.10. Cambios de concepciones sobre los componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico. En la parte superior las concepciones de la fase inicial y en la inferior las de la fase final del proceso formativo

3.2. Concepciones sobre las finalidades de la enseñanza de la Biología

Los resultados de esta subcategoría corresponden a las respuestas a la pregunta 4.1 del cuestionario (ver Anexo 3). Los docentes en formación hacen referencia básicamente a uno de los siguientes aspectos acerca de las finalidades de la enseñanza de la Biología:

- Desacuerdo frente a la afirmación de que la finalidad de la enseñanza de la Biología es preparar a los alumnos para que aprueben evaluaciones.
- Elementos educativos, pedagógicos y didácticos, relacionados con la formación del individuo, o con la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias y de la Biología.
- Lo significativo del aprendizaje de la Biología, en lo que respecta a la aplicabilidad de la Biología Escolar en la vida cotidiana de los alumnos y en la conservación y uso de los recursos naturales.

Las concepciones detectadas en los futuros profesores son:

- **Concepción A:** El propósito de la enseñanza de la Biología no consiste en preparar a los alumnos para que aprueben exámenes.
- **Concepción B:** El propósito de la enseñanza de la Biología consiste en propiciar en los alumnos el aprendizaje de las Ciencias, de la Biología, o contribuir en su formación general.
- **Concepción C:** El propósito de la enseñanza de la Biología consiste en que los alumnos apliquen lo aprendido a su vida cotidiana; y/o conozcan, valoren y conserven la naturaleza; o aprendan características de la vida como sistema.

Fase inicial

Los futuros profesores con la concepción mayoritaria (concepción C) creen que la finalidad de la enseñanza de la Biología es la aplicación de esta ciencia en la vida cotidiana de los alumnos, es decir, que no se debe considerar como un

conocimiento meramente teórico, sino un conocimiento que se utiliza. Otro propósito que consideran es el desarrollo de valores y actitudes que favorezcan el conocimiento, la contemplación, y la conservación de los recursos naturales. Estos son algunos ejemplos:

Ci.174-E7: [el propósito de enseñar Biología] [sic] *me parece que más que aprobar exámenes es hacer que los estudiantes se apropien de lo que como profesores podemos ayudarles a conocer, [...] muchos de los estudiantes podrían pensar que si su trabajo y/o carrera universitaria no tiene nada que ver con la biología no habría porque aprenderla, es mostrar que nos sirve para la vida cotidiana.*

Ci.175-E8: [“se enseña Biología para que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad y/o para acceder al trabajo”] *es absurdo pensar que el profesor dicte su materia con el objetivo único de que sus estudiantes pasen a un mejor nivel social, sin dejarles una huella mas allá como el amor por nuestro entorno y con lo que vivimos y compartimos diariamente.*

Ci.187-E12: [sic] [“se enseña Biología para que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad y/o para acceder al trabajo”] *es un concepto demasiado simplista y pobre porque me gustaría preguntarle al profe: ¿cuando acabemos con el planeta, podremos comer billetes?*

La concepción **B** se refiere, por una parte a aspectos pedagógicos y didácticos, tales como averiguar los intereses de los alumnos hacia la Biología y motivarlos por el Conocimiento Biológico. Tal es el caso del siguiente ejemplo:

Ci.172-E27: [sic] [“se enseña Biología para que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad y/o para acceder al trabajo”] *el hecho de aprobar exámenes no nos indica que el alumno se apropia o hizo una construcción de conocimiento. ... Antes de esto deberíamos indagar si hay filialidades hacia el estudio, pues sería un propósito motivarlos por la biología.*

El otro aspecto considerado en la concepción **B** consiste en que la Biología que se enseña debe trascender a la formación del alumno como persona. Esto se puede ilustrar con los siguientes ejemplos:

Ci.167-E18: [“se enseña Biología para que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad y/o para acceder al trabajo”] *en este caso se enseña para cumplir un requisito no para la vida ni para conocimiento. En el enunciado tampoco se tiene en cuenta el ideal de ser cada vez mejor ser humano.*

Ci.182-E2: *el fin de la enseñanza de la biología para mi debe ser amplio, trascendente para la persona.*

En la concepción **A** (que es la minoritaria) no se tiene en cuenta cuáles son las finalidades de la enseñanza, pero se considera que no debe ser la aprobación

de exámenes (ver Tabla 3.14.). Se manifiesta que superar pruebas de evaluación no garantiza que los alumnos aprendan:

Ci.183-E14: [“se enseña Biología para que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad y/o para acceder al trabajo”] *no estoy de acuerdo. No es conseguir solo que aprueben un examen, esto puede lograrse de X manera y no indica que hayan aprendido realmente, NO SE DEBE ESTUDIAR POR NOTA.*

Tabla 3.14. *Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de las finalidades de la Enseñanza de la Biología, al iniciar el proceso formativo.* En sombreado se resalta la concepción predominante.

UNIDADES DE INFORMACIÓN	PROPOSICIONES	CONCEPCIONES DETECTADAS
Ci.164-E4	El propósito de la enseñanza de la Biología no es preparar a los alumnos para que aprueben exámenes de selectividad.	Concepción A (5 estudiantes)
Ci.165-E15 Ci.171-E21 Ci.183-E14 Ci.184-E24	Que el estudiante obtenga buenas calificaciones no debe ser el fin de la enseñanza de la Biología, ello no implica que haya aprendizaje.	El propósito de la enseñanza de la Biología no consiste en preparar a los alumnos para que aprueben exámenes.
Ci.172-E27 Ci.173-E29 Ci.186-E11	El propósito de la enseñanza de la Biología es explorar intereses y/o motivar a los alumnos hacia el estudio de esta ciencia.	Concepción B (6 estudiantes)
Ci.167-E18 Ci.169-E5 Ci.182-E2	El propósito de la enseñanza de la Biología es que lo aprendido trascienda en la persona.	El propósito de la enseñanza de la Biología consiste en propiciar en los alumnos el aprendizaje de las Ciencias, de la Biología, o contribuir en su formación general.
Ci.174-E7 Ci.192-E1	El propósito de la enseñanza de la Biología es que los alumnos apliquen el conocimiento aprendido a sus vidas cotidianas.	Concepción C (12 estudiantes)
Ci.170-E19 Ci.195-E17	El propósito de la enseñanza de la Biología es que lo aprendido por los alumnos trascienda para poder acercarse a la realidad, comprender el mundo.	El propósito de la enseñanza de la Biología consiste en que los alumnos apliquen lo aprendido a su vida cotidiana; y/o conozcan, valoren y conserven la naturaleza; o aprendan características de la vida como sistema.
Ci.175-E8 Ci.193-E3 Ci.176-E13 Ci.194-E6 Ci.179-E22 Ci.181-E23 Ci.187-E12 Ci.188-E9	El propósito de la enseñanza de la Biología es que los alumnos aprendan y apliquen contenidos (fundamentalmente actitudinales): interactuar con la naturaleza, valorarla, conocerla y conservarla, y/o mejorar la actitud frente al ambiente.	

Fase final

En la concepción mayoritaria (C) de esta fase del proceso formativo, los estudiantes se refieren a la aplicabilidad que debe tener la Biología que aprenden los alumnos en su vida cotidiana, y al desarrollo de actitudes para mejorar su

interrelación con la naturaleza y para conservarla. Algunos ejemplos:

Cf.74-E18: *considero que uno de los principales propósitos de la biología [de enseñarla] es sensibilización por la vida y desde esta forma un ser más humano con una buena relación hombre-naturaleza.*

Cf.77-E7: *[el propósito de enseñar Biología] en este momento y como debió haber sido desde un comienzo, la educación debe preparar para la cotidianidad no para un examen. No, tanto la biología como cualquier otra disciplina que se aprenda debe servir para su aplicabilidad en el diario vivir.*

Dos estudiantes con la concepción **C** se refieren a la finalidad de la enseñanza de la Biología atendiendo al aprendizaje del objeto de estudio de esta ciencia, en la idea que los alumnos construyan su conocimiento de la Biología desde una aproximación a la perspectiva sistémica:

Cf.79-E13: *uno de sus propósitos [al enseñar Biología] es ayudar en la comprensión de que la vida no se da de manera aislada, que todo el medio influye en su desarrollo, y es más importante “enseñar” que somos estructuras que dependemos de muchas variables, que es mucho más que memorizar conceptos sin construir conocimiento*.

Los estudiantes con la concepción **A**, manifiestan que afirmar que el propósito de la enseñanza de la Biología sea preparar a los alumnos para la aprobación de exámenes, corresponde a una visión mediocre, materialista y de la inmediatez. Esto manifiesta uno de ellos:

Cf.68-E12: *[“se enseña Biología para que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad y/o para acceder al trabajo”] Idea pobre, mediocre, simplista y materialista, no cumple ninguno de los objetivos de la biología más que es de sobrevivir egoístamente.*

La concepción minoritaria en esta fase del proceso formativo es la **B**, tres estudiantes con esta concepción consideran como finalidad de la enseñanza de la Biología, el desarrollo de competencias básicas del trabajo en Ciencias, tales como: la argumentación, la interpretación, la investigación, la formulación de hipótesis y la experimentación (ver Tabla 3.15.). Uno de ellos afirma:

Cf.84-E27: *[el propósito de enseñar Biología] debe ser crear un conocimiento llevando a cabo proceso de experimentación, formulación de hipótesis, sea capaz de interpretar, argumentar y comprender un tema determinado.*

El otro estudiante con la concepción **B** se refiere a propósitos generales relacionados con la formación del alumno como persona, en lo relacionado con el desarrollo de la autonomía y la responsabilidad:

Cf.75-E5: [“se enseña Biología para que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad y/o para acceder al trabajo”] *Eso no es profesor... demasiado conductista para mí, creo que el propósito de la disciplina y el rigor, es lograr responsabilidad sin tensión ni estrés, de esta manera los alumnos utilizan su autonomía y acceden a las evaluaciones sin el “mero” pensamiento de una nota.*

Tabla 3.15. *Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de las finalidades de la enseñanza de la Biología, al finalizar el proceso formativo.* En sombreado se resalta la concepción predominante.

UNIDADES DE INFORMACIÓN	PROPOSICIONES	CONCEPCIONES DETECTADAS
Cf.72-E4	Considerar que el propósito de la enseñanza de la Biología es preparar a los alumnos para que aprueben exámenes, es un obstáculo para el proceso de enseñanza-aprendizaje.	<p>Concepción A (6 estudiantes)</p> <p>El propósito de la enseñanza de la Biología no consiste en preparar a los alumnos para que aprueben exámenes.</p>
Cf.68-E12 Cf.69-E19 Cf.81-E2	Considerar que el propósito de la enseñanza de la Biología es preparar a los alumnos para que aprueben exámenes, es una idea mediocre y/o materialista.	
Cf.71-E21 Cf.90-E17	El propósito de la enseñanza de la Biología no es preparar a los alumnos para que aprueben exámenes.	
Cf.75-E5	El propósito de la enseñanza de la Biología es contribuir a la formación general de los alumnos: desarrollo de la responsabilidad y de la autonomía.	<p>Concepción B (4 estudiantes)</p> <p>El propósito de la enseñanza de la Biología consiste en propiciar en los alumnos el aprendizaje de las Ciencias, de la Biología, o contribuir en su formación general.</p>
Cf.84-E27 Cf.85-E11 Cf.87-E1	El propósito de la enseñanza de la Biología es propiciar en los alumnos el desarrollo de habilidades del trabajo en ciencias tales como la experimentación, la formulación de hipótesis, la argumentación.	
Cf.67-E23 Cf.78-E8 Cf.73-E15 Cf.80-E22 Cf.76-E29 Cf.82-E14 Cf.77-E7 Cf.88-E3	El propósito de la enseñanza de la Biología es que lo aprendido por los alumnos sea aplicado en su vida cotidiana.	
Cf.74-E18 Cf.83-E24 Cf.86-E9	El propósito de la enseñanza de la Biología es que lo que aprendan los alumnos les sirva para mejorar la relación hombre-naturaleza, y/o conservar la naturaleza.	<p>Concepción C (13 estudiantes)</p> <p>El propósito de la enseñanza de la Biología consiste en que los alumnos apliquen lo aprendido a su vida cotidiana; y/o conozcan, valoren y conserven la naturaleza; o aprendan características de la vida como sistema.</p>
Cf.79-E13 Cf.89-E6	El propósito de la enseñanza de la Biología es que los alumnos aprendan las características de la vida como un sistema.	

Comparación con la hipótesis de progresión

En la Figura 3.11., la concepción **A** (correspondiente a los estudiantes que no creen que la finalidad de enseñar Biología sea preparar a los alumnos para aprobar exámenes) se representa con una complejidad similar a la del nivel inicial de la hipótesis de progresión. En el nivel inicial se considera que el principal propósito de la enseñanza de la Biología es que los alumnos aprendan conceptos biológicos, lo cual es coherente con el hecho de que los exámenes suelen ser de tipo conceptual.

La concepción **B**, se representa en la Figura 3.11. entre los niveles inicial y de referencia de la hipótesis. En esta concepción, a pesar de no tener en cuenta, de manera explícita, como propósito de la enseñanza de la Biología los conceptos biológicos fundamentales que el alumno debe aprender, se hace alusión a aspectos particulares de la enseñanza de las Ciencias y de la Biología, y de la formación de los individuos. Es decir, se consideran elementos pedagógicos y didácticos tales como la motivación y la indagación de intereses de los alumnos, entre otros, para hacer posible el aprendizaje. De igual manera, en algunos casos, se hace referencia al desarrollo de habilidades procedimentales propias del trabajo en las Ciencias. Sin embargo, esta concepción no es equiparable al nivel de referencia, dado que no considera el aprendizaje integral de conceptos, procedimientos y actitudes propios de la Biología.

En relación con la concepción **C**, se representa con una complejidad similar a la del nivel de referencia de la hipótesis de progresión, al recalcarse la importancia de que el alumno aprecie, valore y respete la naturaleza, conserve el ambiente, y comprenda que el hombre no es el centro de la naturaleza ni su único habitante. Ello trasciende el propósito de aprender conceptos y procedimientos fundamentales, aproximándose a una finalidad relacionada con el aprendizaje significativo. Cabe anotar que dos estudiantes se aproximan al nivel de referencia, por la complejidad de la visión frente al “qué enseñar”, ellos manifiestan que se debe enseñar la vida como un sistema, lo cual difiere de la visión analítica de la Biología.

No obstante, la concepción C no es equiparable al nivel de referencia de la hipótesis de progresión, dado que éste último, contempla integradamente la enseñanza de contenidos relativos a:

- Los conceptos fundamentales de la Biología, con énfasis en la perspectiva sistémica.
- Los procedimientos propios para producir conocimiento en Ciencias y en particular en Biología.
- Las actitudes reflexivas y críticas frente a la Biología y la educación ambiental, conducentes a adoptar posiciones personales frente a situaciones que atañen a implicaciones de diversa índole (ética, política, social, económica) acerca del conocimiento, conservación y uso sostenible de los recursos biológicos.

Resumiendo, la mayoría de futuros profesores tienen concepciones que superan el nivel inicial de la hipótesis de progresión, especialmente en lo que atañe a la intención de enseñar Biología para que el alumno encuentre aplicabilidad a su vida cotidiana y para que desarrolle actitudes tendientes a la conservación de los recursos naturales.

El principal propósito de la enseñanza de la Biología consiste en:

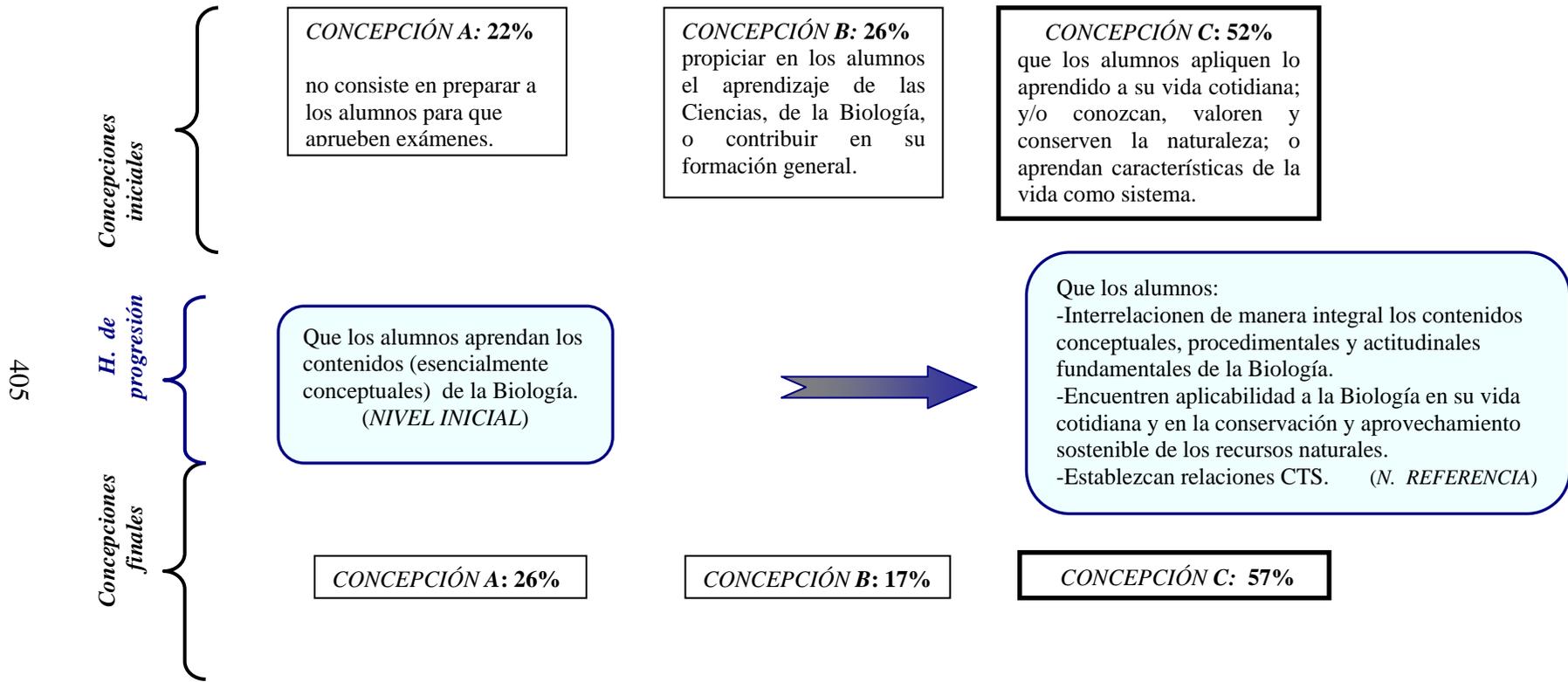
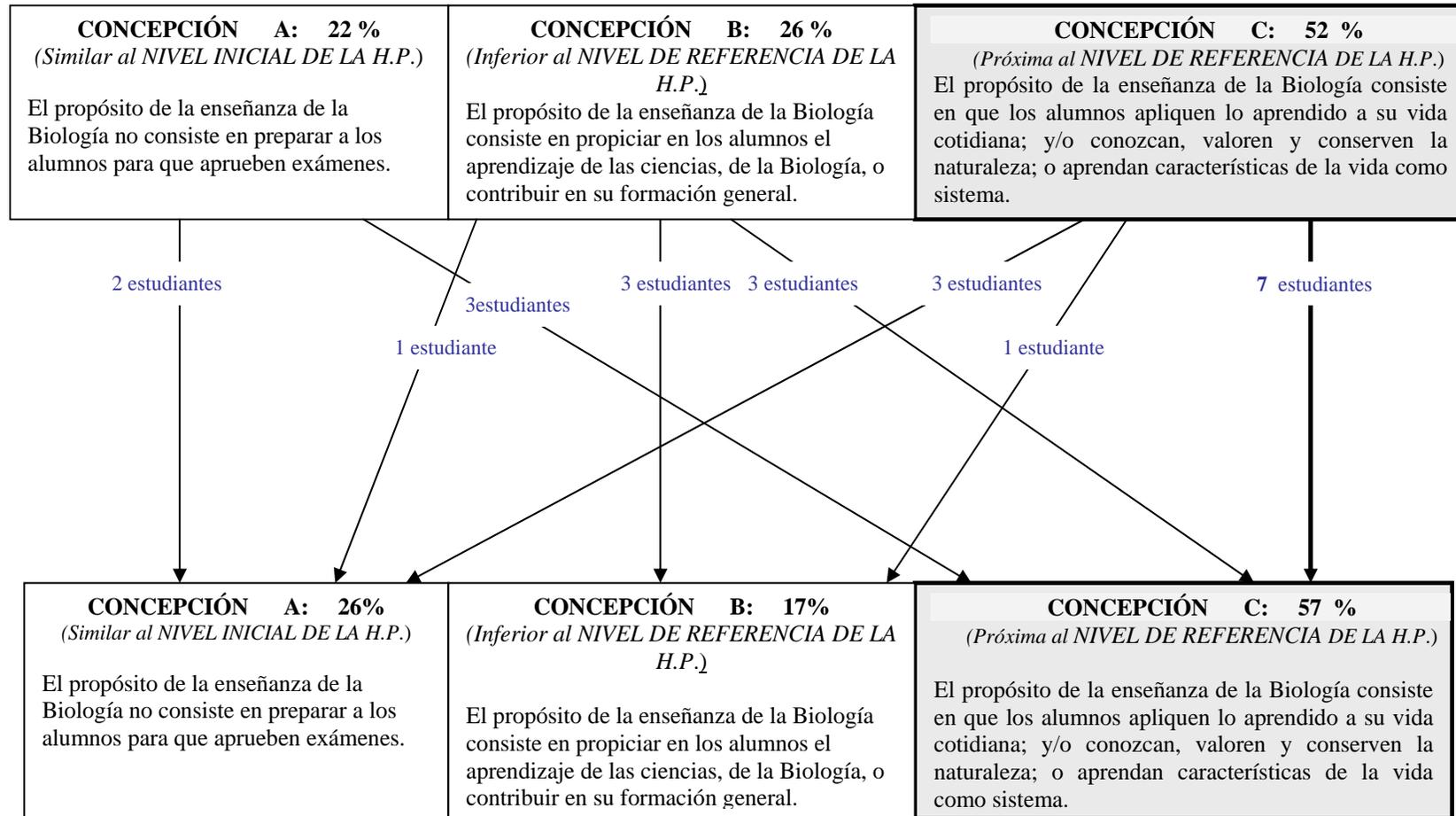


Figura 3.11. Comparación de la hipótesis de progresión y las concepciones acerca de las finalidades de la enseñanza de Biología

Evolución de las concepciones

En relación con el cambio de concepciones, como se puede observar en la Figura 3.12., al finalizar el proceso formativo la mayoría de docentes en formación, o mantienen sus concepciones, o las modifican por otras más evolucionadas. Así, dos conservan la concepción menos evolucionada (**A**), tres la intermedia (**B**), y siete la más compleja (**C**). Seis cambian sus concepciones a la **C** (tres que al inicio poseían la concepción **A**, y tres la **B**).

A pesar de que la concepción mayoritaria es la **C**, llama la atención el hecho de que cuatro estudiantes que en la fase inicial poseían esta concepción, al finalizar el proceso formativo la cambiaron por una concepción de menor nivel de complejidad (uno a la **B**, y tres a la **A**). Otro estudiante al finalizar el *Seminario de Pedagogía y Didáctica I* cambia a una concepción menos evolucionada (de la **B** a la **A**).



407

Figura 3.12. Cambios de concepciones sobre las finalidades de la enseñanza de la Biología. En la parte superior las concepciones de la fase inicial y en la inferior las de la fase final del proceso formativo

3.3. Concepciones sobre la enseñanza de la Biología

Los futuros profesores responden a las preguntas 4.3 y 4.6 del cuestionario (ver Anexo 3) haciendo alusión a por lo menos uno de los siguientes aspectos:

- El proceso de aprendizaje: características de quien aprende, cómo se produce el aprendizaje, qué aspectos influyen en dicho proceso, etc.
- Lo metodológico. Fundamentalmente en lo referente a la secuenciación entre actividades teóricas y prácticas, y a la organización de contenidos y actividades de enseñanza.

A continuación se presentan las concepciones detectadas:

- **Concepción A:** La enseñanza de la Biología en Secundaria consiste en explicar contenidos y/o realizar primero actividades teóricas y luego prácticas.
- **Concepción B:** La enseñanza de la Biología en Secundaria trasciende la mera explicación del profesor. Y/o, las actividades teóricas y prácticas son importantes, su secuencia puede variar.
- **Concepción C:** La enseñanza de la Biología en Secundaria se centra en las características de los alumnos, en relación con el proceso cognitivo de aprendizaje. La secuencia de las actividades teóricas y prácticas puede variar. Pueden tenerse en cuenta los aspectos históricos y epistemológicos.

Fase inicial

En este momento del proceso formativo, la concepción mayoritaria es la C. Los futuros profesores con esta concepción se refieren a la enseñanza de la Biología, desde la perspectiva de las características del proceso de aprendizaje. Consideran que para enseñar, es necesario que el profesor tenga conocimiento de características del alumno tales como: lo que sabe, sus experiencias, sus intereses,

sus expectativas, su capacidad de asombro y su contexto. Además, se tiene en cuenta la aplicabilidad de lo que aprende para su vida, para resolver problemas y responder a sus intereses. Estos aspectos están relacionados con el aprendizaje significativo. Dos estudiantes explicitan que para enseñar, se requiere establecer redes de relaciones entre los contenidos. De otra parte, no consideran que deba existir una secuencia definida entre las actividades teóricas y las prácticas. A continuación se presentan algunas de las declaraciones:

Ci.250-E12: [al enseñar Biología primero se explican los conceptos teóricos y luego se comprueban en la práctica] no siempre debe ser así. En muchas ocasiones se debe partir de una experiencia de los alumnos con el mundo y debemos tener en cuenta en qué contexto fue criado el muchacho ¿que conoce del mundo?

Ci.351-E24: [Enseñar Biología] No es solamente explicar los contenidos [conceptuales], también es buscar la forma de que estos sean comprendidos desde una visión real, es decir fundamentados con ejemplos de la cotidianidad, tratando de establecer redes de relación entre unos y otros, para que así la biología en el colegio no sea solo vista como el conocer los animales, las plantas y nuestro organismo sino también qué tenemos que ver los unos con los otros y de qué manera se dan y funcionan la relaciones.

Ci.353-E11: [Enseñar Biología consiste fundamentalmente en explicar con claridad los principales contenidos de la asignatura] Lo anterior me genera una inquietud: ¿y dónde queda lo que yo sé? ¿O acaso soy una caneca donde solo se llena de conocimiento que me ofrece el profesor?. No se promueve a construir y generar duda.

Los estudiantes con la concepción **A** consideran que enseñar Biología consiste en explicar los contenidos, desarrollando primero las actividades teóricas y luego las prácticas. Algunos ejemplos al respecto:

Ci.245-E19: [al enseñar Biología] [sic] este será un tema de polémica ya que se cae en la situación “ si primero el huevo o la gallina” a mi forma de ver esta situación los 2 métodos [primero la práctica y luego la teoría, ó viceversa] pueden dar resultados, pero acorde al proceso científico sería primero ver esa teoría y luego corroborarla y discutirla con la practica experimental.

Ci.350-E14: [Para enseñar Biología] Si es necesario y fundamental explicar con claridad, de esto depende que el estudiante pueda interpretar y comprender lo que se le enseña, pero la biología no se debe quedar en contenidos, también debe reflejar un aporte a un contexto que puede ser social.

En la concepción minoritaria (**B**), se considera que para enseñar Biología no basta con explicar los contenidos (ver Tabla 3.16.). En relación con las actividades teóricas y prácticas, creen que son importantes para la enseñanza, y

que no necesariamente debe existir una secuencia determinada entre estas. Sin embargo, no describen en qué consisten la enseñanza. Esto expresan uno de los estudiantes:

Ci.352-E23: [Enseñar Biología consiste fundamentalmente en explicar con claridad los principales contenidos de la asignatura] *No, creo hay otros aspectos que entran en juego cuando uno es maestro, no se debe limitar a explicar conceptos.*

Tabla 3.16. *Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de la enseñanza de la Biología, al iniciar el proceso formativo.*

En sombreado se resalta la concepción predominante

UNIDADES DE INFORMACIÓN	PROPOSICIONES	CONCEPCIONES DETECTADAS
Ci.236- E27 Ci.342-E27 Ci.246- E14 Ci.350-E14 Ci.251- E9 Ci.355-E9	Enseñar Biología en Secundaria consiste en explicar contenidos, partiendo de la teoría a la práctica.	Concepción A (8 estudiantes) La enseñanza de la Biología en Secundaria consiste en explicar contenidos y/o realizar primero actividades teóricas y luego prácticas.
Ci.238- E29 Ci.343-E29 Ci.239- E7 Ci.344-E7 Ci.245- E19 Ci.348-E21 Ci.254- E1 Ci.357-E1	Enseñar Biología en Secundaria consiste en explicar y se debe ir de la teoría a la práctica. Es importante saber seleccionar y secuenciar los contenidos.	
Ci.248-E23 Ci.352-E23 Ci.349-E2	Enseñar Biología en Secundaria trasciende la mera explicación de contenidos por el profesor.	Concepción B (5 estudiantes) La enseñanza de la Biología en Secundaria trasciende la mera explicación del profesor. Las actividades teóricas y prácticas son importantes, su secuencia puede variar.
Ci.233-E15 Ci.235-E18 Ci.340-E18 Ci.241-E8 Ci.345-E8	Enseñar Biología en Secundaria trasciende la mera explicación. La secuenciación entre las actividades teóricas y prácticas puede variar.	
Ci.249-E11 Ci.250-E12 Ci.353-E11 Ci.354-E12	Al enseñar Biología en Secundaria es indispensable: tener en cuenta qué saben los alumnos, su experiencia y su contexto. Se deben generar dudas, y encontrar aplicabilidad. Se utilizan diferentes herramientas.	Concepción C (10 estudiantes) La enseñanza de la Biología en Secundaria se centra en las características de los alumnos, en relación con el proceso cognitivo de aprendizaje. La secuencia de las actividades teóricas y prácticas puede variar.
Ci.256- E6 Ci.359- E6	Al enseñar Biología en Secundaria se deben formular preguntas y promover la capacidad de asombro en el alumno	
Ci.232- E4 Ci.338- E4 Ci.341- E5	Enseñar Biología en Secundaria implica además de explicar, relacionar los contenidos según los propósitos formativos y/o las capacidades cognitivas de los alumnos. La secuenciación entre actividades teóricas y prácticas puede variar.	
Ci.244- E22 Ci.347- E22 Ci.257- E17 Ci.360- E17 Ci.255- E3 Ci.358- E3	Enseñar Biología en Secundaria implica además de explicar, lograr que el alumno aplique lo aprendido a su vida cotidiana. La secuenciación entre las actividades teóricas y las prácticas puede variar.	

Ci.242- E13 Ci.247- E24	Ci.346- E13 Ci.351- E24	Enseñar Biología en Secundaria trasciende la mera explicación, implica, además, establecer redes de relaciones entre contenidos biológicos. Se requiere la integración teoría-práctica.	
----------------------------	----------------------------	---	--

Fase final

Al finalizar el desarrollo del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*, la concepción mayoritaria es la **C**. Los estudiantes con esta concepción explicitan lo relevante que es en la enseñanza, conocer las características de los alumnos (su desarrollo cognitivo y sus ideas). De igual manera, atribuyen un rol activo a los aprendices en sus procesos cognitivos, lo cual conlleva a indagar, descubrir, criticar, establecer relaciones (al interior del saber biológico, con otros saberes, y con el contexto social), interpretar fenómenos y construir conceptos, en vez de limitarse a la memorización y repetición de datos. Esto implica que la enseñanza no se entiende como la mera explicación de contenidos por el profesor. De otra parte, se pretende que lo que se aprende tenga aplicación en la vida cotidiana, y/o contribuya a desarrollar un pensamiento abstracto, e incidir en la sociedad. En lo que tiene que ver con la secuenciación de actividades teóricas y prácticas, consideran que puede variar. A continuación, dos ejemplos:

Cf.189-E8: [Enseñar Biología consiste fundamentalmente en explicar con claridad los principales contenidos de la asignatura] *No es suficiente, pues es necesario que esta “materia” o “asignatura” trascienda en la mente de los estudiantes, para que cambien de forma de pensar y puedan ver más allá de lo común, y de la cotidianidad y tengan la alternativa de cambiar esta sociedad con la investigación y el pensamiento biológico.*

Cf.196-E11: *Enseñar biología consiste en abrir espacios que les permita a los estudiantes participar, aceptarse, valorarse y transformar conceptos cotidianos a científicos, desde su propio proceso y la orientación docente. Además de eso [explicar con claridad los principales contenidos de la asignatura] consiste en contextualizar esos contenidos en la vida diaria.*

Dos estudiantes-profesores con la concepción **C** se refieren a la necesidad de tener en cuenta, aspectos históricos y epistemológicos a la hora de organizar los contenidos de enseñanza. Especialmente, en lo que tiene que ver con las

condiciones y la forma como se produce el conocimiento científico (en este caso, biológico). De otra parte, consideran que la enseñanza implica que el alumno establezca relaciones que posibiliten la construcción de conocimiento (escolar). Estas son sus declaraciones:

Cf.118-E5: [para enseñar Biología] [sic] *No existen reglas ni pasos ni siquiera debería existir el tiempo, pero porque carajos nunca enseñamos nada de historia, no hablamos de la condición social y económica en que se produjeron los conocimientos. Tal vez es bueno relacionar la historia en el tiempo con los hechos y lograr sensibilizarnos con las actitudes diarias.*

Cf.125-E13: [al enseñar Biología] *Más allá de recitar todo un conjunto de conceptos, considero que es pertinente, que se conozca de dónde salen; que se identifiquen y se desarrollen en cada mente; no decir tal concepto es dos puntos, y empezar a recitarlos, preferiblemente indagar, descubrir y construir.*

Los estudiantes con la concepción **B**, expresan que la enseñanza de la Biología trasciende la mera explicación de contenidos. Manifiestan que la realización de actividades tanto teóricas como prácticas es importante. La organización de dichas actividades no debe ser lineal y su secuenciación puede variar. Un ejemplo:

Cf.116-E15: [al enseñar Biología] *La teoría es muy importante en el proceso educativo, pero por medio de la práctica también es posible obtener conocimiento. La explicación no basta.*

La concepción minoritaria en esta fase del proceso formativo es la **A** (ver Tabla 3.17.). Solamente la posee un estudiante, quien manifiesta que enseñar Biología consiste en explicar. Esto expresa:

Cf.187-E29: [Enseñar Biología] *Consiste en explicar fenómenos, en acercar a la relación hombre-naturaleza.*

Tabla 3.17. *Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de la enseñanza de la Biología, al finalizar el proceso formativo.*

En sombreado se resalta la concepción predominante.

U. DE INFORMACIÓN	PROPOSICIONES	CONCEPCIONES DETECTADAS
Cf.122-E29 Cf.187-E29	Enseñar Biología en Secundaria consiste en explicar. Hay que evidenciar lo tangible.	Concepción A (1 estudiante) La enseñanza de la Biología en Secundaria consiste en explicar contenidos.
Cf.126-E22	Enseñar Biología en Secundaria trasciende la explicación. Conviene realizar primero las actividades teóricas y luego las prácticas.	Concepción B (8 estudiantes) La enseñanza de la Biología en Secundaria trasciende la mera explicación del profesor. Las actividades teóricas y prácticas son importantes, su secuencia puede variar.
Cf.116-E15 Cf.117-E18 Cf.119-E19 Cf.120-E21 Cf.121-E27 Cf.186-E27	Enseñar Biología en Secundaria trasciende la explicación. Son importantes tanto las actividades teóricas como las prácticas, su secuenciación puede ser indistinta.	
Cf.128-E2 Cf.127-E23 Cf.192-E2	Al enseñar Biología en Secundaria no basta con explicar (aunque es importante). La secuenciación de actividades teóricas y prácticas no debe ser lineal.	
Cf.129-E14 Cf.136-E3 Cf.193-E14 Cf.201-E3	Enseñar Biología en Secundaria implica realizar actividades de observación y experimentación, integradas a la teoría de una manera contextual y/o aplicada. Y/o, debe ser interdisciplinar.	
Cf.134-E9 Cf.198-E9	Al enseñar Biología en Secundaria es prioritario tener en cuenta las capacidades cognitivas de los alumnos. Los contenidos de enseñanza deben ser acordes con las orientaciones curriculares.	Concepción C (14 estudiantes) La enseñanza de la Biología en Secundaria se centra en las características de los alumnos, en relación con el proceso cognitivo de aprendizaje. La secuencia de las actividades teóricas y prácticas puede variar. Pueden tenerse en cuenta los aspectos históricos y epistemológicos.
Cf.115-E4 Cf.123-E7 Cf.130-E24 Cf.135-E1 Cf.137-E6 Cf.138-E17 Cf.183-E4 Cf.188-E7 Cf.194-E24 Cf.199-E1 Cf.202-E6 Cf.203-E17	Enseñar Biología en Secundaria trasciende la explicación. Implica utilizar secuencias no lineales (incluyendo diversas actividades tales como observación, y reflexión) tendientes a que el alumno construya explicaciones, indague, y/o critique, y/o establezca relaciones, y/o aplique los conceptos biológicos a su cotidianidad. No es trascendental la secuenciación entre actividades teóricas y prácticas.	
Cf.124-E8 Cf.189-E8 Cf.133-E12	Enseñar Biología en Secundaria trasciende la explicación. No importa la secuenciación entre las actividades teóricas y prácticas. Se debe tener en cuenta las concepciones de los alumnos y/o buscar que lo aprendido cambie la forma de pensar y puedan incidir en la sociedad.	
Cf.132-E11 Cf.196-E11	Enseñar Biología en Secundaria implica la participación y transformación de los conocimientos cotidianos del alumno, y la aplicación de los aprendizajes a su vida cotidiana. No interesa la secuencia de actividades teóricas y prácticas.	
Cf.118-E5 Cf.125-E13 Cf.185-E5 Cf.190-E13	Al enseñar Biología en Secundaria, se debe tener en cuenta cómo se ha producido el conocimiento, los aspectos históricos y las condiciones socioeconómicas. Y/o, se requiere posibilitar que los alumnos establezcan relaciones para construir conocimiento en el aula.	

Comparación con la hipótesis de progresión

Al contrastar las concepciones de los docentes en formación con la hipótesis de progresión (Figura 3.13.), se observa que la concepción **A** es similar al nivel inicial de la hipótesis, dado que en los dos casos la enseñanza se entiende como la explicación que hace el profesor de los contenidos.

La concepción **B**, es de mayor complejidad que el nivel inicial de la hipótesis de progresión, al considerar que la enseñanza trasciende el hecho de explicar. Sin embargo, no alcanza la complejidad del nivel de referencia, puesto que apenas menciona la importancia de las actividades teóricas y prácticas, sin explicar las características de las mismas y su relación con el proceso de aprendizaje, dado que no tiene en cuenta de manera explícita las características y necesidades de los alumnos.

De las concepciones detectadas, la de mayor complejidad es la **C**, la cual se aproxima al nivel de referencia de la hipótesis, puesto que se caracteriza por tener un enfoque constructivista del proceso de enseñanza-aprendizaje. Se explicita la relevancia de tomar en cuenta que la enseñanza debe favorecer los desarrollos cognitivos de los alumnos y un aprendizaje significativo, ya que en las actividades de enseñanza se debe tener presente las características del alumno (concepciones, experiencias, intereses, desarrollo cognitivo, contexto), y procurar que él, aprenda contenidos útiles para su vida cotidiana. Sin embargo, no alcanza el nivel de referencia de la hipótesis, ya que en éste se plantea el desarrollo de actividades, estrategias y métodos de enseñanza que permitan además de la significatividad del aprendizaje, el desarrollo de las capacidades metacognitivas de los alumnos. Además, desde la perspectiva del nivel de referencia, se identifica la existencia de un conocimiento con un estatus particular que se debe producir en el proceso de enseñanza-aprendizaje, es decir: el Conocimiento Escolar. Para la construcción de este, se requiere además de los aspectos recién mencionados, el análisis del conocimiento disciplinar que permita su transformación e integración con otros tipos de conocimientos como el contextual.

La enseñanza de la Biología en Secundaria:

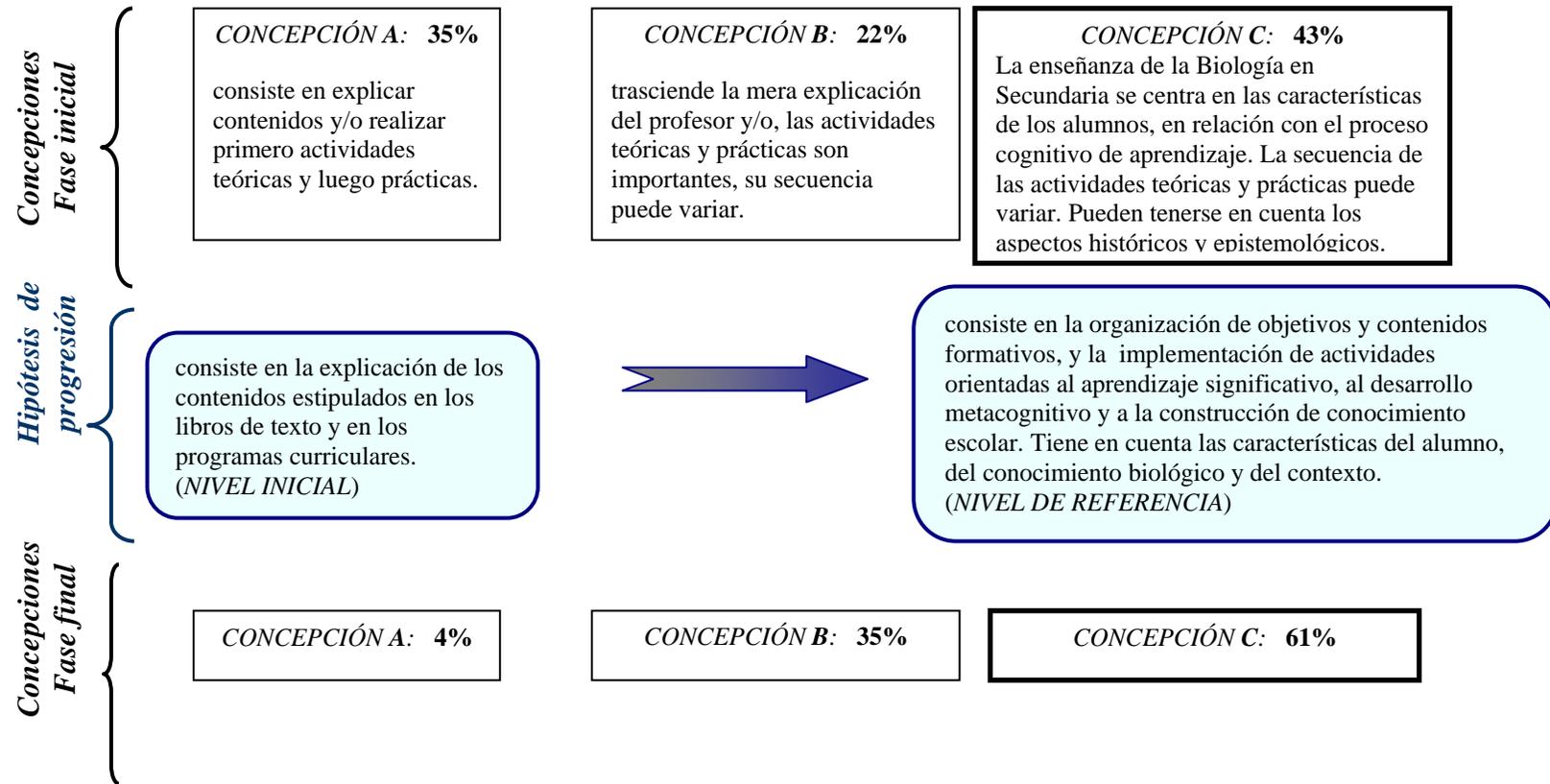


Figura 3.13. Comparación de la hipótesis de progresión y las concepciones detectadas en los futuros, acerca de la enseñanza de la Biología, al iniciar y finalizar el proceso formativo

Evolución de las concepciones.

Como se puede observar en la Figura 3.14., la mayor progresión se evidencia en los estudiantes que inicialmente poseían la concepción más simple (es decir la **A**). Al final del proceso formativo tres de ellos la modificaron por la **B**, y cuatro por la **C**. Modifican su idea de enseñanza como la explicación de contenidos a visiones más complejas en las que se hace hincapié en los procesos cognitivos del aprendizaje. Tan sólo un estudiante mantuvo la concepción **A**.

Para el caso de futuros profesores que al inicio del proceso formativo contaban con las concepciones **B** y **C** (correspondiente a la mayoritaria), en su mayoría las conservó al final del mismo. Tan sólo hubo un cambio de concepción de B a C, y uno de C a B.

Aunque no se muestra en la Figura 3.14., cabe resaltar que dos estudiantes que mantuvieron la concepción **C** (E5, y E13), al finalizar el desarrollo del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I* muestran progresión, al incluir como característica de la enseñanza de la Biología, aspectos históricos y epistemológicos.

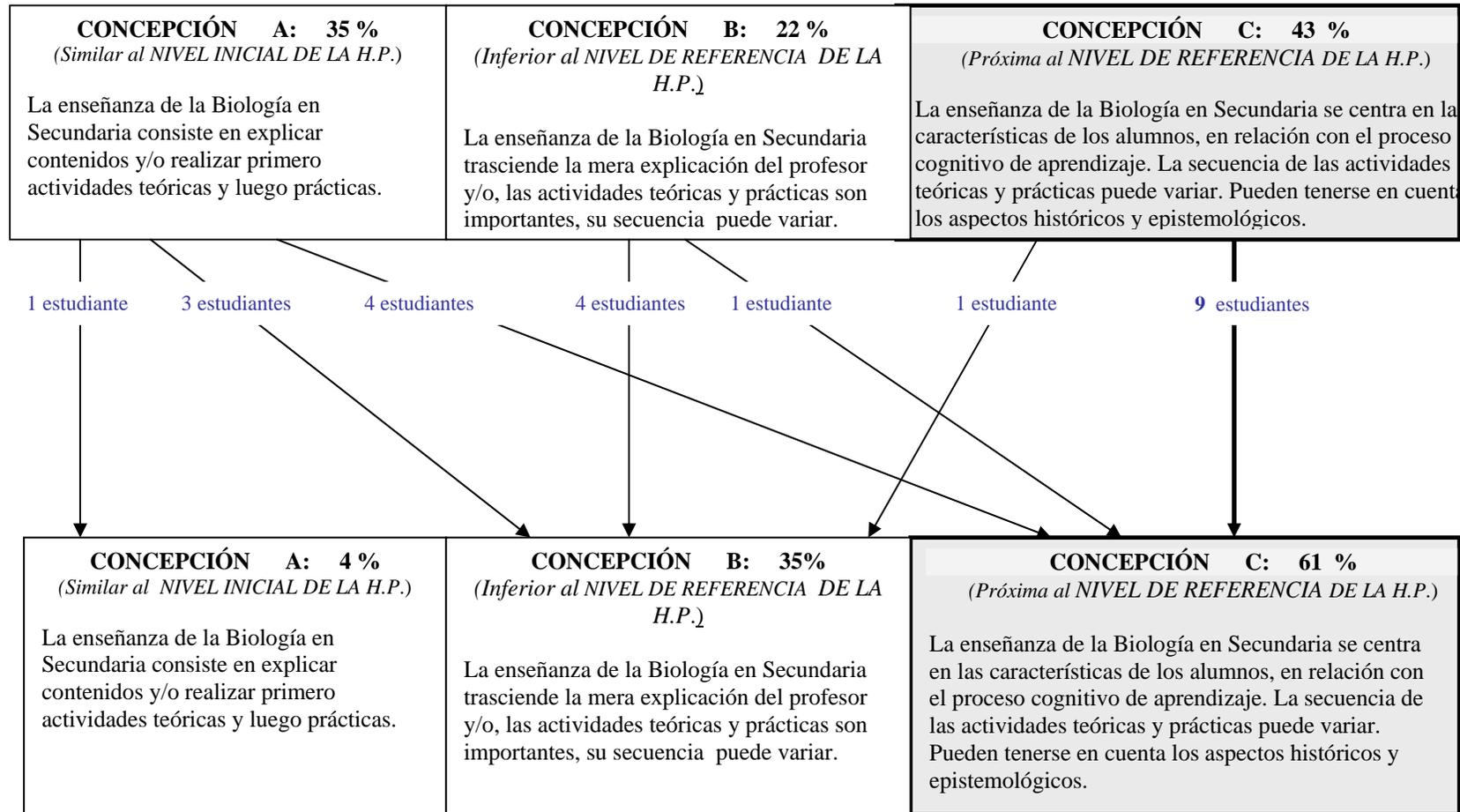


Figura 3.14. Cambios de concepciones sobre la enseñanza de la Biología. En la parte superior las concepciones de la fase inicial y en la inferior las de la fase final del proceso formativo

3.4. Concepciones sobre el Conocimiento Biológico Escolar

Los datos analizados en esta subcategoría corresponden a las respuestas a las preguntas 4.7.A, 4.7.B y 5 del cuestionario (ver Anexo 3), tanto al iniciar como al finalizar el proceso formativo. La sistematización se hace teniendo en cuenta conjuntamente las tres respuestas de cada estudiante⁵. Los futuros profesores se refieren a por lo menos uno de los siguientes aspectos:

- El estatus de la Biología que se enseña en Secundaria en relación con la Biología que produce la comunidad científica, o la que se enseña en la Universidad. Es decir, si son el mismo tipo de conocimiento, o el primero es una aproximación, una simplificación, una adaptación, o una transformación de los otros dos.
- Las características de los elementos implicados en el procesamiento del Conocimiento Biológico en el aula para hacer posible la enseñanza-aprendizaje de la Biología. Ello tiene que ver con las características de los alumnos y su incidencia en la enseñanza, las estrategias metodológicas, los tipos de conocimientos que confluyen en la escuela, etc.

Al analizar los datos, se detectan estas concepciones:

- **Concepción O:** El Conocimiento Biológico que se enseña en Secundaria es el mismo que producen los científicos, o que se aprende en la Universidad.
- **Concepción A:** El Conocimiento Biológico que se enseña en Secundaria es una simplificación, o una aproximación, o una selección de lo fundamental del conocimiento científico, o del que se aprende en la Universidad.
- **Concepción B:** El Conocimiento Biológico que se enseña en Secundaria no es la simplificación del conocimiento científico, ni del que se enseña en la Universidad.
- **Concepción C:** El Conocimiento Biológico que se enseña en Secundaria difiere del conocimiento producido por la comunidad científica o del que se

⁵ Algunos estudiantes sólo respondieron a dos o una de las tres preguntas. En estos casos, la sistematización se hace con dicha información.

aprende en la Universidad. Implica seleccionar lo fundamental con criterios psicopedagógicos y didácticos.

Fase inicial

La concepción mayoritaria en este momento del proceso formativo es la **C**. Los futuros profesores con dicha concepción manifiestan que en la enseñanza de la Biología lo que se hace es una selección de lo básico del conocimiento científico. Aduciendo además, que para lograrlo se requiere tener en cuenta las características de los alumnos (intereses, niveles de desarrollo cognitivo, necesidades, o diversidad de formas de aprender), y/o la utilidad y significado que pueda tener para los educandos aquello que se les enseña. Algunos ejemplos:

Ci.423-E7: *Sí se debe explicar de una forma más simple [al enseñar Biología en Secundaria], si tenemos en cuenta los aportes piagetianos antes de los 16 años se haría difícil la comprensión de algunos temas, pero no por ello se deben eliminar sino crear metodologías que favorezcan su enseñanza y aprendizaje.*

Ci.436-E6: *Creo que las dificultades [de los temas de Biología que se enseñan en Secundaria] a veces están no en el tema en sí, si no en el lenguaje que se usa, este debe ser acorde a la edad y necesidades del estudiante.*

Dos estudiantes-profesores con la concepción **C** hacen alusión a la necesidad de implementar estrategias didácticas para lograr el aprendizaje teniendo en cuenta aspectos tales como el dinamismo, generar intriga, utilizar lenguaje adecuado, etc. Esto expresa uno de ellos:

Ci.417-E5: *[enseñar Biología] No es eliminar [lo difícil], es tratar de amenizar lo difícil. Una clase de ADN la entenderían en grado 7° u 8° si trata de interactuar con los alumnos y mostrar dinámicas en los que ellos se hagan más partícipes.*

En general, en la concepción **C** se considera que al enseñar Biología en Secundaria se hace una selección de los aspectos fundamentales teniendo en cuenta criterios psicopedagógicos y didácticos.

Para los estudiantes con la concepción **A**, la Biología que se enseña en

Secundaria resulta de la selección de lo básico del conocimiento producido por los biólogos, o de la aproximación que se haga a este. Sin embargo, no se explica la manera, ni los aspectos a tener en cuenta para lograr dicha enseñanza. Algunos ejemplos:

Ci.461-E3: *Sin embargo en la comunidad científica se realizan investigaciones de gran envergadura que deben seleccionarse para la secundaria.*

Ci.440-E15: [Al enseñar Biología en la Secundaria] *Lo que se intenta es realizar aproximaciones a los avances de la biología en la vida moderna, lo cual se hace benéfico para nosotros los estudiantes porque nos empapamos y entendemos mejor los elementos que nos rodean.*

En la concepción **O**, se considera que el Conocimiento Biológico producido por la comunidad de científicos o, el que se aprende en la Universidad, tiene el mismo estatus que el enseñado en la Secundaria. Es decir, que al ser enseñado en la escuela, no sufre transformación alguna. No obstante, tres estudiantes con esta concepción creen que al enseñar se deben tener en cuenta las características de los alumnos, y la implementación de estrategias didácticas:

Ci.443-E19. [sic] *Debe ser así [los contenidos de Biología que se enseñan en Secundaria son los mismos que produce la comunidad científica] para que tanto el alumno como el profesor mantengan informados además de entender el porque de lo que hace la comunidad científica y cómo puede influir en su vida diaria.*

Ci.451-E2: [que la Biología que se enseña en la Secundaria sea la producida por la comunidad científica] *Creo que eso depende de el docente, pero debería ser así, claro que con ayuda de metodologías y didácticas para poner esos conocimientos al alcance de los adolescentes.*

La concepción minoritaria en la fase inicial del proceso formativo es la **B** (ver Figura 3.18). El estudiante con esta concepción manifiesta que la Biología que se enseña en Secundaria no es un resumen, ni una simplificación del Conocimiento Biológico que producen los científicos, o se enseña en la Universidad:

Ci.391-E22: *No, la biología no debe ser resumida si no expuesta de tal forma que no tenga peso la cantidad si no la calidad de los conceptos, un buen concepto resumido puede perder la calidad de su “esencia”.*

Tabla 3.18. *Concepciones de los futuros profesores de Biología acerca del Conocimiento Biológico Escolar, al iniciar el proceso formativo.* En sombreado se resalta la concepción predominante.

UNIDADES DE INFORMACIÓN	PROPOSICIONES	CONCEPCIONES DETECTADAS
Ci.381-E4 Ci.419-E19 Ci.451-E2 Ci.384-E19 Ci.439-E4 Ci.412-E4 Ci.443-E19	La Biología que se enseña en Secundaria es la misma que producen los científicos o se aprende en la Universidad. No se deben subestimar las capacidades cognitivas de los alumnos, o se deben emplear ayudas didácticas.	Concepción O (5 estudiantes) El Conocimiento Biológico que se enseña en Secundaria es el mismo que producen los científicos, o que se aprende en la Universidad.
Ci.404-E9 Ci.434-E9 Ci.458-E9 Ci.407-E1 Ci.435-E1	La Biología que se enseña en Secundaria es la misma que producen los científicos o se aprende en la Universidad, pero más general. No se debe eliminar lo difícil.	
Ci.423-E7 Ci.447-E7	La Biología que se enseña en Secundaria consiste en explicar de manera simple lo básico del conocimiento científico. No se debe eliminar lo difícil.	Concepción A (8 estudiantes) El Conocimiento Biológico que se enseña en Secundaria es una simplificación, o una aproximación, o una selección de lo fundamental del conocimiento científico, o del que se aprende en la Universidad.
Ci.390-E13 Ci.427-E23 Ci.450-E23 Ci.394-E14 Ci.428-E14 Ci.452-E14 Ci.411-E17 Ci.437-E3 Ci.461-E3 Ci.422-E29 Ci.438-E17 Ci.464-E17 Ci.425-E13 Ci.446-E29	La Biología que se enseña en Secundaria no es resumen, ni simplificación de la Biología que producen los científicos, o la que se enseñan en la Universidad. Corresponde a lo básico (lo fundamental) del conocimiento biológico científico (por ejemplo, las características de lo vivo). Este último es más profundo.	
Ci.385-E21 Ci.418-E21 Ci.414-E15 Ci.440-E15	La Biología que se enseña en Secundaria es una aproximación a la que se aprende en la Universidad.	Concepción B (1 estudiante) El Conocimiento Biológico que se enseña en Secundaria no es la simplificación del conocimiento científico, ni del que se enseña en la Universidad.
Ci.391-E22 Ci.426-E22	La Biología que se enseña en Secundaria no debe ser un resumen, ni una simplificación del conocimiento producido por los científicos, ni del que se aprende en la Universidad; pues los alumnos tienen capacidades para aprender.	
Ci.395-E24 Ci.436-E6 Ci.410-E6 Ci.454-E24 Ci.429-E24 Ci.457-E12 Ci.433-E12	La Biología que se enseña en Secundaria difiere de la producida por los científicos y de la que se aprende en la Universidad, porque corresponde a lo básico del conocimiento biológico. Su enseñanza implica tener en cuenta: la aplicación a la vida cotidiana del alumno, o sus intereses y necesidades.	Concepción C (9 estudiantes) El Conocimiento Biológico que se enseña en Secundaria difiere del conocimiento producido por la comunidad científica o del que se aprende en la Universidad. Implica seleccionar lo fundamental con criterios psicopedagógicos y didácticos.
Ci.363-E18 Ci.416-E18 Ci.441-E18	La Biología que se enseña en Secundaria es lo básico del conocimiento biológico científico. Se deben tener en cuenta el nivel de desarrollo cognitivo de los alumnos y el nivel escolar; y utilizar un lenguaje menos complejo que el científico.	
Ci.386-E27 Ci.445-E27 Ci.420-E27	La Biología que se enseña en Secundaria difiere de la producida por los científicos y de la que se aprende en la Universidad. Está determinada por intereses, y edad del alumno.	
Ci.389-E8 Ci.424-E8 Ci.448-E8	La Biología que se enseña en Secundaria no debe ser ni resumen, ni simplificación de la producida por científicos, o enseñada en la Universidad. Corresponde a una selección de lo básico. Debe ser útil a la vida del alumno. Requiere la motivación	

Capítulo 3. Presentación, análisis y discusión de los resultados

Ci.383-E5	Ci.432-E11	La Biología que se enseña en Secundaria difiere de la producida por la comunidad científica o aprendida en la Universidad. Se necesita implementar actividades didácticas que motiven (p. ej. generar intriga y satisfacción en el alumno).	
Ci.400-E11	Ci.442-E5		
Ci.417-E5	Ci.456-E11		

Fase final

Al culminar el desarrollo del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I* la concepción mayoritaria continúa siendo la C. Para cuatro estudiantes con esta concepción, la Biología que se enseña en la Secundaria difiere de la producida por los científicos y la que se aprende en la Universidad y consiste en hacer una aproximación a los contenidos biológicos fundamentales, teniendo en cuenta criterios pedagógicos y didácticos como la diversidad cognitiva de los alumnos, y/o la aplicación de estrategias como el uso de ejemplos y las analogías. Se puede ilustrar con estos ejemplos:

Cf.233-E7: [...] la tarea del profesor debe consistir en hacer eso que se considera difícil o complicado más fácil de entender basándose en ejemplos, analogías y cambio de lenguaje a uno más coloquial. Los conceptos se deben enseñar las temáticas sean complicadas o sencillas de entender deben involucrarse en el proceso cognitivo, ...

Cf.236-E22: no hay que eliminar lo “difícil” simplemente hay que brindar las bases o lo esencial sin excluir aquello llamado “lo difícil”, ya que entre los estudiantes hay diversidad de inteligencias, por ello “lo difícil” no para todos es difícil.

Cf.253-E5: [La Biología que se enseña en Secundaria es la misma que produce la comunidad científica] No, se aproxima al obrar científico, se espera que las actitudes logren la generación de destrezas y habilidades de expresión, argumentación y manipulación de instrumentos, así no producimos ciencia, solo nos aproximamos.

Siete estudiantes con la concepción C, consideran que el Conocimiento Biológico Escolar se produce mediante la adaptación, o transformación que se hace de la Biología producida por los científicos, o la que se aprende en la Universidad. Para ello, es necesario tener en cuenta criterios psicopedagógicos y didácticos tales como el desarrollo cognitivo de los alumnos, sus intereses y nivel educativo, el lenguaje, y las características del grupo, entre otros aspectos. A continuación, las declaraciones de dos estudiantes con una visión más evolucionada (dentro de la concepción C), dado que consideran que se requiere hacer una transformación didáctica del conocimiento que es producido por los científicos:

Cf.237-E23: [lo difícil del conocimiento biológico] Debe ser modificado con modelos pedagógicos acorde a los desarrollos de los estudiantes de secundaria, sin eliminar cosas ya que se caería en el error de la no articulación.

Capítulo 3. Presentación, análisis y discusión de los resultados

Cf.248-E6: [al enseñar Biología en Secundaria se debe eliminar lo difícil] *¿eliminar lo difícil? ¿qué es difícil? Y ¿qué no lo es?, más bien creo que está asociado a la transformación didáctica que el maestro debe realizar para usar el lenguaje adecuado y buscar el nivel de explicación está acorde a si los jóvenes o niños se encuentran en pensamiento concreto o formal.*

Los estudiantes con la concepción **A**, se limitan a manifestar que la Biología que se enseña en la Secundaria, es una aproximación al conocimiento producido por los científicos o, es una selección de lo fundamental (ver Tabla 3.19). No obstante, en ningún caso se explica de qué manera se hace. A manera de ejemplo:

Cf.254-E19: [La Biología que se enseña en Secundaria] *Se aproxima mediante la enseñanza de contenidos muy aproximados al saber científico.*

La concepción minoritaria en esta fase del proceso formativo es la **O**. Se consideran equivalentes el Conocimiento Biológico Escolar, con el que es producido por los científicos, o el que es enseñado en la Universidad. Esta concepción la presentan, incluso, estudiantes que afirman que cuando se enseña Biología se debe tener en cuenta las características cognitivas de los alumnos:

Cf.250-E4: *Los conocimientos obtenidos por la comunidad científica se enseñan y aprenden en secundaria, ya que en ellos está la base de la ciencia.*

Tabla 3.19. *Concepciones de los futuros profesores de Biología acerca del Conocimiento Biológico Escolar, al finalizar el proceso formativo.* En sombreado se resalta la concepción predominante.

UNIDADES DE INFORMACIÓN	PROPOSICIONES	CONCEPCIONES DETECTADAS
Cf.204-E4 Cf.255-E21 Cf.208-E21 Cf.267-11 Cf.226-E4 Cf.243-E11 Cf.250-E4	La Biología que se enseña en Secundaria es la misma (o parte) producida por la comunidad científica y/o tiene la misma rigurosidad de la que se aprende en la Universidad. O se debe tener en cuenta el desarrollo cognitivo del alumno y/o lo cotidiano.	Concepción O (3 estudiantes) El Conocimiento Biológico que se enseña en Secundaria es el mismo que producen los científicos, o que se aprende en la Universidad.
Cf.210-E29 Cf.232-E29 Cf.257-E29 Cf.221-E9 Cf.245-E9	La Biología que se enseña en Secundaria corresponde a lo básico (lo fundamental, lo más general) de la producida por los científicos, o la que se aprende en la Universidad.	Concepción A (5 estudiantes) El Conocimiento Biológico que se enseña en Secundaria es una simplificación, o una aproximación, o una selección de lo fundamental del conocimiento científico, o del que se aprende en la Universidad.
Cf.207-E19 Cf.260-E13 Cf.213-E13 Cf.272-E17 Cf.225-E17 Cf.249-E17 Cf.254-E19	La Biología que se enseña en Secundaria es una aproximación a la producida por la comunidad científica, o la que se aprende en la Universidad.	
Cf.217-E14 Cf.240-E14 Cf.265-E14 Cf.218-E24 Cf.241-24 Cf.266-E24 Cf.220-E12 Cf.244-E12 Cf.269-E1 Cf.222-E1 Cf.246-E1	La Biología que se enseña en Secundaria corresponde a lo básico del conocimiento biológico científico, o del que se aprende en la Universidad. Implica tener en cuenta el nivel de desarrollo cognitivo de los alumnos, o el lenguaje que se utilice.	Concepción C (15 estudiantes) El Conocimiento Biológico que se enseña en Secundaria difiere del conocimiento producido por la comunidad científica o del que se aprende en la Universidad. Implica seleccionar lo fundamental con criterios psicopedagógicos y didácticos.
Cf.206-E5 Cf.231-E27 Cf.256-E27 Cf.209-E27 Cf.233-E7 Cf.258-E7 Cf.214-E22 Cf.236-E22 Cf.261-E22 Cf.215-E2 Cf.238-E2 Cf.263-E2 Cf.228-E5 Cf.253-E5	La Biología que se enseña en Secundaria debe ser una aproximación didáctica a lo básico de la Biología producida por la comunidad científica, o la aprendida en la Universidad. Se tiene en cuenta la diversidad de capacidades cognitivas entre los alumnos, y/o se utilizan ejemplos, analogías y lenguaje adecuado, o se busca motivar a los alumnos o desarrollar destrezas y habilidades.	
Cf.205-E18 Cf.252-E18 Cf.227-E18 Cf.251-E15	La Biología que se enseña en Secundaria difiere de la científica, es más flexible y se debe adecuar según los niveles de desarrollo cognitivo de los alumnos y del nivel educativo, utilizando una metodología adecuada.	
Cf.212-E8 Cf.234-E8 Cf.259-E8	La Biología que se enseña en Secundaria debe ser una adaptación de la Biología producida por los científicos, o la aprendida en la Universidad, teniendo en cuenta el desarrollo cognitivo y la cotidianidad de los alumnos, y la utilidad de lo que se aprenda.	
Cf.223-E3 Cf.262-E23 Cf.224-E6 Cf.270-E3 Cf.237-E23 Cf.271-E6 Cf.247-E3 Cf.248-E6	La Biología que se enseña en Secundaria debe ser una transformación didáctica de la Biología producida por los científicos, o de la aprendida en la Universidad. Implica hacer más comprensible dicho conocimiento (utilizando un lenguaje adecuado), teniendo en cuenta el nivel de desarrollo cognitivo de los alumnos y características del grupo, y/o aplicando modelos pedagógicos	

Comparación con la hipótesis de progresión

En la Figura 3.15., se representan las relaciones entre las concepciones detectadas y la hipótesis de progresión. La concepción **O** es menos evolucionada que el nivel inicial de la hipótesis, al asignarle un mismo carácter al conocimiento científico y al escolar. En contraste, el nivel inicial plantea que para poder enseñar el conocimiento producido por la comunidad científica, es menester hacer una simplificación del mismo.

La concepción **A**, es equivalente en su complejidad con el nivel inicial de la hipótesis, al coincidir en que el Conocimiento Biológico Escolar es la simplificación que se hace del conocimiento científico cuando se enseña.

La concepción **B** se representa intermedia entre los niveles inicial y de referencia de la hipótesis de progresión. Al asumir, que la enseñanza de la Biología consiste en seleccionar los conocimientos científicos básicos, o en hacer una aproximación al conocimiento producido por los científicos. Sin embargo, no se explicitan los aspectos que deben tenerse en cuenta a la hora de enseñar.

La concepción **C**, tiene una complejidad próxima al nivel de referencia de la hipótesis, al considerar elementos de la transformación didáctica como son la selección de lo fundamental del conocimiento científico, la adaptación del mismo, o incluso, la transformación. Todo ello, teniendo en cuenta criterios psicopedagógicos y didácticos. Sin embargo, no se representan con el mismo grado de complejidad, dado que ninguno de los estudiantes tiene en cuenta la integración y transformación que ha de hacerse de los diferentes saberes, para hacer posible la construcción de un conocimiento con un estatus particular, es decir: el Conocimiento Biológico Escolar.

El Conocimiento Biológico que se enseña en Secundaria:

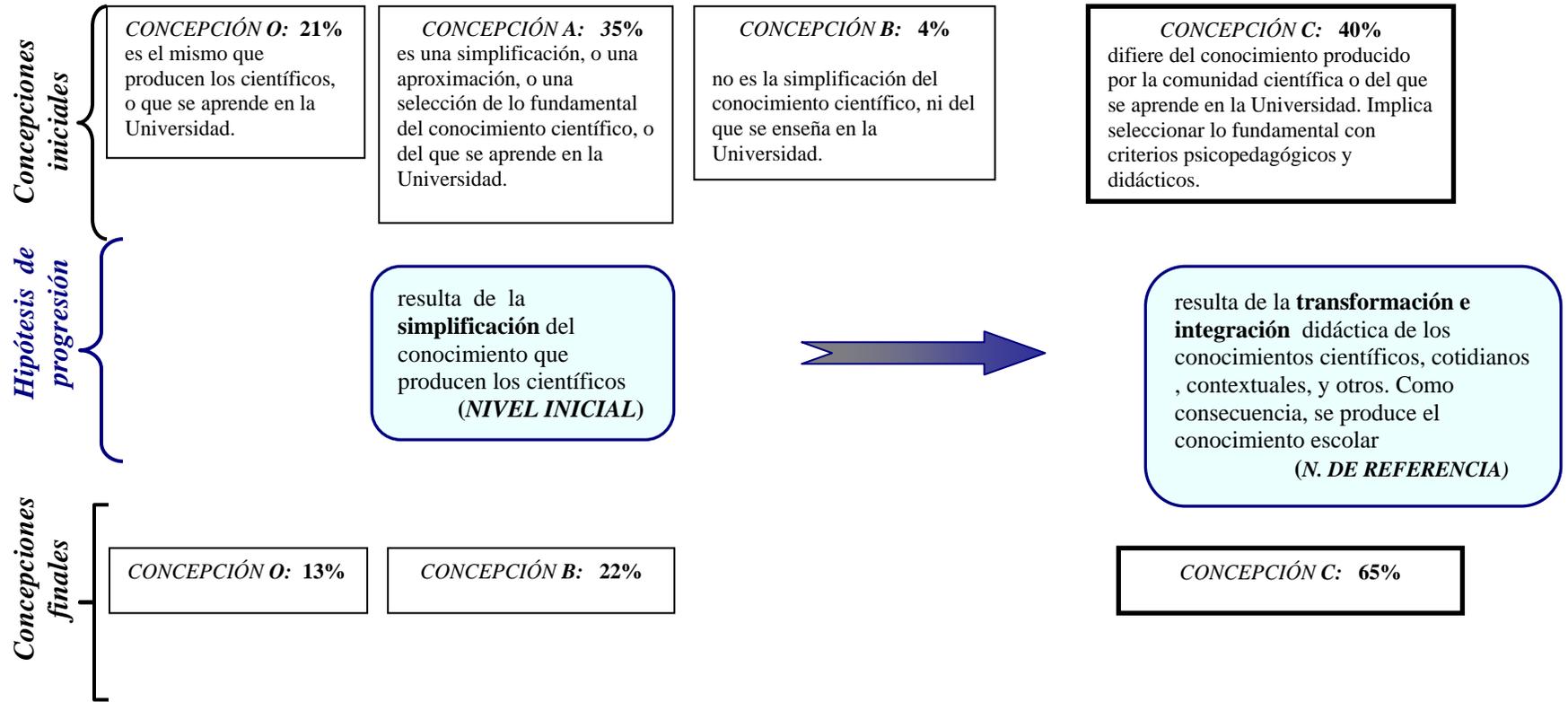


Figura 3.15. Comparación de la hipótesis de progresión y las concepciones detectadas en los futuros profesores acerca del Conocimiento Biológico Escolar, al iniciar y finalizar el proceso formativo

Evolución de las concepciones

En la Figura 3.16. se puede observar que la mayoría de los docentes en formación, modifican sus concepciones por un nivel de mayor complejidad, o conservan sus ideas sobre el Conocimiento Biológico Escolar.

Al finalizar el proceso formativo, se incrementa la cantidad de estudiantes con la concepción C (del 40% al 65%). Esto, debido a que además de los siete que conservan la concepción, ocho que en la fase inicial tenían concepciones O, A, o B, las modifican por la C (dos, cinco y uno, estudiantes, respectivamente). Dichos cambios implican una evolución en las concepciones, dado que se tienen en cuenta elementos específicos de la transformación didáctica, cuales son: las características de los alumnos, el lenguaje diferenciado en el aula (respecto al científico), la utilización de recursos como las analogías y los ejemplos para facilitar la enseñanza de la Biología. Además, la concepción predominante en la fase final se considera de mayor complejidad, por asumir que el Conocimiento Biológico Escolar posee un estatus epistemológico particular que lo diferencia del conocimiento producido por la comunidad científica.

De otra parte, cuatro estudiantes mantienen sus concepciones al finalizar el *Seminario de Pedagogía y Didáctica I* (uno la concepción O, y tres la concepción A). Y solamente dos la cambian por otras de menor complejidad (uno de la A, a la O, y otro de la C a la O).

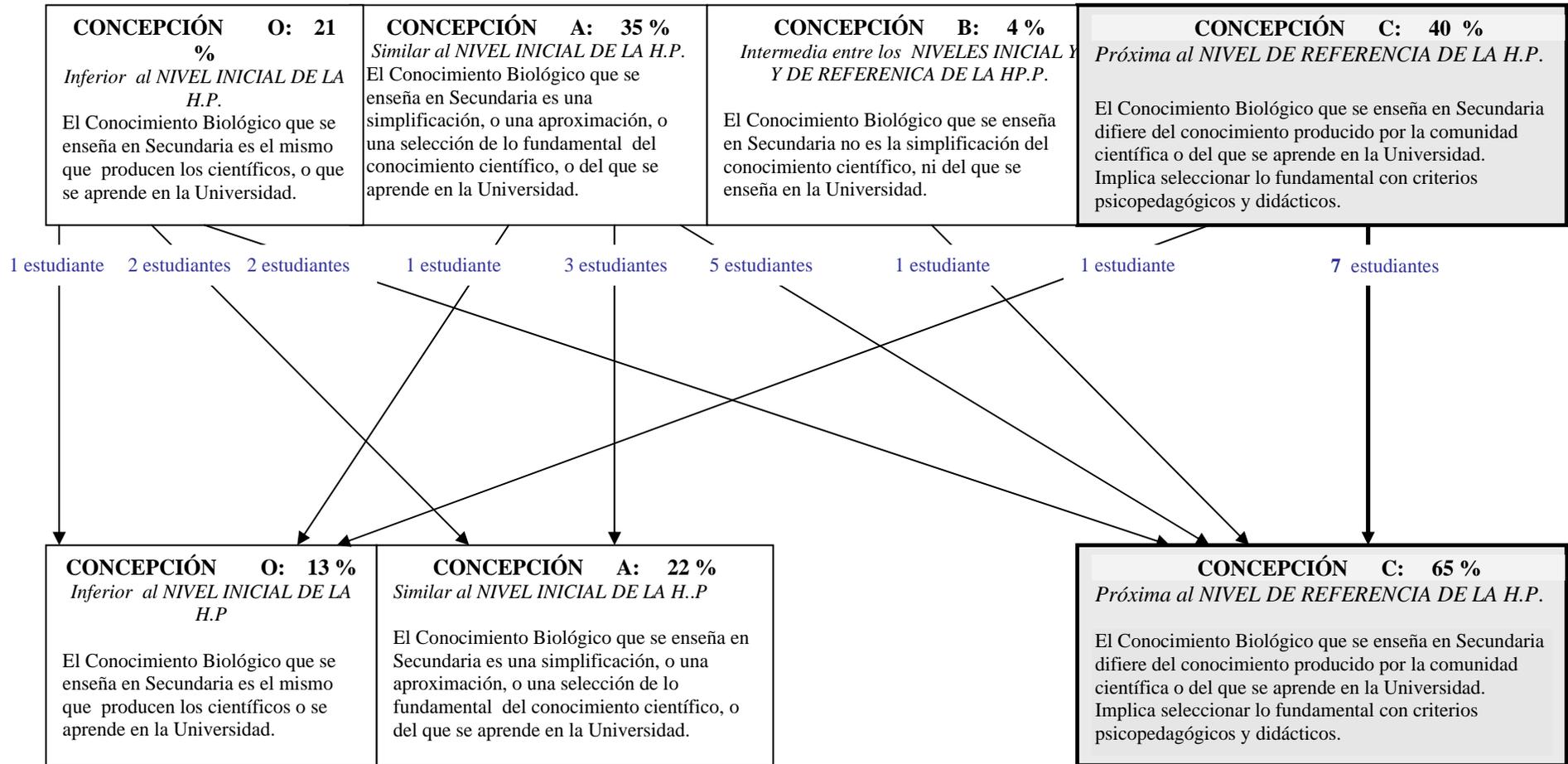


Figura 3.16. Cambios de concepciones sobre el Conocimiento Biológico Escolar.
En la parte superior las concepciones de la fase inicial y en la inferior las de la fase final del proceso formativo

3.5. Concepciones sobre el aprendizaje de la Biología.

Los resultados de esta subcategoría de investigación se obtienen a partir de las respuestas de los futuros profesores a las preguntas 4.2 y 4.5 del cuestionario al inicio y final del proceso formativo (ver Anexo 3). La sistematización se hace teniendo en cuenta conjuntamente las dos respuestas⁶. Los estudiantes se refieren a por lo menos uno de los siguientes aspectos:

- Las características de los alumnos: sus concepciones (cuál es su naturaleza y qué ocurre con ellas cuando se aprende: cambio, transformación, reestructuración, reflexión, asociación, eliminación, etc.), sus intereses, su desarrollo cognitivo, etc.
- La fuente del objeto de aprendizaje (objeto, explicación, etc.)
- Los factores extrínsecos a los alumnos que inciden en el aprendizaje (recursos, actividades, etc.)

A partir del análisis de las respuestas se detectan las siguientes concepciones:

- **Concepción A:** Los alumnos aprenden Biología directamente al observar el objeto de aprendizaje, o al recibir información, independientemente de sus ideas.
- **Concepción B:** Los alumnos aprenden Biología dependiendo de sus características personales y/o de factores extrínsecos a ellos, y/o al eliminar o cambiar sus concepciones por conceptos científicos.
- **Concepción C:** Los alumnos aprenden Biología a partir de sus concepciones. Para ello, median diversos procesos: reflexión, confrontación, transformación, o reestructuración de dichas concepciones.

Fase inicial.

La concepción mayoritaria en esta fase del proceso formativo es la **C**. Los docentes en formación con esta concepción, hacen una aproximación a la explicación de

⁶ Algunos estudiantes sólo respondieron a una de las preguntas. En estos casos, la sistematización se hace con dicha información.

lo que sucede con las ideas de los alumnos en el proceso cognitivo. Se considera que cuando el alumno aprende, establece relaciones (como la reflexión, el análisis, la interpretación, y la confrontación) entre lo nuevo y sus concepciones, así como con sus vivencias y situaciones contextuales. Algunos ejemplos:

Ci.196-E4: [...] aprender un tema a través de cualquier método lleva implícito un proceso reflexivo y analítico, según lo que el estudiante posea.

Ci.294-E15: Considero que el estudiante, llega con un sinnúmero de preconceptos algunos errados entre ellos, la misión de un docente no es “quitarle” aquellos conceptos, sino enfrentarlos a ellos con el objetivo de que en ellos emerja el error que tienen.

Los estudiantes con la concepción **B**, enuncian que las ideas de los alumnos son importantes para el aprendizaje, sin llegar a explicitar el porqué lo son. Uno de ellos considera que cuando se aprende, dichas ideas son eliminadas:

Ci.316-E17: No es tan difícil quitar esas ideas de la cabeza de los alumnos cuando el maestro tiene buenos argumentos y una buena manera de explicar sus temas en clase.

Además de las ideas de los alumnos, se consideran otras características que intervienen en el aprendizaje, como el interés y las capacidades cognitivas. De otra parte, se enuncian algunos factores extrínsecos al individuo que aprende, como son los medios, las actividades teórico-prácticas y/o las explicaciones del profesor:

Ci.212-E14: la palabra adicionar [en el aprendizaje] no me gusta, esto me refleja la idea de el profesor dice X el estudiante repite X. Es probable que si un alumno aprende, depende de la manera como el profesor le explica, pero no solo depende de esto, también de el interés del alumno frente al tema y sus capacidades.

Cuatro estudiantes con la concepción **B** destacan como condición del aprendizaje, la aplicación que se dé, de lo aprendido a la vida cotidiana e intereses de los alumnos:

Ci.204-E29: aprender biología no es memorizarse lo que dice el maestro, es interiorizar y llevar a mi cotidianidad los temas, es dar respuesta a mis intereses, por lo tanto un alumno aprende porque experimenta las explicaciones del maestro y las interpreta.

La concepción minoritaria es la **A**. En ella se considera que el aprendizaje ocurre

cuando se está en contacto directo con el objeto, o el fenómeno, a través de la observación o de la experimentación o, con tan sólo atender a las explicaciones del profesor (ver Tabla 3.20.). Es decir, el aprendizaje se produce de una manera directa. Se hace referencia a las ideas de los alumnos, pero sin relacionarlas explícitamente con el aprendizaje, incluso, un docente en formación manifiesta que el aprendizaje ocurre de manera independiente de las concepciones del sujeto. Desde esta perspectiva, el aprendizaje está mediado por actividades que permiten relacionar, de una manera directa, la mente del sujeto con el objeto de aprendizaje. A continuación, dos declaraciones en este sentido:

Ci.199-E18: *Seguramente el estudiante [cuando aprende Biología] asocia los contenidos con lo empírico, es decir lo relaciona con las experiencias que capta a través de los sentidos del medio externo “naturaleza”*

Ci.313-E1: *Creo que una ciencia debe enseñarse objetivamente independientemente de las creencias que cada uno tenga, pues impartiendo conocimiento correcto una persona tiene la oportunidad de decidir qué creer.*

Tabla 3.20. *Concepciones de los futuros profesores, acerca del aprendizaje de la Biología, al iniciar el proceso formativo.* En sombreado se resalta la concepción predominante.

UNIDADES DE INFORMACIÓN	PROPOSICIONES	CONCEPCIONES DETECTADAS
Ci.221-E1 Ci.313-E1	Los alumnos aprenden Biología cuando interiorizan (independiente de sus concepciones), la información objetiva que se le ha suministrado.	Concepción A (5 estudiantes) Los alumnos aprenden Biología directamente al observar el objeto de aprendizaje, o al recibir información, independientemente de sus ideas.
Ci.199-E18 Ci.300-E7 Ci.205-E7 Ci.302-E13 Ci.207-E13	Los alumnos aprenden Biología cuando experimentan y perciben, o interiorizan la realidad. Sus ideas son arraigadas y pueden ser erróneas.	
Ci.202-E21 Ci.297-E21	Uno de los pasos cuando los alumnos aprenden Biología es la adición a sus mentes de lo que el profesor les explica. Las ideas de los alumnos son arraigadas y tienen origen familiar.	
Ci.206-E8 Ci.301-E8	Cuando se aprende Biología, se construye colectivamente, buscando llegar a la verdad, mediante un trabajo teórico-práctico.	Concepción B (7 estudiantes) Los alumnos aprenden Biología dependiendo de sus características personales y/o de factores extrínsecos a ellos, y/o al eliminar o cambiar sus concepciones por conceptos científicos.
Ci.201-E19 Ci.213-E14 Ci.212-E14	Los alumnos aprenden Biología dependiendo de los medios, la explicación del profesor, y el interés y capacidades del alumno. Las ideas no son necesariamente erróneas.	
Ci.224-E17 Ci.316-E17	Los alumnos aprenden Biología cuando eliminan sus ideas, gracias a las buenas explicaciones del profesor, y aplican lo aprendido a sus vidas cotidianas.	
Ci.200-E5 Ci.296-E5 Ci.204-E29 Ci.299-E29 Ci.218-E9	Los alumnos aprenden Biología cuando reflexionan sobre lo que se les enseña, o lo aplican a sus vidas, o lo interpretan, o lo experimentan. Sus ideas no se eliminan, y no son erróneas.	
Ci.196-E4 Ci.292-E4	Los alumnos aprenden Biología a partir de sus concepciones mediante un proceso de reflexión y análisis.	
Ci.198-E15 Ci.305-E2 Ci.211-E2 Ci.294-E15	Cuando los alumnos aprenden Biología, no adicionan a sus mentes la información nueva, en cambio confrontan sus ideas (algunas veces erradas).	Concepción C (11 estudiantes) Los alumnos aprenden Biología a partir de sus concepciones. Para ello, median diversos procesos: reflexión, confrontación, transformación, o reestructuración de dichas concepciones.
Ci.214-E24 Ci.307-E24	Los alumnos aprenden Biología a partir de sus ideas, mediante su confrontación. Lo pueden hacer de manera autodidacta.	
Ci.203-E27 Ci.298-E27 Ci.208-E22 Ci.303-E22 Ci.217-E12 Ci.310-E12	Los alumnos aprenden Biología cuando cambian sus concepciones, o asociándolas con lo que se les da en el aula. No consiste en una simple adición de información a la mente.	
Ci.216-E11 Ci.309-E11 Ci.222-E3 Ci.314-E3	Los alumnos aprenden Biología, construyendo conocimiento a partir de sus concepciones.	
Ci.223-E6 Ci.315-E6	Los alumnos aprenden Biología cuando modifican, o afianzan sus concepciones, y cuando interpretan y cuestionan la información nueva.	
Ci.210-E23 Ci.304-E23	Cuando los alumnos aprenden Biología, construyen conocimiento, mediante complementación de sus ideas y saber cotidiano, con el conocimiento científico del profesor.	

Fase final

La concepción mayoritaria continúa siendo la C. En todos los casos, se menciona que el aprendizaje está basado en las concepciones. Ocho estudiantes, consideran el aprendizaje como la transformación o reestructuración que le ocurre a las ideas del alumno. Ello implica, el procesamiento de dichas concepciones mediante su confrontación con el conocimiento científico, la reflexión, la comparación, el establecimiento de relaciones, y/o la interpretación. Estos son algunos ejemplos:

Cf.176-E11: *Ninguna idea de los estudiantes es errónea, al contrario son explicaciones construidas por lo que observan y vivencian diariamente, [al enseñar Biología] lo que debe es orientarse para una transformación a un concepto científico.*

Cf.165-E27: *Se puede reestructurar el conocimiento que tiene el alumno por medio de la construcción del conocimiento en un proceso.*

Cf.174-E24: *[las ideas de los alumnos] no siempre son erróneas, cabe la posibilidad que hayan sido aprendidas de forma limitada o en el sentido estricto del significado. El quitársela pienso que no es el objetivo, es más factible reestructurarla tomando elementos de esta que nos sirvan para demostrar las falencias.*

Respecto a las relaciones entre el conocimiento que posee el alumno, y el conocimiento producido por la comunidad científica, dos docentes en formación consideran que al aprender, las concepciones del sujeto se acercan al conocimiento científico. Esto dice uno de ellos:

Cf.181-E6: *[respecto a las ideas de los alumnos:] Todos tenemos explicaciones previas y aunque estén muy arraigadas cada uno tiene la posibilidad de cuestionarse y acercarse a las explicaciones avaladas por la comunidad científica.*

Para siete estudiantes con la concepción C, el aprendizaje implica, aplicar lo aprendido a la vida cotidiana, y /o estar motivado. Por ejemplo:

Cf.109-E12: *Cuando un alumno aprende biología es por que le halla utilidad y sentido en su vida diaria.*

Cf.170-E22: *[al enseñar biología] Cambiar las concepciones, es complicado pero en la medida en que el estudiante se apropie de nuevas ideas, en esa medida la enseñanza a nivel superior va a ser benéfica, o sea si el estudiante quiere aprender no va a ser difícil cambiar las concepciones.*

La concepción minoritaria en esta fase del proceso formativo es la **B** (ver Tabla 3.21). Un estudiante considera que el aprendizaje implica el cambio de las ideas erróneas por los conceptos científicos:

Cf.168-E8: [...] los estudiantes tienen ideas erróneas, pero no es muy difícil quitárselas, creo que no es imposible, sino que hay que utilizar una metodología clara y pertinente para que los conceptos sean los determinados por la comunidad científica.

En esta concepción, se tienen en cuenta procesos de aprendizaje como la argumentación, la reflexión y la autoevaluación. Además, se considera importante que lo aprendido se aplique en la vida cotidiana. Esto explicita uno de los estudiantes:

Cf.94-E5: [el alumno] aprende es porque tuvo un criterio para argumentar y reflexionar acerca de lo que el profe le dijo, y de esta manera aprendió “significativamente” un contenido.

De manera general, cabe mencionar, que en los dos momentos del proceso formativo los futuros profesores se refieren de diversas maneras a las concepciones de los alumnos. Estos son los términos empleados:

- Preconceptos.
- Preconcepciones.
- Ideas.
- Creencias.
- Conceptos previos.
- Explicaciones previas.
- Pensamientos.
- Minit teorías.

Tabla 3.21. *Concepciones de los futuros profesores, acerca del aprendizaje de la Biología, al finalizar el proceso formativo. En sombreado se resalta la concepción predominante*

U. DE INFORMACIÓN	PROPOSICIONES	CONCEPCIONES DETECTADAS
Cf.100-E8 Cf.168-E8	Los alumnos aprenden Biología cuando: cambian sus ideas erróneas por los conceptos científicos (al utilizar metodologías adecuadas), se apropian del nuevo conocimiento y lo aplican a su vida.	Concepción B (3 estudiantes) Los alumnos aprenden Biología dependiendo de sus características personales y/o de factores extrínsecos a ellos, y/o al eliminar o cambiar sus concepciones por conceptos científicos.
Cf.94-E5 Cf.163-E5	Los alumnos aprenden Biología cuando argumentan, reflexionan y se auto-evalúan.	
Cf.104-E2 Cf.172-E2	Las ideas son importantes para el aprendizaje. No se aprende por acumulación.	
Cf.98-E29 Cf.166-E29	Cuando los alumnos aprenden Biología establecen inquietudes a partir de sus concepciones, interiorizan y relacionan conceptos.	Concepción C (20 estudiantes) Los alumnos aprenden Biología a partir de sus concepciones. Para ello, median diversos procesos: reflexión, confrontación, transformación, o reestructuración de dichas concepciones.
Cf.101-13 Cf.169-E13 Cf.102-E22 Cf.170-E22 Cf.109-E12 Cf.177-E12 Cf.110-E9 Cf.178-E9	Los alumnos aprenden Biología cuando relacionan la nueva información con su conocimiento cotidiano y le encuentran utilidad y aplicación. Las concepciones no se eliminan al aprender. Y/o, en el aprendizaje influye la motivación.	
Cf.91-E15 Cf.179-E1 Cf.111-E1	Los alumnos aprenden Biología cuando, a partir de sus ideas, relacionan, cuestionan e interpretan la información suministrada por el profesor, y/o dan sus propias explicaciones.	
Cf.96-E19 Cf.164-E19 Cf.105-E14 Cf.173-E14 Cf.107-E21	Los alumnos aprenden Biología al estar motivados y/o confrontar sus concepciones, las cuales son difíciles de cambiar.	
Cf.113-E6 Cf.181-E6	Los alumnos aprenden Biología al cuestionar sus ideas, aproximarse a las explicaciones científicas, establecer relaciones, y extrapolar lo nuevo a diferentes contextos.	
Cf.93-E18 Cf.162-E18	Los alumnos aprenden Biología cuando generan nuevas ideas a partir de las existentes. Relacionan lo aprendido con el mundo inmediato.	
Cf.90-E4 Cf.161-E4 Cf.99-E7 Cf.167-E7 Cf.103-E23 Cf.171-E23 Cf.108-E11 Cf.176-E11	Los alumnos aprenden Biología al transformar sus ideas. Para ello puede mediar su confrontación con el conocimiento científico, la reflexión, la comparación, el establecimiento de relaciones, o la interpretación. Y/o el aprendizaje se construye mediante experiencias y reflexiones. Y/o, se trata de acercar las concepciones al conocimiento científico.	
Cf.112-E3 Cf.180-E3 Cf.114-E17 Cf.182-E17	Los alumnos aprenden Biología cuando transforman sus concepciones y/o explican e interrelacionan lo aprendido.	
Cf.97-E27 Cf.174-E24 Cf.106-E24 Cf.165-E27	Los alumnos aprenden Biología mediante la reestructuración cognitiva (con la consecuente modificación de sus concepciones). Y/o, se requiere interiorizar el contenido a partir de su observación, prueba, y análisis.	

Comparación con la hipótesis de progresión

Como se puede observar en la Figura 3.17, la concepción **A** coincide en su grado de simplicidad con el nivel inicial de la hipótesis de progresión. Esto, al considerar que para aprender basta con que el alumno experimente, u observe el objeto, fenómeno natural, o explicación del profesor.

La concepción **B**, se representa en un grado de complejidad intermedio entre los niveles inicial y de referencia de la hipótesis, al considerar que para aprender los alumnos requieren sus ideas, obviando la justificación de cómo se procesan dichas concepciones. Ésta, es más compleja que el nivel inicial de la hipótesis, dado que se refiere a aspectos del aprendizaje, tanto los propios de las características del alumno (capacidades, concepciones, interés, etc.), como algunos procesos cognitivos (como la reflexión, la argumentación, y la auto-evaluación), y aspectos extrínsecos al sujeto que aprende (por ejemplo los recursos y las explicaciones del profesor).

La concepción **C**, se aproxima en su complejidad al nivel de referencia de la hipótesis de progresión, dado que relaciona las ideas de los alumnos con el aprendizaje. Esto, mediante procesos como la contrastación (principalmente frente a los referentes científicos, por ejemplo, para identificar errores), la aproximación de las ideas al conocimiento científico o, la transformación de las mismas, con la consecuente reestructuración cognitiva. No obstante, en la mayoría de casos, no se refieren al reajuste cognitivo implicado en el proceso de aprendizaje, es decir, a la reestructuración del sistema de ideas.

Por otra parte, en esta concepción se considera la importancia de la aplicación de los conceptos aprendidos a la vida cotidiana del alumno, lo cual se corresponde con una de las características que identifica el aprendizaje significativo. Sin embargo, los docentes en formación no mencionan otros elementos de este tipo de aprendizaje, como el hecho de que lo aprendido debe acercarse a los intereses, sentimientos, experiencias, idiosincrasia, actitudes, valores y problemas de los alumnos, para que de esta manera cobre sentido.

Los alumnos aprenden Biología:

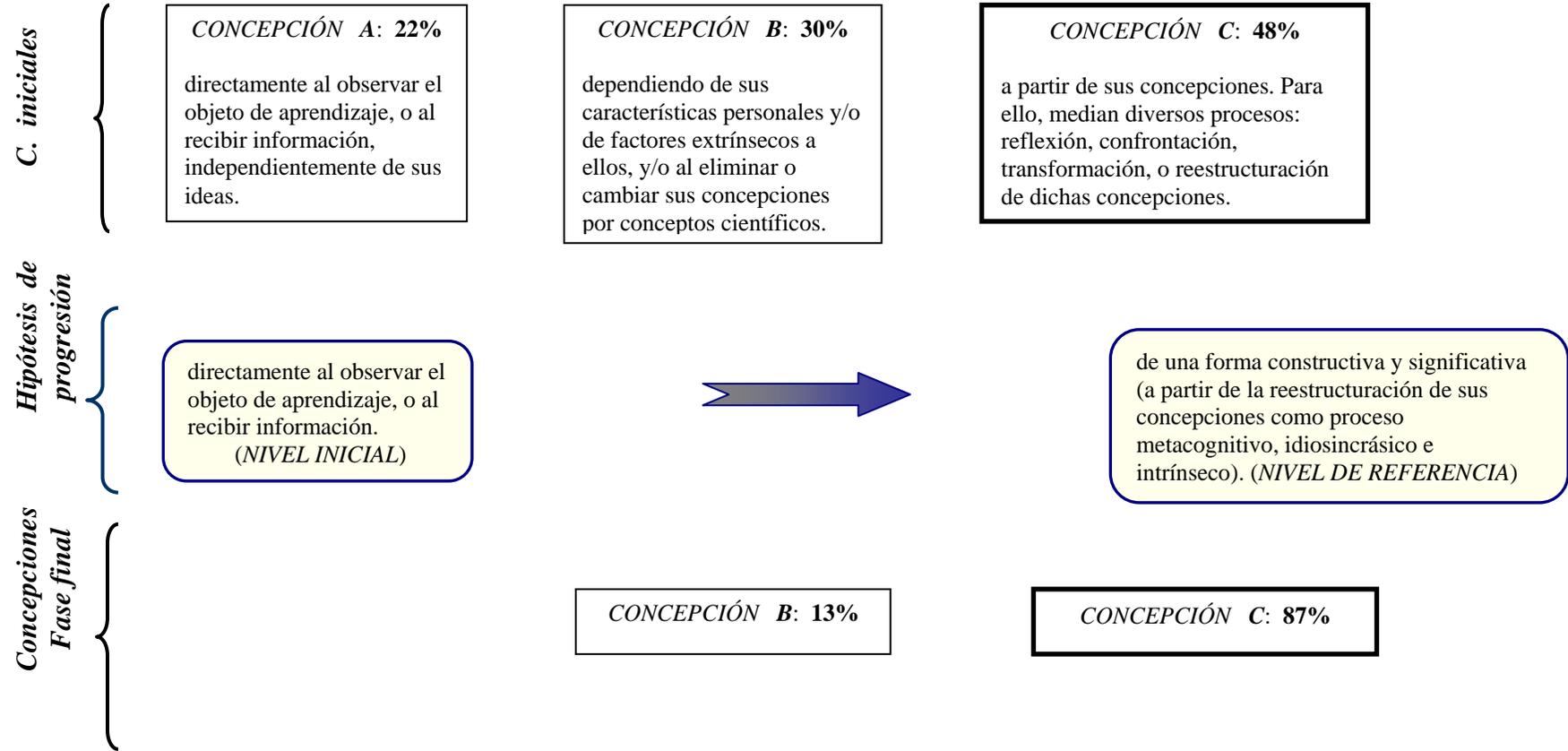


Figura 3.17. Comparación de la hipótesis de progresión y las concepciones detectadas en los futuros profesores acerca del aprendizaje de la Biología

Evolución de las concepciones

En relación con los cambios en las concepciones, como se puede visualizar en la Figura 3.18., la mayoría de los estudiantes-profesores, las modifican a un nivel de mayor complejidad (once), o conservan sus ideas sobre el aprendizaje de la Biología en el nivel más evolucionado (once). Al finalizar el desarrollo del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*, no se detecta la concepción **A**, y tan sólo un estudiante presenta la concepción **B**. En contraste, la mayoría de docentes en formación presenta la concepción **C**, en la cual se considera que al aprender, los alumnos utilizan sus ideas ya sea relacionándolas, contrastándolas y/o transformándolas.

Cabe mencionar que solamente uno de los docentes en formación (E2), presentó cambio de una concepción más compleja a una menos compleja (de la **C** a la **B**). Dado que al iniciar el proceso formativo considera que para aprender, el alumno confronta sus ideas, mientras que en la finalizar, se limita a mencionar que las concepciones son importantes en el aprendizaje.

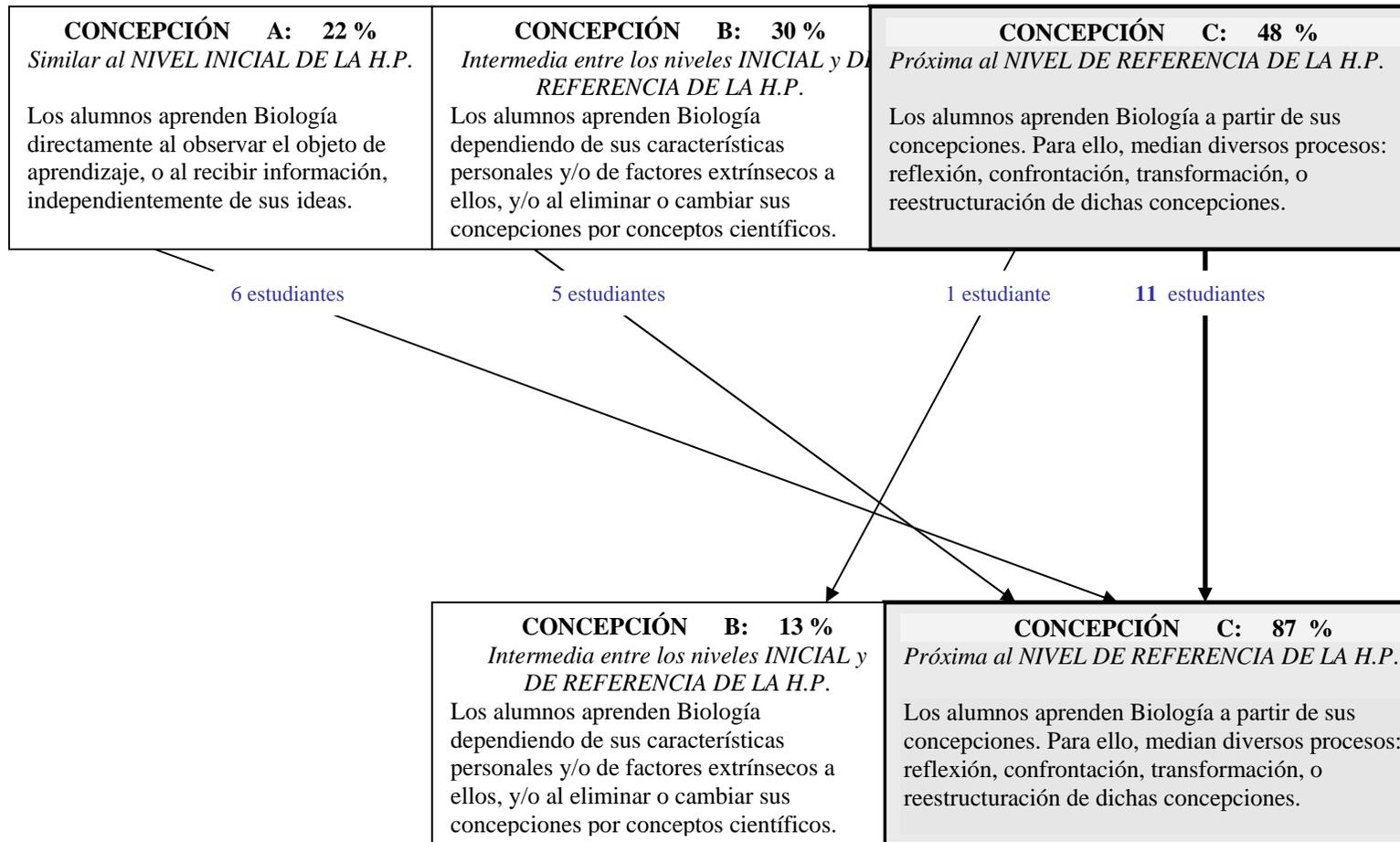


Figura 3.18. *Cambios de concepciones sobre el aprendizaje de Biología.* En la parte superior las concepciones de la fase inicial y en la inferior las de la fase final del proceso formativo

3.6. Concepciones sobre la evaluación de los aprendizajes de la Biología

Al analizar las respuestas dadas por los futuros profesores a la pregunta 4.4 (ver Anexo 3), se puede observar que hacen referencia a uno o más de los siguientes aspectos: naturaleza de la evaluación de los aprendizajes, qué evaluar, cuándo evaluar cómo evaluar, y/o quién evalúa.

A continuación, se presentan las concepciones detectadas:

- **Concepción A:** La evaluación de los aprendizajes de Biología en Secundaria se puede hacer mediante preguntas.
- **Concepción B:** La evaluación de los aprendizajes de Biología en Secundaria no se puede hacer mediante simples preguntas que busquen que los alumnos repitan lo explicado.
- **Concepción C:** La evaluación de los aprendizajes de Biología en Secundaria contempla no solamente los contenidos conceptuales (también incluye los procedimentales y las actitudes), hace parte reguladora del proceso de enseñanza-aprendizaje, utiliza diferentes instrumentos, es continua, y/o no solamente es cuantitativa.

Fase inicial

En el momento inicial del proceso formativo, la concepción **C** es la más frecuente y hace referencia a uno o más de los siguientes aspectos: la naturaleza de la evaluación, el qué, para qué, cómo, y/o cuándo evaluar. Los futuros profesores explicitan que no se debe evaluar la capacidad de memorización que tienen los alumnos. La evaluación trasciende los contenidos meramente conceptuales a competencias, tales como:

- La aplicación de los conceptos a las situaciones y problemáticas cotidianas.
- El desarrollo de capacidades críticas, autocríticas, o de sustentación y discusión.
- El establecimiento de relaciones, la resolución de problemas.
- La aplicación de los conceptos a la vida cotidiana.

Ello implica que existen diferentes maneras de evaluar. Dos estudiantes hacen referencia al carácter continuo de la evaluación. Algunos consideran que en la evaluación no se trata de cuantificar los contenidos que los alumnos aprenden, sino más bien de considerarla parte del proceso, a manera de seguimiento y retroalimentación del aprendizaje. Esto conlleva la detección de logros y dificultades e implica el desarrollo de capacidades metacognitivas. A continuación algunas declaraciones:

Ci.276-E12: *la biología no es solo conceptos, también se debe evaluar actitud frente al mundo y si mis clases en algo han alterado su actitud y su posición frente al mundo.*

Ci.266-E29: *el preguntar es evaluar, pero además puedo discutir un tema que albergue conceptos que el estudiante haya trabajado y necesite para defender ideas y así por medio de planteamientos puedo identificar si ha aprendido. Otra forma es la práctica, allí puedo poner a prueba lo que sabe.*

Ci.273-E14: *[la evaluación] para mi debe existir un estándar, si vieron un curso deben estar en la capacidad y seguridad de ver cómo ha sido su proceso. No usaría el término calificar, para mi la evaluación sería un proceso de retroalimentación y ver como han asimilado, interpretado y construido sus conceptos personales.*

La concepción **B**, es la que sigue en frecuencia (ver Tabla 3.22.). Los docentes en formación rechazan la idea de que se pueda evaluar utilizando preguntas que busquen la repetición por parte de los alumnos, de aquello explicado por el profesor:

Ci.269-E13: *anteriormente hablaba de los recursos memorísticos y con esta frase ["Al evaluar se hacen preguntas para calificar con precisión qué tanta Biología ha aprendido el alumno"] caemos de nuevo en evaluar contenidos de memoria y no socializados en un entorno en un sistema específico.*

A es la concepción minoritaria. Los estudiantes consideran que se puede evaluar a través de preguntas, y no dan opciones diferentes para hacerlo. Un ejemplo:

Ci.279-E1: *esta forma de evaluar [mediante preguntas] es buena para saber qué comprensión ha tenido el alumno, pero con precisión es complicado saber, pues cada uno tiene su propia interpretación.*

Tabla 3.22. *Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de la evaluación de los aprendizajes de la Biología, al iniciar el proceso formativo.* En sombreado se resalta la concepción predominante.

UNIDADES DE INFORMACIÓN	PROPOSICIONES	CONCEPCIONES DETECTADAS
Ci.267-E7 Ci.277-E9 Ci.279-E1	Los aprendizajes de Biología en Secundaria se evalúan mediante preguntas.	Concepción A (4 estudiantes) La evaluación de los aprendizajes de Biología en Secundaria se puede hacer mediante preguntas
Ci.264-E19	Se puede evaluar los aprendizajes de Biología en los alumnos de Secundaria mediante preguntas, teniendo en cuenta la diversidad de formas de aprender.	
Ci.261-E15 Ci.265-E21 Ci.272-E2	No se pueden evaluar los aprendizajes de Biología en Secundaria mediante simples preguntas.	Concepción B (6 estudiantes) La evaluación de los aprendizajes de Biología en Secundaria no se puede hacer mediante simples preguntas que busquen que los alumnos repitan lo explicado.
Ci.263-E5 Ci.269-E13 Ci.270-E22	Evaluar los aprendizajes de Biología en Secundaria, no se trata de buscar que los alumnos repitan lo que se les ha explicado.	
Ci.282-E17 Ci.415-E27	Evaluar los aprendizajes de Biología en Secundaria implica hacerlo de forma continua.	Concepción C (13 estudiantes) La evaluación de los aprendizajes de Biología en Secundaria contempla no solamente los contenidos conceptuales (también incluye los procedimentales y las actitudes), hace parte reguladora del proceso de enseñanza-aprendizaje, utiliza diferentes instrumentos, es continua, y/o no solamente es cuantitativa.
Ci.260-E4 Ci.268-E8 Ci.274-E24 Ci.275-E11	Evaluar los aprendizajes de Biología en Secundaria es más que calificar. Se pretende tener en cuenta la aplicación que den los alumnos de lo aprendido a sus vidas cotidianas.	
Ci.262-E18 Ci.266-E29	Para evaluar los aprendizajes de Biología en Secundaria se deben utilizar diferentes estrategias: la aplicación que los alumnos den a lo aprendido, a sus vidas cotidianas y su capacidad de discusión; y mediante actividades prácticas.	
Ci.276-E12 Ci.280-E3	Evaluar los aprendizajes de Biología en Secundaria trasciende de lo conceptual, a las actitudes, o a una evaluación de tipo integral.	
Ci.271-E23	Evaluar los aprendizajes de Biología en Secundaria implica hacerlo de forma contextualizada, como un seguimiento de los progresos de los alumnos en su desarrollo de capacidades críticas y competencias en lo científico.	
Ci.273-E14 Ci.281-E6	Evaluar los aprendizajes de Biología en Secundaria implica regular el proceso de enseñanza-aprendizaje y/o hacer autoevaluación.	

Fase final.

Al culminar el desarrollo del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*, la concepción mayoritaria continúa siendo la **C** (ver Tabla 3.22). La evaluación se entiende como parte consustancial del proceso de enseñanza-aprendizaje y permite identificar obstáculos y logros. La mayoría de los estudiantes manifiestan que la evaluación debe ser continua.

Al igual que en la fase inicial, se insiste en que no se debe evaluar solamente

conceptos, sino además procedimientos y actitudes:

Cf.158-E3: [sic] [...] una parte de la evaluación voluntaria en cuanto a los conceptos biológicos, pero se debe entender que la evaluación es un proceso constante y no solamente es relacionada con lo conceptual sino con lo actitudinal y lo procedimental.

Cf.139-E4: [al evaluar] Las preguntas pueden ser respondidas de manera mecánica evidenciando procesos memorísticos, lo que no indica el avance en el aprendizaje, estas preguntas deben estar apoyadas en procesos desarrollados durante todo el semestre.

La concepción **B** tan sólo está presente en tres estudiantes. Ellos no están de acuerdo con evaluar utilizando preguntas. No obstante, tampoco plantean maneras alternativas para hacerlo.

Tabla 3.23. *Concepciones de los futuros profesores de Biología, acerca de la evaluación de los aprendizajes de la Biología, al finalizar el proceso formativo.* En sombreado se resalta la concepción predominante

UNIDADES DE INFORMACIÓN	PROPOSICIONES	CONCEPCIONES DETECTADAS
Cf.140-E15 Cf.149-E22 Cf.151-E2	No se pueden evaluar los aprendizajes de Biología en Secundaria mediante simples preguntas.	Concepción B (3 estudiantes) La evaluación de los aprendizajes de Biología en Secundaria no se puede hacer mediante simples preguntas que busquen que los alumnos repitan lo explicado.
Cf.144-E29	Evaluar los aprendizajes de Biología en Secundaria implica hacerlo de forma continua.	Concepción C (20 estudiantes) La evaluación de los aprendizajes de Biología en Secundaria contempla no solamente los contenidos conceptuales (también incluye los procedimentales y las actitudes), hace parte reguladora del proceso de enseñanza-aprendizaje, utiliza diferentes instrumentos, es continua, y/o no solamente es cuantitativa.
Cf.156-E12 Cf.157-E1 Cf.161-E21	La evaluación de los aprendizajes de Biología en Secundaria requiere emplear diversos instrumentos.	
Cf.142-E5 Cf.146-E7 Cf.150-E23	Además de los contenidos conceptuales, se debe evaluar la capacidad de los alumnos para establecer relaciones y/o reflexionar e interpretar, o el desarrollo de habilidades.	
Cf.141-E18 Cf.143-E19 Cf.152-E14 Cf.154-E9 Cf.158-E3 Cf.159-E6 Cf.160-E17 Cf.162-E27	La evaluación de los aprendizajes de Biología en Secundaria debe hacerse de forma continua., identificando dificultades y logros en el proceso de aprendizaje. Implica tener en cuenta los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales.	
Cf.147-E8 Cf.148-E13 Cf.153-E24 Cf.155-11	La evaluación de los aprendizajes de Biología en Secundaria no debe reducirse a cuantificar. Implica asumir el aprendizaje como proceso de construcción, y tener en cuenta contenidos conceptuales, procedimentales, y actitudinales.	
Cf.139-E4	La evaluación de los aprendizajes de Biología en Secundaria es un proceso continuo. No se trata de evidenciar la capacidad de memorización.	

Comparación con la hipótesis de progresión

Como se puede observar en la Figura 3.19, al comparar las concepciones detectadas con la hipótesis de progresión, la concepción **A** presenta una simplicidad similar a la del nivel inicial. Los estudiantes-profesores se limitan al cómo evaluar (mediante preguntas), y no abordan aspectos referentes a la naturaleza, los propósitos, el momento, ni los actores de la evaluación.

La concepción **B** se representa con una complejidad intermedia entre los niveles inicial y de referencia, al considerar que la evaluación no se puede limitar a indagar a los alumnos mediante preguntas. Sin embargo, no se presentan instrumentos alternativos. Tampoco se hace referencia a los otros aspectos de la evaluación (finalidades, naturaleza, etc.).

En cuanto a la concepción mayoritaria (la **C**), se aproxima en complejidad al nivel de referencia, dado que los estudiantes tienen la idea de la evaluación como un constituyente regulador del proceso de enseñanza-aprendizaje, que no se limita a contemplar los contenidos conceptuales, se hace de forma constante y no tiene como referente primordial la reproducción de conceptos por parte de los alumnos. Se hace referencia a un carácter formativo de la evaluación, al afirmar que no se debe buscar la cuantificación de la capacidad de los alumnos para repetir los contenidos conceptuales, sino, más bien como elemento necesario para la detección de dificultades, obstáculos y logros.

Sin embargo, la concepción **C** no alcanza la complejidad del nivel de referencia, dado que no se hace mención a la importancia de la autoevaluación y la coevaluación. Si bien es cierto, los estudiantes con esta concepción se refieren a diversos e importantes elementos de la evaluación, ninguno considera simultáneamente todos los aspectos atinentes a la naturaleza, el qué, el quién, el cómo y el cuándo evaluar.

La evaluación de los aprendizajes de la Biología en Secundaria:

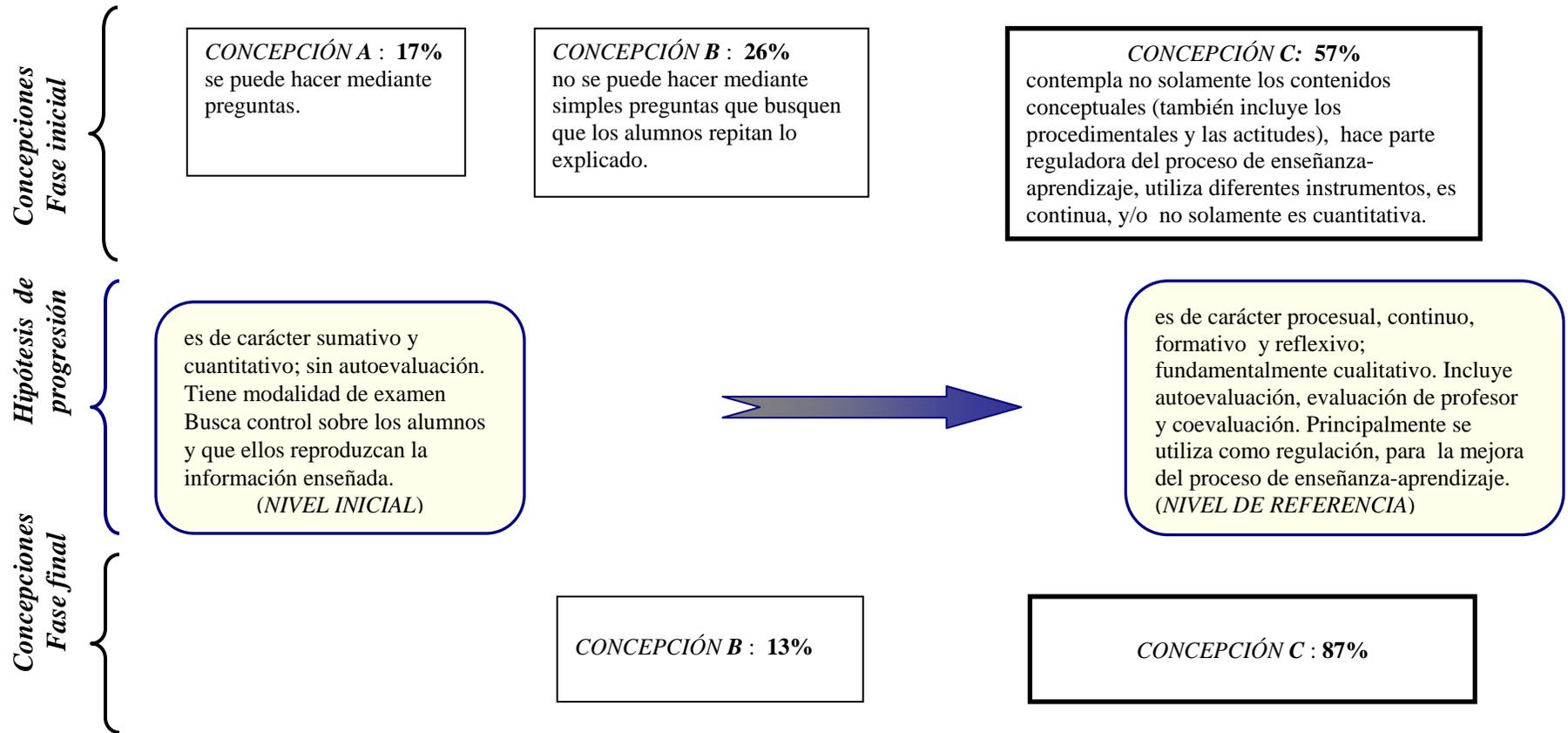


Figura 3.19. Comparación de la hipótesis de progresión y las concepciones detectadas en los futuros profesores acerca de la evaluación de los aprendizajes de la Biología en las fases inicial y final del proceso formativo

Evolución de las concepciones

Como se representa en la Figura 3.20., trece estudiantes conservan la concepción **C** (que es la mayoritaria y la más compleja) y, tres la **B**. Siete estudiantes cambian sus concepciones menos complejas (cuatro de la **A**, y tres de la **B**) a la de mayor complejidad (**C**). Al finalizar el proceso formativo, ninguno presentó cambios a concepciones menos evolucionadas.

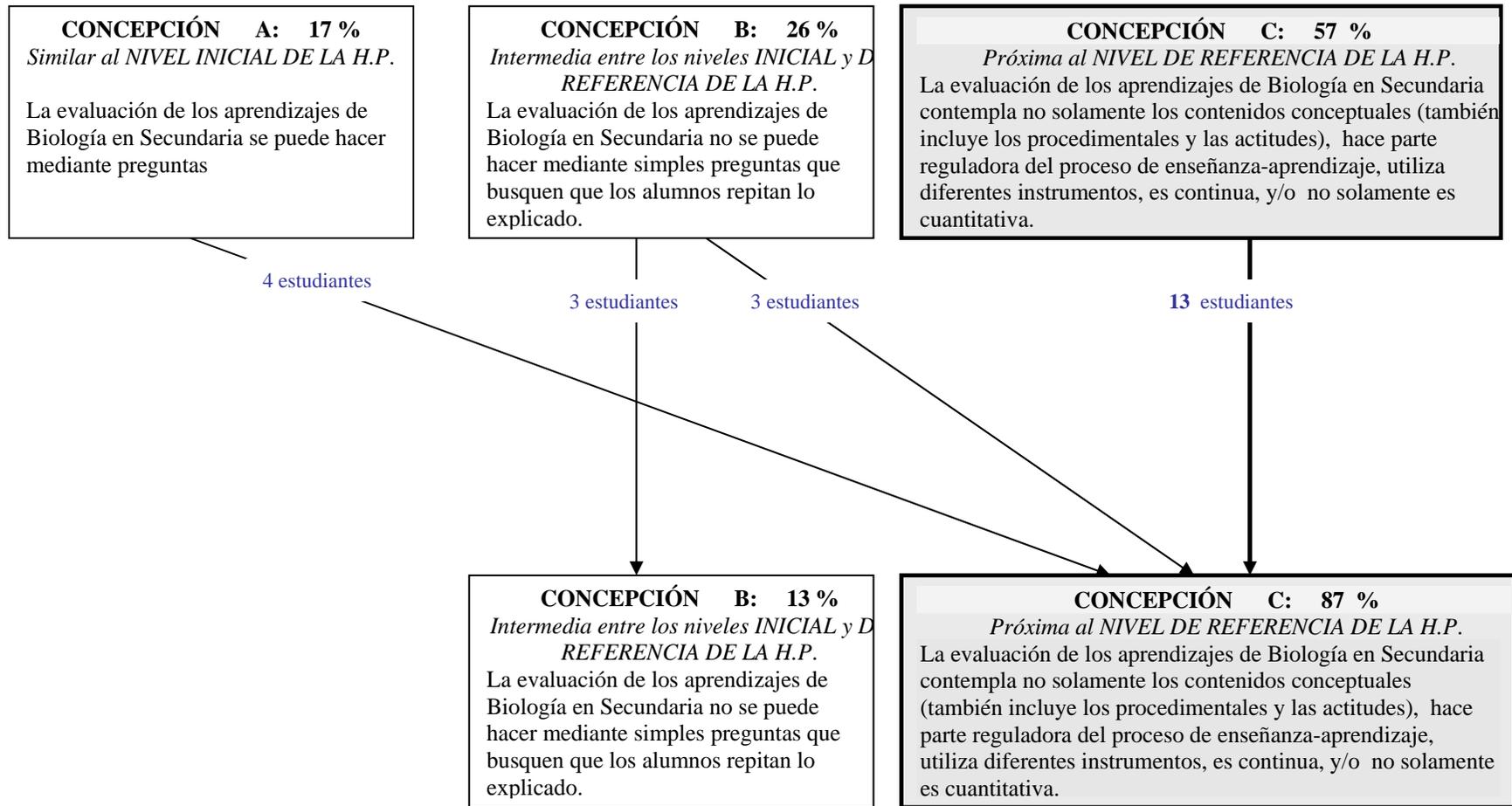


Figura 3.20. *Cambios de concepciones sobre la evaluación de los aprendizajes de la Biología.* En la parte superior las concepciones de la fase inicial y en la inferior las de la fase final del proceso formativo

4. CONCEPCIONES DIDÁCTICAS Y PROGRESIÓN DE LAS MISMAS

A continuación se presenta de manera integrada, la discusión referente a la segunda categoría de investigación.

En la Tabla 3.24. se muestra que mayoritariamente las concepciones didácticas correspondientes a cinco de las seis subcategorías de investigación (*Finalidades de la enseñanza de la Biología, Enseñanza de la Biología, Conocimiento Biológico Escolar, Aprendizaje de la Biología y Evaluación de los aprendizajes de la Biología*) no cambian al final del proceso formativo, predominando las concepciones tipo **C**, las cuales se aproximan al nivel de referencia de la hipótesis de progresión.

Al contrastar las concepciones sobre los *componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico*, en los dos momentos del proceso formativo, mayoritariamente, tampoco se detectan modificaciones, predominando la concepción **B**, la cual corresponde a un grado de complejidad intermedio entre los niveles inicial y de referencia de la hipótesis de progresión.

A continuación se discuten estos resultados teniendo como referente las siguientes preguntas:

- a) ¿ Cuáles son las concepciones didácticas mayoritarias entre los futuros profesores?
- b) ¿ Cómo cambian las concepciones didácticas de los futuros profesores durante el proceso formativo?

Para cada uno de estos aspectos se retoman y relacionan los principales resultados presentados previamente y se contrastan con los antecedentes y con elementos teóricos. De igual manera, se hace una reflexión de las implicaciones en la formación de docentes y se busca identificar los elementos que puedan estar promoviendo u obstaculizando la progresión de las concepciones.

Tabla 3.24. *Concepciones didácticas y progresión de las mismas, en los dos momentos del proceso formativo.*
Los números corresponden a la cantidad de estudiantes

SUBCATEGORÍAS	CONCEPCIONES INICIALES				CONCEPCIONES FINALES				CAMBIO EN LAS CONCEPCIONES			
	O	A	B	C	O	A	B	C	Avance	Retroceso	Cambio ausente	Progresión mayoritaria
2.1. Componentes del CDCB	1	2	19	1	-	1	21	1	4	1	18	B → B (18)
2.2. Finalidades de la enseñanza de la Biología	-	5	6	12	-	6	4	13	6	5	12	C → C (7)
2.3. Enseñanza de la Biología	-	8	5	10	-	1	8	14	8	1	14	C → C (9)
2.4. Conocimiento Biológico Escolar	5	8	1	9	3	5	-	15	10	2	11	C → C (7)
2.5. Aprendizaje de la Biología	-	5	7	11	-	-	3	20	11	1	11	C → C (11)
2.6. Evaluación de los aprendizajes de la Biología	-	4	6	13	-	-	3	20	7	-	16	C → C (13)

a) ¿Cuáles son las concepciones didácticas mayoritarias entre los futuros profesores?

Este análisis implica relacionar las concepciones detectadas en una y otra subcategoría de investigación, con la intención de dar una idea general de lo que piensan los estudiantes sobre la Didáctica de la Biología, y sobre el Conocimiento Profesional que ha de poseer el profesor para poder enseñar esta ciencia. De igual manera, implica contrastarlas con los resultados de otros estudios, y enriquecer la discusión con elementos propios del marco teórico de la investigación. Además, se hace una reflexión de las implicaciones del estudio de estas concepciones, en la formación inicial de docentes de Biología.

La concepción mayoritaria acerca de los *Componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico* en los dos momentos del proceso formativo (concepción **B**) corresponde a una visión aditiva, al considerar que los conocimientos que un profesor debe tener para poder enseñar Biología son la Pedagogía, la Didáctica, y la Biología (algunos pocos se refieren a la Física, la Química, o las humanidades). El calificativo de aditiva obedece a que no se especifica el tipo de relaciones entre dichos conocimientos, sino que solamente se enuncian. Llama la atención esta visión analítica y académica de los futuros profesores, dado que en el *Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología*, en el contexto de la Práctica Educativa Integral, semestre tras semestre, se desarrollan actividades en las que se busca la integración de los diferentes conocimientos. Esto, para resolver problemas referentes a la Educación, la Pedagogía, y la Enseñanza de la Biología (Departamento de Biología, 1999).

Al responder las preguntas del cuestionario, correspondientes a los *Componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico* (ver Anexo 3), los estudiantes se refieren a la Pedagogía y a la Didáctica de una manera genérica. Sin llegar a identificar, ni explicitar aspectos propios de estas, tales como: el proceso de aprendizaje, los propósitos de la enseñanza, la importancia de las características de los alumnos en la enseñanza-aprendizaje (desarrollo cognitivo, intereses, experiencias, concepciones, etc.), las dificultades en el

aprendizaje, las estrategias de enseñanza, la organización de los contenidos, etc. Mayoritariamente, no hacen alusión a una Didáctica específica de la Biología, sino a una general a la cual le asignan principalmente un carácter técnico (como herramienta de enseñanza).

Una de las razones que puede explicar este resultado, es el carácter emergente de la Didáctica de las Ciencias (Porlán, 1993; y Gil-Pérez, Carrascosa, y Martínez-Terrades, 2000), y más aún, del concepto Conocimiento Didáctico del Contenido, y por su puesto, del CDCB. De éste último, en la revisión realizada en el contexto de la presente investigación, tan sólo se hallaron tres estudios (Carlsen 1993; Gess-Newsome, y Lederman, 1995; y Veal y Kubasko, 2003) en los que se hace referencia explícita a dicho conocimiento. En las otras investigaciones, se analiza fundamentalmente el Conocimiento Biológico (o éste y el pedagógico) del profesor, en relación con su incidencia en la enseñanza (Hashweh, 1987; Benson, 1989; Hoz, Tomer, y Tamir, 1990; Hauslein, Good, y Cummins, 1992; Carlsen 1993; Lederman, Gess-Newsome, y Latz, 1994; y Chona, *et al.*, 1998). Así pues, al no reconocer la existencia de un Conocimiento Profesional, con estatus definido, que diferencia al profesor de Biología, difícilmente se pueden distinguir sus constituyentes que lo integran. En cambio, se identifican aisladamente, como saberes que el profesor debe poseer para poder enseñar: el pedagógico, el didáctico y el disciplinar.

Al contrastar los resultados de la presente investigación, con otros estudios, con profesores de Biología, tanto expertos como novatos, se puede observar que a diferencia de lo encontrado por Hashweh (1987), Carlsen (1991, 1993), y Veal y Kubasko (2003), la mayoría de futuros profesores del estudio, no consideran al Conocimiento Biológico como el único o, el principal componente del CDCB. No obstante, al igual que en los estudios de Lederman, Gess-Newsome, y Latz (1994), y de Gess-Newsome y Lederman (1995), apenas mencionan los tipos de conocimiento, sin llegar a interrelacionarlos. Es decir, como si la mera yuxtaposición de los diversos conocimientos fuera suficiente para que el profesor de Biología construya el CDCB.

En la concepción mayoritaria de los estudiantes (concepción **B**) no se identifican, como constituyentes del Conocimiento Didáctico del Contenido que permite al profesor enseñar: el conocimiento contextual, el conocimiento curricular, ni el conocimiento experiencial del profesor. Los cuales, según diferentes autores, son fundamentales para la construcción de dicho Conocimiento Profesional (Grossman, 1990, Carlsen, 1999; Magnusson, Krajcik, y Borko, 1999; Tardif, 2004).

El hecho de que los estudiantes no identifiquen los constituyentes del CDCB, representa un inconveniente en su formación. Tal y como coinciden varios autores (Gess-Newsome y Lederman, 1995; Mellado, 1996, 1998; Magnusson, Krajcik, y Borko, 1999; Martín del Pozo y Rivero, 2001; Marcelo, 2002; Loughran, Mulhall, y Berry, 2004; y Segall, 2004), el Conocimiento Didáctico del Contenido se construye a partir de la integración de dichos componentes.

Así, se hace necesario que los futuros profesores, expliciten lo que piensan, sobre los conocimientos que consideran son indispensables para el ejercicio profesional de un profesor de Biología, y se requiere además que integren dichos conocimientos. Pero ello, difícilmente se puede lograr por iniciativa propia de los docentes en formación, haciéndose necesario que los formadores indaguen, y tengan en cuenta esas concepciones de los estudiantes-profesores. En la construcción del Conocimiento Profesional, es necesario que los docentes expliciten y reflexionen sus concepciones sobre qué saberes lo conforman, cómo se estructura, cuál es su naturaleza (Porlán, 1989; Magnusson, Krajcik, y Borko, 1999; Perafán y Adúriz-Bravo, Loughran, Mulhall, y Berry, 2002; y Segall, 2004).

Resulta necesario, entonces, que los profesores desarrollen capacidades metacognitivas que les permita reflexionar sobre la manera como construyen dicho conocimiento. De igual manera, es importante que en los proyectos curriculares de formación de profesores de Biología se promueva la integración de los saberes, mitigando así el tradicional problema del distanciamiento y la polarización entre los conocimientos en la formación de docentes. Especialmente, entre el pedagógico-didáctico y el disciplinar científico, lo cual ha sido reportado

por diferentes autores (por ejemplo, McDermott, 1990; y Gil-Pérez, Carrascosa, y Martínez-Terrades, 2000). También es destacable la importancia de identificar y analizar, en los procesos de formación docente, las especificidades de la Didáctica de la Biología, derivado principalmente de las particularidades de esta ciencia y las implicaciones en su enseñanza.

Dado que se está haciendo un análisis integral de las concepciones de las seis subcategorías referentes al Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico, conviene resaltar que aunque la idea mayoritaria sobre los componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico corresponde a una visión aditiva (equivalente a un nivel de complejidad intermedio: concepción B), la mayoría de estudiantes poseen concepciones más evolucionadas, de los aspectos referentes a las otras subcategorías de investigación, las cuales corresponden a la concepción C.

En su mayoría, los estudiantes tienen en cuenta elementos del **aprendizaje significativo**. Así, al referirse a las Finalidades de la Enseñanza de la Biología, hacen hincapié en la importancia de incluir contenidos que sean útiles en la vida cotidiana del alumno. Además, cuando hacen mención directa a las características de la Enseñanza y del Aprendizaje de la Biología, destacan la relevancia de tener en cuenta los intereses y las concepciones del alumno, lo cual coincide con los hallazgos de la investigación de Chona, et al. (1998), quienes encontraron, en el contexto colombiano, que para veintitrés profesores de Biología, resulta prioritario tener en cuenta los intereses, habilidades, y experiencias de los alumnos, en el momento de organizar los contenidos y actividades de enseñanza. En contraste, en un estudio anterior (Benson, 1989), se encontró que para profesores de Biología experimentados, lo fundamental en la enseñanza son los contenidos biológicos, ignorando los puntos de vista de los alumnos. Otros resultados que contrastan, son los hallados por Lederman, Gess-Newsome, y Latz (1994), en un estudio longitudinal con futuros profesores de Ciencias (la mayoría de Biología), quienes en la fase inicial del proceso formativo analizado, centraban los procesos de enseñanza-aprendizaje en el profesor.

En la formación de profesores de Biología, es relevante tener presente que la enseñanza, no se debe limitar a que el alumno aprenda un cúmulo de contenidos conceptuales sin sentido. Por el contrario, se requiere hacer énfasis en la importancia de aplicar los conceptos biológicos a las situaciones y problemas cotidianos, y contemporáneos. Como por ejemplo, los relacionados con la salud, la contaminación, el deterioro del planeta, la alimentación, la manipulación genética, etc.

Cabe resaltar que las características atribuidas por los estudiantes a la *Evaluación de los Aprendizajes de la Biología* (mayoritariamente correspondientes a la concepción C, en especial en la fase final del proceso formativo), se relacionan con el **aprendizaje significativo**, y representan importantes elementos para la construcción del Conocimiento Profesional del Profesor, y del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico. El hecho de asumir la evaluación como un proceso continuo, que trasciende la cuantificación de los conceptos aprendidos por el alumno, e implica tener en cuenta las actitudes, los valores, los procedimientos, y las competencias, conlleva a una enseñanza menos teórica y más significativa, en la que predomina más la producción por parte del alumno que la simple repetición de datos y hechos. Este resultado, contrasta con lo encontrado por Benson (1989), en una investigación con profesores de Biología experimentados, quienes buscaban principalmente que los estudiantes memorizaran conceptos, para luego ser preguntados en las pruebas escritas.

Otro aspecto relevante, es el contemplado por algunos docentes en formación, en cuanto a incluir la evaluación como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje, que posibilita detectar y superar obstáculos, y en esa medida contribuye a la regulación de dicho proceso. En contraste, llama la atención que los estudiantes prácticamente no tienen en cuenta la autoevaluación, la cual es un componente fundamental para la autorregulación de la enseñanza y del aprendizaje; al igual que para el desarrollo de las capacidades metacognitivas de los alumnos.

Es de resaltar que la mayoría de los estudiantes se han acercado al nivel de referencia de la hipótesis de progresión (de la subcategoría *Enseñanza de la Biología*), al relacionar los procesos cognitivos de aprendizaje con la enseñanza. Ello implica, que lo central no es el profesor, ni los programas (tal como ocurre en los enfoques conductista y tecnológico) sino los alumnos. Este tipo de características es deseable en la formación profesional docente, dado que propicia la estructuración de objetivos, contenidos, actividades, estrategias y métodos de enseñanza, teniendo en cuenta las características de los alumnos (desarrollo cognitivo, intereses, concepciones, experiencias, contexto). Ello implica que en la formación del profesorado resulta importante incluir como contenidos formativos: el análisis del desarrollo cognitivo, y la manera de potenciar las capacidades metacognitivas en el educando. De igual manera, la detección, análisis y utilización de las ideas de los alumnos en la enseñanza.

Otra concepción didáctica detectada, que es mayoritaria y corresponde a un nivel evolucionado (C), tiene que ver con el objeto de enseñanza. Tanto en la subcategoría *Finalidades de la Enseñanza de la Biología*, como *Aprendizaje de la Biología*, y *Evaluación de los Aprendizajes de la Biología*, la visión preponderante atañe a la importancia de considerar no solamente los conceptos, como **contenidos de enseñanza**, sino contemplar además los procedimientos, las actitudes, y los valores. Así, la mayoría de estudiantes, se refiere a aplicar el conocimiento que se aprende, en busca de la conservación y aprovechamiento racional de los recursos naturales, mediante comportamientos y acciones favorables. Es decir, corresponde a la visión de enseñanza de una Biología más aplicada, humana y social. Tácitamente, los docentes en formación consideran aspectos profesionales de tipo humanístico, pedagógico y didáctico, que el profesor debe tener en cuenta para facilitar el aprendizaje de contenidos de diferente índole. Incluso, algunos se refieren a contenidos que trascienden del problema del aprendizaje de la Biología, a la formación de las personas (concepción B, de subcategoría *Finalidades de la enseñanza de la Biología*), tales como el desarrollo de la autonomía y de la responsabilidad. Esto, puede estar influenciado por los propósitos y enfoque del *Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología*, en el cual uno de los objetivos es contribuir a la

formación del profesor de Biología como ser humano (Departamento de Biología, 1999).

Un aspecto que se podría considerar un obstáculo en la construcción de Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico, es que en la concepción mayoritaria (de la subcategoría *Finalidades de la Enseñanza de la Biología*), a pesar de ser la **C**, incluye como **contenido de enseñanza** de la Biología diversos conceptos, pero no considera los fundamentales de esta ciencia. Esto, acarrea dificultades en la organización de contenidos y actividades de enseñanza, al igual que en la formulación de objetivos.

La concepción didáctica mayoritaria, sobre la **transformación** que requiere hacerse **de los conocimientos** que confluyen en el aula (en especial el biológico), cuando se enseña, corresponde a un grado de complejidad que se aproxima al nivel de referencia de la hipótesis de progresión. Ello se evidencia en las ideas correspondientes a las subcategorías *Conocimiento Biológico Escolar* y *Aprendizaje de la Biología*, en las que se refleja que la Biología que se enseña en la escuela no es la misma que produce la comunidad científica, sino que implica su adaptación a la realidad del aula. Para esto, se requiere tener presente, qué piensan los alumnos, cuáles son sus intereses y cuáles son las necesidades contextuales. Este resultado contrasta con la investigación de Gess-Newsome y Lederman (1995), en la que encontró que de los cinco profesores de Biología analizados, tan sólo uno organizaba los contenidos de enseñanza a partir de la transformación del conocimiento: de la lógica disciplinar biológica, a la escolar. Los demás profesores, se limitaban a impartir los contenidos presentes en los libros de texto, sin realizar transformación alguna.

El hecho de que la mayoría de estudiantes posean la concepción **C**, respecto al *Conocimiento Biológico Escolar*, es relevante para la formación profesional, ya que implica que en la organización de los objetivos, los contenidos y las actividades de enseñanza que ellos realicen, tengan en cuenta el conocimiento que se construye en el aula. Igualmente es fundamental identificar que dicho

conocimiento escolar es diferenciado. Además, es necesario ser concientes de que su construcción demanda de la identificación, transformación e integración de conocimientos como el disciplinar, el curricular y el cotidiano, entre otros (Jiménez, y Sanmartí, 1987; Arnay, 1997; García, 1998a, 1998b; Gil-Pérez, 1994b; Ogborn, *et al.*, 2002; y Pro Bueno, 2003). Lograr lo anterior, conlleva a desarrollar capacidades profesionales tales como:

- Saber averiguar, analizar y utilizar las ideas de los alumnos. Para ello, resulta ventajosa la formulación hipótesis de progresión, según los niveles de complejidad.
- Identificar la estructura del Conocimiento Biológico, y seleccionar los principales contenidos, acorde con los propósitos de enseñanza (incluido el análisis de los referentes curriculares).
- Organizar los contenidos y actividades de enseñanza, de tal manera que no estén determinados por la lógica disciplinar, sino por las características propias del aula escolar.

Además, en la concepción mayoritaria de la subcategoría *Conocimiento Biológico Escolar*, se hace evidente una visión didáctica evolucionada, sobre la Biología que se enseña en la escuela. Así, se le asigna un estatus diferenciado, respecto a la Biología producida por los científicos y a la Biología que se enseña en la Universidad.

Los niveles de complejidad, de las concepciones didácticas detectadas, a las que se acaba de hacer referencia, pueden estar relacionados con las características del *Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología*. Así, durante el proceso formativo transcurrido hasta el momento en que se obtuvieron los datos de la investigación (incluido el *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*), los estudiantes habían abordado elementos, teóricos y prácticos, afines a los siguientes contenidos formativos:

- a) Aprendizaje significativo.
- b) Contenidos de enseñanza.
- c) Transformación de los conocimientos que confluyen en el aula.
- d) Biología escolar.

A continuación se mencionan dichos elementos formativos:

a) En la aproximación a la realidad educativa, realizada en el *Eje Curricular Identidad y Contexto* (primer semestre), mediante el conocimiento de experiencias en diferentes modalidades y contextos educativos, se posibilita identificar que la enseñanza tiene más sentido cuando se contemplan las necesidades de los sujetos. Dicho aspecto, que constituye un elemento importante a tener en cuenta, en el aprendizaje significativo, también se relaciona con los referentes teóricos abordados en el Seminario "*Desarrollo Cognitivo y Aprendizaje*", en el *Eje Curricular Crecimiento y Desarrollo* (segundo semestre), correspondiente a la importancia de los intereses del aprendiz, y de su desarrollo cognitivo, en los procesos de aprendizaje.

En el mismo sentido, en la actividad de integración realizada en el *Eje Curricular Organización* (cuarto semestre), consistente en la planificación y el desarrollo de una clase de Biología, se tiene en cuenta la caracterización y análisis de los grupos de alumnos a quienes está dirigida la clase. En dicha actividad, al tener una interacción con los alumnos, se evidencian y analizan las características de estos sujetos (desarrollo cognitivo, ideas que tienen sobre el tema de enseñanza, intereses, y necesidades). Además, previo a la realización de la clase se hace una caracterización del contexto, identificando necesidades que son contempladas en la organización de las actividades y los contenidos de enseñanza.

b) En las actividades de integración desarrolladas, al interior los Ejes Curriculares, tales como: la aproximación a diferentes experiencias educativas, incluidas diversas innovaciones en enseñanza de las Ciencias en la escuela (en el *Eje Curricular Identidad y Contexto*), y el diseño y realización de una clase de Biología (en el *Eje Curricular Organización*), se pone de manifiesto que enseñar

Biología trasciende el abordaje de conceptos biológicos, e implica buscar la transformación de los alumnos en su comportamiento frente a lo vivo. De otra parte, en el *Eje Curricular Diversidad* (tercer semestre), además de estudiar los conceptos referentes a los diferentes niveles de diversidad biológica, se reflexiona sobre las actitudes y valores que es necesario desarrollar en los sujetos para contribuir a la conservación de dicha diversidad.

c) Tanto en el ejercicio que se realiza en el *Eje Curricular Diversidad* (tercer semestre), consistente en el análisis sobre el aprendizaje escolar del crecimiento y desarrollo de un organismo, como en la actividad de integración del *Eje Curricular Organización* (diseño y desarrollo de una clase de Biología), se hace manifiesto (y se reflexiona al respecto), que en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Biología, es menester realizar modificaciones del conocimiento biológico que circula en las publicaciones especializadas en Biología, e incluso en los libros de texto universitarios. De hecho, cuando se diseña la clase, inicialmente se hace la fundamentación teórica biológica y se elabora una red con los principales conceptos, y posteriormente se hace una reelaboración de los mismos, de acuerdo con los propósitos de enseñanza.

d) En los elementos abordados en el *Seminario "Enseñanza de la Biología en Colombia"*, y en la actividad del diseño y desarrollo de una clase de Biología (todo ello en el *Eje Curricular Organización*) se evidencia que el conocimiento biológico que se construye en el aula, no es el mismo que producen los científicos. Ello, está muy relacionado con lo expuesto en el anterior inciso.

Los elementos formativos del *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas* que se considera, inciden en las concepciones didácticas mayoritarias, se abordarán principalmente en el siguiente apartado, correspondiente al análisis de las progresiones de dichas concepciones.

Otro aspecto relevante de la concepción didáctica evolucionada (concepción C), acerca de la Enseñanza de la Biología, es considerar **la historia y la epistemología** como elementos que se deben involucrar en dicho proceso. El que

sólo dos estudiantes contemplen este aspecto (lo hacen en la fase final del proceso formativo), no deja de ser relevante para el presente análisis. Como se ha mencionado anteriormente en este informe, el abordar la forma como se desarrolla determinado concepto biológico, facilita la selección y organización tanto de contenidos como de actividades de enseñanza. Esto, por cuanto posibilita identificar los conceptos estructurantes y los obstáculos implicados en la producción de dicho conocimiento (Gagliardi, 1986; Gagliardi y Giordan, 1986; Gagliardi, 1988; Lombardi, 1997; Lin y Jung, 2002). Además, permite reflexionar sobre las características del conocimiento científico en general, principalmente en lo que atañe a los factores y actores que intervienen en su producción. Esto, es importante para que los alumnos no construyan una visión deformada de las Ciencias.

También es importante destacar, en la concepción **C**, respecto a las *Finalidades de la Enseñanza de la Biología*, el hecho de considerar fundamental, que los alumnos aprendan las características de **lo vivo como un sistema** (lo cual es expresado por dos estudiantes en la fase final del proceso formativo). Esto, resulta ventajoso en la organización de las actividades y los contenidos de enseñanza, al igual que en la definición de los objetivos, dado que desde esta perspectiva se facilita la identificación de los contenidos estructurantes de enseñanza. Así, puede contrarrestar el problema del abordaje analítico de contenidos que conlleva a la enseñanza de grandes cúmulos de conceptos, datos y hechos. Este elemento detectado, en la concepción a la que se hace referencia, puede estar relacionado con la perspectiva compleja, con la que es asumido el *Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología* (Valbuena, 2002). También puede incidir, el hecho de hacer énfasis en la perspectiva sistémica, en el *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas*, tanto en la fundamentación de la Teoría General de los Sistemas, como con las actividades de integración.

En consonancia con lo anterior, resulta deseable promover, en la formación de profesores de Biología, el desarrollo del pensamiento sistémico. No solamente, para comprender mejor el fenómeno viviente, sino para facilitar la integración de

los diferentes saberes que hacen posible la construcción y reconstrucción del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico, y del Conocimiento Profesional del docente.

En definitiva, se puede resumir que a pesar de que la mayoría de estudiantes no identifican los diversos componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico, poseen concepciones didácticas evolucionadas, las cuales implican que en la escuela debe producirse una transformación del conocimiento biológico, para hacerlo más significativo y entendible para el alumno.

Finalmente, cabe destacar que en la formación inicial de profesores de Biología, resulta relevante y necesario, particularmente para la construcción del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico:

- Hacer explícitos, los conocimientos que intervienen en la constitución y reconstrucción del CDCB, para facilitar la integración de los mismos.
- Identificar las fuentes de dichos conocimientos, para propiciar el establecimiento de interrelaciones entre la teoría y la práctica.
- Resaltar la importancia del conocimiento experiencial, como una de las fuentes del Conocimiento Profesional y del CDCB.
- Identificar las finalidades de la enseñanza de la Biología. Este elemento, puede incidir, tanto en la formulación de objetivos, como en el enfoque de las actividades de enseñanza, y en la organización de los contenidos.
- Desarrollar capacidades metacognitivas, que posibiliten el análisis y la autorregulación, del proceso de integración y transformación de conocimientos, en la construcción y reconstrucción del CDCB.
- Desarrollar el pensamiento sistémico y complejo, para facilitar el establecimiento de interrelaciones entre los diferentes tipos y fuentes de conocimientos implicados en la construcción y reconstrucción del CDCB.
- Establecer comparaciones y relaciones entre los conocimientos científico, biológico, cotidiano, y demás conocimientos. Esto, para facilitar su integración y transformación, en busca de la construcción del conocimiento biológico escolar. El cual, a su vez, posee un estatus que lo

diferencia.

- Crear espacios de reflexión crítica de las prácticas pedagógicas que contribuyan a identificar los obstáculos y los propiciadores en la construcción de CDCB.
- Incluir, como contenidos formativos: la manera de detectar, describir, e interpretar las características de los alumnos (desarrollo cognitivo, concepciones, intereses, experiencias, contexto); y cómo utilizar dicha información, en la enseñanza.
- Analizar la estructura del conocimiento biológico, e identificar los conceptos estructurantes, y tenerlos en cuenta en la formulación de los objetivos, y en la organización de los contenidos y las actividades de enseñanza.
- Analizar los aspectos epistemológicos e históricos de los conceptos biológicos que se pretenden enseñar, en aras a, identificar los obstáculos que se tuvieron que superar a lo largo de su producción (los cuales pueden llegar a constituir obstáculos de aprendizaje), e igualmente, a identificar conceptos estructurantes.
- Contemplar como contenido formativo teórico-práctico la evaluación, entendida como parte del proceso de aprendizaje. En el mismo sentido, propiciar en los futuros profesores la el ejercicio de la autoevaluación, como elemento que aporta al desarrollo de sus capacidades metacognitivas.
- Desarrollar actividades prácticas en las que se integren de manera práctica los diferentes componentes del CDCB.
- Desarrollar proyectos curriculares de formación docente, cuya estructura académico-administrativa y dinámica, favorezcan la construcción y reconstrucción del CDCB, a partir de la integración y transformación (autorreguladas) teórico-práctica de los diferentes conocimientos profesionales⁷.

⁷ De acuerdo con los elementos presentados, al analizar los resultados de la presente tesis, se puede anotar, que el *Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología* ofrece condiciones que favorecen la construcción del CDCB.

b) ¿Cómo cambian las concepciones didácticas de los futuros profesores durante el proceso formativo?

El análisis del cambio de concepciones, en su conjunto, busca reconocer los aspectos en los que existe o no progresión. Además, implica identificar aquellos elementos formativos que puedan estar promoviendo u obstaculizando la evolución de las concepciones, en el contexto curricular en el que se realizó el estudio.

Mayoritariamente no se presentan cambios en las concepciones didácticas de los futuros profesores.

Como anteriormente se presentó, la mayoría de los estudiantes mantienen (en la fase final del proceso formativo) la concepción **B**, sobre los *Componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico*, y los demás las modifican (principalmente, evolucionando: de las concepciones **O**, **A**, y **B** a la **C**). Como parte del análisis de la evolución de las concepciones, es importante tener presente que durante el desarrollo del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*, tanto en las discusiones teóricas, como en la actividad de integración (diseño de una unidad didáctica para la enseñanza de una temática concreta de la Biología), permanentemente se enfatizó, en que para enseñar Biología, no basta con tener un conocimiento de dicha disciplina. Destacando que se requiere, además, un conocimiento pedagógico y didáctico, que posibilite el aprendizaje de las ciencias y de la Biología, contemplando las características de los alumnos, del contexto, y lo que demanda el currículo. Esto, teniendo presente que el conocimiento que se aprende en la escuela difiere del producido por los científicos.

El hecho de que perdure la visión aditiva de los componentes del CDCB (en concreto, los conocimientos biológico y pedagógico-didáctico), puede estar relacionado con las concepciones generalizadas sobre el profesor, en las que se infravalora la profesión docente, ignorándose la existencia de un saber profesional particular que demanda la transformación, y la integración de diferentes conocimientos. Esto, con el agravante de creer que para enseñar basta con saber la

disciplina, y algunas técnicas de enseñanza.

Sin embargo, es bastante inquietante que los estudiantes no hayan contemplado la integración de dichos conocimientos, dado el enfoque complejo del *Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología*. Máxime, cuando en los cuatro Ejes Curriculares, que preceden al de *Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas* (en el cual se tomaron los datos), en el contexto de la Práctica Educativa Integral, los estudiantes habían desarrollado trabajos alrededor de problemáticas educativas, pedagógicas, y de enseñanza de las Ciencias y de la Biología, en los cuales era necesaria la integración de los diferentes conocimientos. Además, teniendo en cuenta que, precisamente, el *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas* tiene un enfoque sistémico.

Con los elementos recién presentados, y los abordados en el apartado precedente, se reafirma la necesidad de hacer explícitos, en la formación del profesorado, los conocimientos que se requieren para la constitución del CDCB. Ello favorece la construcción autorregulada de dicho conocimiento, dado que implica un proceso conciente.

A continuación se presentan los principales elementos formativos que han podido incidir en que predominen las concepciones didácticas más evolucionadas (las próximas al nivel de referencia de la hipótesis de progresión).

- a) La perspectiva sistémica del *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas*.
- b) Las características del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*.
- c) Las características de la actividad de integración (diseño de una unidad didáctica para la enseñanza de una temática de Biología).

a) Como ya se ha hecho mención, en el *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas*, el equipo de formadores aborda la enseñanza de los contenidos formativos desde la perspectiva sistémica. Dicho equipo se reúne semanalmente para discutir, qué objetivos, contenidos y actividades trabajar de

manera integrada⁸. Durante el semestre en el que se tomaron los datos de la investigación, al interior del Eje Curricular, se trabajó en la fundamentación acerca de la Teoría General de los Sistemas, haciendo lecturas de autores como Bertalanffy, Capra y Varela. Dicha fundamentación, fue ilustrada y problematizada, a la luz de los fenómenos biológicos (concretamente el caso de la fisiología) y sociales (la educación, el aula de clase, las políticas educativas y la investigación en educación como sistemas). Ello implicó, caracterizar cada uno de los aspectos formativos como sistemas, es decir: identificar los elementos constitutivos, establecer las interrelaciones entre dichos elementos, y explicar las propiedades de esos sistemas (por ejemplo las emergencias).

Este abordaje sistémico del *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas* ha podido incidir en la evolución de las concepciones didácticas de los estudiantes. Así, en la fase final del proceso formativo progresan de concepciones menos complejas (**A**, y **B**), correspondientes a las subcategorías *Finalidades de la Enseñanza de la Biología*, *Conocimiento Biológico Escolar*, *Enseñanza de la Biología*, *Aprendizaje de la Biología*, y *Evaluación de los Aprendizajes de la Biología*, a la más evolucionada (**C**). O en su defecto, se mantiene esta última, en lo que tiene que ver por ejemplo, con los contenidos que se deben enseñar. Es decir, no se contemplan aisladamente los conceptos, sino que se integran principalmente con los aspectos actitudinales y los valores.

De igual forma, para la mayoría de los docentes en formación la enseñanza no se reduce a la explicación por parte del profesor. Por el contrario, tiene en cuenta diversos aspectos tales como las características de los alumnos que influyen en su aprendizaje y, los procesos cognitivos que demanda. Es decir, se considera que existen variados factores que intervienen en la enseñanza.

Sin una visión integradora, difícilmente se podría evidenciar que el Conocimiento Biológico que se enseña en la escuela difiere del producido por la comunidad de científicos. Como ya se comentó, la mayoría de estudiantes

⁸ El investigador grabó (en audio) las reuniones del equipo de formadores, y realizó la respectiva transcripción. Sin embargo en el presente informe no se muestran estos datos.

reconocen que para enseñar Biología es menester transformar el Conocimiento Biológico de carácter científico.

Por otra parte, el asumir la formación docente desde la perspectiva sistémica, facilita comprender que el Conocimiento Profesional del profesor se construye a partir de diversos conocimientos, los cuales tienen fuentes tanto académicas, como experienciales. Ello implica, resaltar la importancia del conocimiento que ha construido el profesor durante su vida escolar (tanto estudiantil, como docente). Es decir, asumir al docente como un sujeto de conocimiento (Angulo, Barquín, y Pérez-Gómez, 1999; Tardif, 2004).

Sin embargo, a propósito del enfoque sistémico del Eje Curricular, es cuestionable el hecho de que los estudiantes no hayan evolucionado sus concepciones sobre los *Componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico*, a la concepción C, perdurando así la visión aditiva de los Conocimientos Biológico y pedagógico-didáctico.

b) En las dieciséis semanas, transcurridas durante el desarrollo del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I⁹*, la formadora abordó contenidos formativos referentes a la enseñanza de las ciencias y de la Biología, tales como:

- El estatus epistemológico de la Biología, y de la Didáctica de las ciencias y de la Biología.
- La enseñanza y el aprendizaje.
- El conocimiento escolar.
- Los tipos de contenidos de enseñanza.
- La evaluación como parte del proceso de enseñanza aprendizaje.
- Las características del aprendizaje.
- Las relaciones entre la historia y la epistemología, y la enseñanza de las ciencias y de la Biología.

⁹ El investigador observó todas las sesiones del Seminario, las grabó (la mayoría de las veces en vídeo, y algunas en audio) y transcribió dichas grabaciones. Sin embargo, en el presente informe, no se muestran estos datos, dado que el estudio está centrado en las respuestas, de los estudiantes, al cuestionario.

- El diseño de una unidad didáctica (ver Anexo 1).

Tanto los contenidos formativos abordados en el Seminario como la acción de la formadora y la dinámica al interior del aula, han podido incidir en la evolución de las concepciones **A**, y **B** de los estudiantes (referentes a las subcategorías *Finalidades de la Enseñanza de la Biología, Conocimiento Biológico Escolar, Enseñanza de la Biología, Aprendizaje de la Biología, Evaluación de los Aprendizajes de la Biología*), a la concepción **C**, o en la conservación de ésta última.

En las discusiones al interior del Seminario, y en las asesorías para el diseño de la unidad didáctica, reiteradamente se abordó la importancia de que los contenidos biológicos que se enseñen, tengan sentido para la vida de los alumnos. En esta dirección, la finalidad de la Biología no se puede limitar a la enseñanza de conceptos aislados, sino que estos, deben estar relacionados con la actitud frente a lo vivo, y con procedimientos para facilitar el conocimiento, conservación, y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

No solamente los conceptos sobre las características de la enseñanza y del aprendizaje trabajadas en el Seminario, sino las acciones de la formadora, pudieron influir en que al final del proceso formativo, los futuros docentes, hicieran más énfasis en la enseñanza-aprendizaje centrada en las características de los alumnos, y en los procesos cognitivos que ello implica. Durante las sesiones, la formadora constantemente explicitó sus reflexiones sobre el desarrollo del Seminario, relacionándolo con el proceso de enseñanza-aprendizaje y la formación docente. Una característica destacada, en la práctica educativa de la formadora, fue el indagar y confrontar constantemente las concepciones, experiencias, e intereses de los estudiantes. Dichas acciones, pueden favorecer el cambio, en los futuros profesores, respecto a sus visiones sobre la manera como se enseña y se aprende.

Al respecto, como lo sostienen Zeichner y Liston (1999), al describir un programa de prácticas de Magisterio basado en la reflexión de las acciones en la

formación del profesorado, es importante la reflexión de las prácticas pedagógicas y de las creencias de los actores del proceso de enseñanza-aprendizaje. En palabras suyas: “La acción reflexiva supone la consideración activa, persistente y cuidadosa de cualquier creencia o forma supuesta de conocimiento a la luz de sus fundamentos y de las consecuencias a las que lleva” (Zeichner y Liston, 1999: 507).

Las discusiones en el Seminario, entorno a las características de la Biología, de la Ciencia, la Pedagogía y las Didácticas de las Ciencias y de la Biología, junto con las orientaciones de la formadora para el diseño de la unidad didáctica, posibilitó relacionar elementos teóricos y prácticos.

Lo anterior se puede ilustrar, por ejemplo con el caso de los contenidos de enseñanza, y el objeto de la evaluación en el aula, cuando se enseña Biología. En el Seminario, se discutió sobre la pertinencia de implicar los datos, los hechos, los conceptos, los valores, las actitudes y los procedimientos, cuando se enseña, y por su puesto, cuando se evalúa. Esto se hizo, confrontando los referentes de fundamentación teórica, con las vivencias de los estudiantes en su experiencia escolar. Además, en los momentos de las asesorías de la formadora a los estudiantes, respecto a sus avances en el diseño de la unidad didáctica, se tuvo la oportunidad de reflexionar sobre la importancia de incluir de manera integrada, todos los contenidos formativos, a los que anteriormente se hizo referencia.

c) El hecho de que algunos estudiantes hayan cambiado sus concepciones (corresponde a las subcategorías *Finalidades de la Enseñanza de la Biología*, *Enseñanza de la Biología*, y *Aprendizaje de la Biología*) **A** o **B**, por la más evolucionada (**C**), o hayan mantenido ésta última, puede obedecer al trabajo de aplicación que realizaron durante el proceso formativo, consistente en el **diseño de una unidad didáctica** para la enseñanza de una temática de Biología, actividad en la cual los formadores del *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas* hicieron énfasis en que los contenidos que se han de enseñar, deben tener significado para los alumnos. Así, durante el proceso de formulación de las unidades didácticas la definición y organización de los objetivos, los

contenidos y las actividades fue cambiando, hasta la versión final del diseño en la que se procuró contemplar conceptos y actividades de interés para los alumnos (según las características de los sujetos a los que estaba dirigido el material) ¹⁰.

A lo largo del proceso de preparación de la unidad didáctica, se reflexionó sobre la necesidad de ponerse en el lugar de quien aprende, y de comprender los procesos cognitivos que están mediando dicho aprendizaje. Como consecuencia, el diseño del material se realizó tomando como actor central al alumno (su desarrollo cognitivo, sus necesidades, y sus concepciones) y buscando los recursos para facilitar su aprendizaje. Incluso, algunos docentes en formación implicaron elementos históricos y epistemológicos.

De igual manera, el cambio (en aproximadamente la tercera parte de los estudiantes), de concepciones **O**, **A**, y **B** (sobre el *Conocimiento Biológico Escolar*), a la concepción más compleja (**C**) o, el mantenimiento de esta última (en otra tercera parte de la población), se puede deber a que al finalizar el desarrollo del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*, se había realizado la actividad del diseño de una unidad didáctica. Durante el proceso, los futuros profesores se vieron en la necesidad de transformar el Conocimiento Biológico al que tenían acceso (principalmente el presentado en textos universitarios de Biología), con el fin de hacerlo enseñable de acuerdo con las particularidades de los sujetos a quienes estaba dirigido el material. Así, los estudiantes tuvieron la oportunidad de reflexionar sobre la diferencia existente entre el conocimiento biológico que se enseña en la Primaria o en la Secundaria y, el producido por los científicos (o incluso, el que es aprendido en la Universidad).

La evolución de las concepciones de algunos docentes en formación sobre la *Evaluación de los Aprendizajes de Biología* (de las concepciones **A** o **B**, a la **C**) también pudo estar influenciado por el diseño de la unidad didáctica. La

¹⁰ En la etapa de obtención de datos, se tuvo acceso a la información correspondiente al proceso de diseño de la unidad didáctica (grabando las discusiones al interior de los grupos de trabajo, la asesoría por parte de la formadora, y la sustentación del diseño; y adquiriendo las producciones escritas de los estudiantes), además, se transcribió toda la información al respecto. Sin embargo, en el presente informe no se muestran dichos datos.

evaluación planteada por estos estudiantes en las primeras versiones de dicho material principalmente era sumativa, y de indagación de datos. Mediante las reflexiones en el transcurso del proceso, los futuros profesores vieron la necesidad de proponer actividades que implicaran más a los alumnos en la autorregulación del aprendizaje, de una manera constante.

En concordancia con lo anterior, cabe resaltar que actividades como el diseño de una unidad didáctica, resultan deseables en la formación inicial del profesorado, toda vez que posibilitan la integración de saberes, y la construcción de Conocimiento Profesional, a partir de las interrelaciones entre la teoría y la práctica, tomando como base un problema de la enseñanza. A propósito:

Los problemas prácticos sólo tienen resolución en la práctica y los planteamientos teóricos nos ayudan a comprender las situaciones prácticas, pero en ningún caso indican cómo resolverlas [...] Pero a su vez, no es lo mismo abordar los retos de la práctica ateóricamente, con la inercia de la experiencia no reflexiva, que abordarlos con conocimiento teórico elaborado, elaboración que precisa a su vez el conocimiento de la práctica. (Angulo, Barquín, y Pérez-Gómez, 1999: 7,8).

En el mismo sentido, Furió y Gil-Pérez (1989), y Gil-Pérez, Carrascosa, y Martínez-Terrades (2000), resaltan, que en la formación del profesorado es necesario tomar como elemento articulador el tratamiento de problemas específicos de la enseñanza aprendizaje de las Ciencias.

En general, la incidencia favorable del proceso formativo, al interior del desarrollo del *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas*, y del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*, en la evolución de las concepciones didácticas de los estudiantes, se pueden contrastar con los resultados del estudio longitudinal de Lederman, Ges-Newsome, y Latz (1994). En dicha investigación con doce futuros profesores de Ciencias (siete de Biología), se evidenció que el proceso formativo (al interior de cuatro cursos de enseñanza de las ciencias), contribuyó a que al final del desarrollo de los cursos los estudiantes tuvieran una representación más integral de la estructura de los conocimientos biológico, y pedagógico.

Los elementos que se acaban de presentar, pretenden explicar los aspectos formativos que han podido favorecer la evolución de las concepciones didácticas de los estudiantes, o la conservación de aquellas concepciones con mayor nivel de complejidad (C). Sin embargo, en algunos pocos casos, las concepciones cambiaron de un nivel de mayor evolución, a uno de menor (un estudiante en lo referente a los *Componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico*, cinco respecto a las *Finalidades de la Enseñanza de la Biología*, uno en relación con la *Enseñanza de la Biología*, uno en lo atinente al *Conocimiento Biológico Escolar*, y uno respecto al *Aprendizaje de la Biología*).

Al respecto, resulta inapropiado atribuir la causa al proceso formativo vivido al interior del *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas*, y del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*. Esto, dado que en las observaciones realizadas no se detectó un tratamiento diferenciado, por parte de los formadores, puntualmente frente a algunos estudiantes que pudiera haber provocado obstáculos en su aprendizaje profesional. Además, todos ellos los docentes en formación estaban compartiendo una misma dinámica formativa.

Una posible explicación de los resultados sobre los pocos casos en que se visualiza una “involución” en las concepciones didácticas puede ser de orden metodológico, teniendo en cuenta que la presente investigación se soporta fundamentalmente en las declaraciones de los estudiantes al responder las preguntas del cuestionario, para la aplicación en la fase final del proceso formativo, algunos estudiantes manifestaron tener prisa, y de hecho le dedicaron poco tiempo a responder. Esto pudo ocasionar que algunas respuestas hubiesen sido muy simples. Por ejemplo, en el caso de las contestaciones a la pregunta referida a las *Finalidades de la enseñanza de la Biología* (ver Anexo 3), que corresponde a la categoría en la que hay mayor número de estudiantes con “involución” en sus concepciones (cinco), daba la posibilidad de que los estudiantes se limitaran a calificar la afirmación presentada en la pregunta, pero sin hacer la respectiva justificación. Precisamente, eso ocurrió con algunos de ellos, que en la aplicación inicial del cuestionario si escribieron la respectiva explicación.

La posible explicación que se está haciendo, puede reforzarse con el hecho de que para el caso de uno de los estudiantes que manifestó tener prisa en contestar el cuestionario (estudiante 21) respondió de manera muy sucinta y se evidenció “involución” en más de una de sus concepciones.

Este hecho, corrobora la pertinencia de profundizar en la presente investigación, mediante la sistematización de los otros datos obtenidos (transcripción de las dieciséis sesiones del Seminario, asesorías de los formadores a los estudiantes, reunión de los formadores, productos de los estudiantes, y entrevistas a los futuros profesores), para así poder realizar una análisis con más elementos interpretativos.

CAPÍTULO 4.

CONCLUSIONES Y PROYECCIONES DE LA INVESTIGACIÓN

En el anterior capítulo se analizaron en conjunto los resultados de las categorías de investigación *Concepciones del Conocimiento Biológico* (en el apartado 2) y *Concepciones del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico* (en el apartado 4), a partir de lo encontrado en las respectivas subcategorías. Para hacer el análisis de las concepciones y de sus cambios (al comparar los resultados en los dos momentos formativos), se contrastaron los resultados con los correspondientes referentes teóricos y los antecedentes de otros estudios sobre las diferentes subcategorías estudiadas. En consecuencia, en este capítulo se presentan las conclusiones derivadas de la investigación.

Las conclusiones tratan de identificar las principales concepciones detectadas en los estudiantes, visualizándolas como facilitadores, o como obstáculos del aprendizaje profesional. Además, se destacan los cambios de las concepciones, o la ausencia de los mismos, teniendo como referencia la hipótesis de progresión de cada subcategoría. Se buscan explicaciones de los aspectos implicados en ello, en especial, en relación con los procesos formativos propios del *Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología*, el *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas*, el *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*, y la actividad de integración consistente en el diseño de una *unidad didáctica* para la enseñanza de una temática de la Biología, que es el contexto formativo en el cual se encuentran los estudiantes. En consecuencia, se hacen algunas reflexiones sobre las características de dicho contexto formativo.

Asimismo, en este último capítulo se presentan las proyecciones del estudio realizado. Concretamente respecto a:

- Las implicaciones de los resultados de la investigación en la formación del profesorado, especialmente en lo que concierne a la construcción del Conocimiento Profesional y del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico.
- Las perspectivas, tanto en el ámbito de la investigación, como en los procesos de formación inicial del profesorado de Ciencias en general y de Biología en particular.

1. CONCEPCIONES DISCIPLINARES Y DIDÁCTICAS DE LOS FUTUROS DOCENTES Y SU PROGRESIÓN

A continuación se presentan las conclusiones relacionadas con las **concepciones disciplinares mayoritarias al inicio del proceso formativo:**

- Predominan las *visiones empiro-positivistas* del Conocimiento Biológico, en lo que concierne al carácter universal y objetivo, a las metodologías que se utilizan para producir dicho conocimiento y a los sujetos implicados en ese proceso de producción.
- Se considera que la metodología empleada para producir el Conocimiento Biológico corresponde a una *visión fisicalista*. Es decir, fundamentalmente mediante la observación y la experimentación. Esto representa una limitación para asumir la Biología como una Ciencia autónoma, y constituye un obstáculo para la construcción del CDCB. Esta limitación se acentúa con la visión de asignar a la Biología un carácter netamente interdisciplinario.
- Se cree que el objeto de la Biología corresponde a conceptos generales tales como la vida, los organismos y la diversidad. Sin embargo, no se identifican conceptos estructurantes de esta ciencia.
- Se considera que la finalidad de la Biología no se reduce a la producción de conceptos. Destacando la trascendencia de esta ciencia en aspectos relacionados con aplicaciones y actitudes que inciden en la vida cotidiana de los sujetos. Ello constituye una ventaja para la producción de una

Biología Escolar en la que esta ciencia cobre más sentido para los alumnos.

- No se identifica una estructura del Conocimiento Biológico. En contraste, se considera que los contenidos fundamentales de la Biología corresponden a una gran cantidad de conceptos (con diversidad de niveles de complejidad: desde aspectos muy puntuales, hasta otros muy generales), o campos de esta ciencia (correspondientes a una variada gama de especificidades). No se identifican los conceptos estructurantes implicados en las características fundamentales de lo vivo. Esto constituye un inconveniente para la construcción del CDCB, dado que en el ámbito escolar es imposible abordar todos los tópicos en la Biología, por ser ésta una ciencia tan amplia. Por ello, en la enseñanza de la Biología es menester identificar los elementos estructurantes y consecuentemente con ello, organizar los contenidos de enseñanza.

En lo que atañe con las **concepciones disciplinares mayoritarias al final del proceso formativo**, los futuros docentes:

- Reconocen que la producción del Conocimiento Biológico demanda su validación mediante procesos sistemáticos por parte de una comunidad académica. En el ámbito de la profesión docente, esta concepción favorece la construcción del CDCB, por cuanto permite presentar los conocimientos científicos escolares como producto de un trabajo colectivo en contextos sociales concretos, y no de científicos en solitario. Ello, puede influenciar el tipo de actividades de enseñanza en las que, por ejemplo, se involucren a los alumnos en problemas comunes, con la participación de todos en la discusión de las situaciones y de las posibilidades de resolución.
- Consideran que el objeto de la Biología es lo vivo. En esta visión prima la comprensión de interrelaciones de los elementos (de lo vivo) que hacen posible la emergencia de características que antes no existían en dichos elementos, y que permiten la autoorganización y autorregulación del sistema viviente. Ello corresponde a una perspectiva sistémica que puede

contribuir a la integración de los elementos implicados en la construcción del CDCB.

- Consideran que la finalidad de la Biología no se limita a la producción de conceptos biológicos, sino que trasciende a la promoción de valores de admiración, conservación, y aprovechamiento de la naturaleza, de tal manera que mejore la calidad de vida de los sujetos. Esta concepción se corresponde con una Biología menos teórica y más de vivencia, dado que se acerca a la cotidianidad de las personas, y a las relaciones con la sociedad. Ello, constituye un elemento favorable para la enseñanza-aprendizaje significativa de esta ciencia.
- No identifican una estructura definida de los conceptos biológicos ni de los campos de estudio de esta ciencia. Lo cual representa una dificultad en la formulación de objetivos, y en la organización de contenidos y actividades para la enseñanza de la Biología.

En relación con las **concepciones disciplinares minoritarias al inicio del proceso formativo** se encontró:

- El considerar que una característica del Conocimiento Biológico es su naturaleza cambiante. El hecho de que la mayoría de estudiantes no piensen esto, representa una dificultad para la construcción del CDCB, dado que no asignarle un carácter evolutivo a este conocimiento corresponde a una visión deformada de la ciencia.
- El identificar como objeto de la Biología los sistemas vivos.

En cuanto a las **concepciones disciplinares minoritarias al final del proceso formativo**:

- Se le asigna a la Biología un carácter objetivo y experimental.
- Tan sólo un estudiante considera que en la Biología existen dificultades para generalizar el conocimiento en forma de leyes o teorías. Esto, debido

a las particularidades en la manera de producir el Conocimiento Biológico, dadas las características de lo vivo que conlleva limitaciones en la experimentación. Esta concepción puede favorecer la enseñanza de la Biología con características particulares que la diferencian de otras ciencias.

En lo que tiene que ver con el **cambio de las concepciones disciplinares** de los futuros profesores y las posibles causas de dichas modificaciones, se concluye que:

- Hay una evolución en las concepciones sobre el Conocimiento Biológico, en lo relativo a los sujetos que producen dicho conocimiento, y a la incidencia de las condiciones sociales. El hecho de que al finalizar el proceso formativo, la mayoría de los estudiantes consideren como condición de la producción de este conocimiento la validación por parte de una comunidad de científicos que se encuentran en condiciones sociales concretas (lo cual se corresponde con el nivel de referencia de la hipótesis de progresión), puede obedecer al abordaje de aspectos epistemológicos de la Biología, por parte de la formadora, durante el desarrollo del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*. Otro elemento a favor del cambio de esta concepción, tiene que ver con la revisión histórica y epistemológica que hicieron los estudiantes del tema escogido para el diseño de la unidad didáctica.
- Pese a la evolución mayoritaria acerca de las concepciones sobre la producción del Conocimiento Biológico, en lo que atañe a los partícipes de ese proceso, no hay cambios en las ideas respecto a la metodología que se utiliza para la producción de dicho conocimiento. En suma, ello corresponde a una evolución: de concepciones equivalentes al empirismo, a ideas que se equiparan a un empirismo moderado. A pesar de que en el *Seminario de Pedagogía y Didáctica I* se abordaron las características de la Biología como ciencia autónoma, predomina la concepción *fisicalista* referente a la manera como se produce el conocimiento científico; esto,

- puede obedecer a la imagen cultural y escolar de la Ciencia, en la que predomina la visión empiro-positivista.
- En su mayoría, ocurre una evolución en las concepciones sobre el objeto de la Biología. El hecho de que al finalizar el proceso formativo, den relevancia a lo vivo como un sistema (aproximándose al nivel de referencia de la hipótesis de progresión), puede estar relacionado con la perspectiva integradora del *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas*. En este espacio formativo, se hace énfasis en la importancia de las relaciones entre los elementos, que hacen posible la emergencia de las propiedades responsables de la autoorganización y la autorregulación de los sistemas.
 - Mayoritariamente perdura la concepción sobre las finalidades del Conocimiento Biológico (la cual se aproxima al nivel de referencia de la hipótesis de progresión). Esta favorece la construcción del CDCB, al referirse no solamente a la producción de conceptos biológicos, sino además al desarrollo de actitudes y valores. El perdurar de esta concepción durante el proceso formativo, puede estar relacionado con la aproximación que tienen los estudiantes del *Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología*, a los grupos de investigación que abordan variados problemas, los cuales en su mayoría no se ocupan de temáticas puntuales de la Biología, sino que hacen énfasis en lo que implica su enseñanza. Otro aspecto que puede estar relacionado con la concepción que predomina durante el proceso formativo, puede ser la misma naturaleza de la Biología, en cuanto a su objeto de estudio, el cual es muy cercano a la cotidianidad y vivencia del hombre, es decir: los fenómenos vivientes. Igualmente, puede tener incidencia, la divulgación que se hace, en los medios masivos de comunicación, de los diversos aspectos referentes a la Biología como los problemas de contaminación, nutrición, manipulación genética, etc.
 - En su mayoría, no se aprecia un cambio en la concepción sobre la estructura del Conocimiento Biológico, la cual es similar al nivel inicial de la hipótesis de progresión. El no identificar conceptos estructurantes representa un obstáculo para la definición de contenidos biológicos de

enseñanza en la escuela. Esto, tiene relación con la enseñanza de la Biología que se imparte en la Secundaria, en la cual se incluyen gran cantidad de contenidos. De otra parte, también puede incidir en la persistencia de la concepción, el hecho de que la comunidad científica no ha acordado hasta el momento una estructuración definida de los contenidos biológicos.

- En un grupo minoritario de docentes en formación se observa evolución en sus concepciones respecto a la estructura del Conocimiento Biológico. Así, en la fase final, identifican algunas características fundamentales de lo vivo y algunos campos esenciales de la Biología.

En lo que atañe a las **concepciones didácticas mayoritarias al inicio y al final del proceso formativo**, y su relación con la construcción del Conocimiento Profesional del profesor de Biología y, específicamente del CDCB, se concluye que:

- Se presenta una visión limitada y aditiva de los componentes del CDCB. Los estudiantes hacen énfasis en la Biología, la Pedagogía y la Didáctica, como conocimientos que requiere el profesor para saber enseñar. Esta concepción, representa un obstáculo en la construcción del Conocimiento Profesional del profesor de Biología por cuanto en la consolidación del CDCB, es menester que los docentes expliciten todos los conocimientos que consideran necesarios para enseñar Biología.
- Predomina una visión evolucionada sobre la enseñanza de la Biología, al considerar que el profesor debe propiciar un aprendizaje significativo en sus alumnos, lo cual implica: aproximar el Conocimiento Biológico a las realidades y necesidades cotidianas, tener en cuenta las características de los educandos (concepciones, intereses, experiencias, desarrollo cognitivo, necesidades) y abordar problemas e intereses que correspondan a las realidades contextuales y contemporáneas. Ello, facilita la transformación didáctica del Conocimiento Biológico, acercándolo a la realidad del alumno. Lo cual implica, complejizar el conocimiento cotidiano del

educando, mediante la integración de elementos del Conocimiento Biológico y de otros conocimientos que confluyen en el aula.

- La enseñanza de la Biología se centra en el proceso de aprendizaje del alumno. En consecuencia, es necesario tener un conocimiento de los procesos cognitivos implicados en el aprendizaje y organizar los objetivos, los contenidos y las actividades de enseñanza, de manera tal que se favorezca la motivación intrínseca y el desarrollo de las capacidades metacognitivas del educando. Ello está enfocado a que el alumno autorregule su proceso de aprendizaje. Esta concepción didáctica es relevante para la construcción del CDCB, dado que no reduce la enseñanza de la Biología a la lógica disciplinar, ni a los programas curriculares prescritos. Por el contrario, hace énfasis en las características de quien aprende. Esto favorece la integración de los conocimientos biológico, pedagógico, y didáctico.
- Se considera que la enseñanza de la Biología no ha de limitarse a los contenidos conceptuales, sino que debe trascender al desarrollo de valores y actitudes orientadas a que el sujeto disfrute de una vida saludable y contribuya a la conservación y utilización adecuada de los recursos naturales. Esto concuerda con las concepciones mayoritarias sobre las finalidades de la enseñanza de la Biología, en el sentido, de propiciar en la escuela el aprendizaje de contenidos conceptuales y actitudinales que le permitan al alumno conocer el mundo natural que está a su alrededor y, aplicar dicho conocimiento para mejorar su calidad de vida. De igual manera, esta concepción es coherente con la idea mayoritaria de los estudiantes sobre las finalidades del Conocimiento Biológico.
- Se cree que el Conocimiento Biológico producido por los científicos posee características diferentes del Conocimiento Biológico que se enseña en la escuela. De igual forma, se considera que hay necesidad de hacer modificaciones, de diferente índole, al Conocimiento Biológico (simplificaciones, selecciones, aproximaciones, o transformaciones) para hacerlo enseñable en el aula. Esta concepción es relevante en la construcción del CDCB, al considerar que el profesor debe contar con un Conocimiento Profesional tal que le permita, identificar las diferencias

existentes entre los conocimientos que confluyen en la escuela, y transformarlos e integrarlos para hacer posible la producción de la *Biología Escolar*, es decir: el Conocimiento Biológico Escolar.

En lo que tiene que ver con las **concepciones didácticas minoritarias al inicio del proceso formativo**, los futuros docentes:

- Identifican como único componente del Conocimiento Didáctico Contenido Biológico, el saber disciplinar.
- No consideran que la principal finalidad de la enseñanza de la Biología sea preparar a los alumnos para aprobar los exámenes. Sin embargo no plantean alternativas en cuanto a dichos propósitos.
- Creen que la enseñanza de la Biología debe trascender la explicación por parte del profesor. Sin embargo, no plantean las características de dicha enseñanza.
- Homologan el Conocimiento Biológico con el Conocimiento Biológico Escolar. Esto significa que al enseñar Biología no es necesario hacer transformaciones en los conocimientos que confluyen en el aula, lo cual representa un obstáculo para el desarrollo del CDCB.
- Consideran que el aprendizaje se logra mediante la observación o al atender las explicaciones del profesor. Esto, independientemente de las ideas que posea el alumno.

Respecto a las **concepciones didácticas minoritarias al final del proceso formativo**:

- Tan sólo un estudiante hace referencia al conocimiento que requiere el profesor para transformar de manera didáctica el conocimiento científico.
- No se considera como principal propósito de la enseñanza de la Biología en la escuela el preparar a los alumnos para aprobar exámenes, pero

tampoco se contemplan de manera explícita las finalidades de dicha enseñanza.

- Se considera que la enseñanza de la Biología consiste en la mera explicación por parte del profesor y la realización de actividades teórico-prácticas.
- Se cree que el Conocimiento Biológico no difiere del Conocimiento Biológico Escolar.
- Se considera que aprender Biología implica tener en cuenta las características del alumno, incluidas sus concepciones, las cuales se eliminan o reemplazan por los conceptos científicos.
- Se asume que la evaluación de los aprendizajes no es posible con la sola indagación mediante preguntas. Sin embargo, no se profundiza en las implicaciones de la evaluación en lo que se refiere a los propósitos, la función en el proceso de enseñanza-aprendizaje y los actores que intervienen.

Las conclusiones relacionadas con el **cambio de concepciones didácticas** y las posibles causas de dichas modificaciones o de la ausencia de las mismas, son las siguientes:

- Mayoritariamente, no se modifica la concepción sobre los componentes del CDCB (la cual corresponde a un nivel intermedio de la hipótesis de progresión). Pese a la perspectiva integradora del *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas*, en ninguno de los momentos del proceso formativo los estudiantes se refieren a los diferentes conocimientos que requiere el profesor de Biología para enseñar, y menos aún, a sus correspondientes interrelaciones. Como ya se dijo, en su mayoría, los estudiantes poseen una visión aditiva de esos componentes (Biología, Pedagogía y Didáctica).

Una posible explicación de esta concepción, es la perspectiva desagregada y analítica de la educación formal, en la que han vivido los futuros profesores (asignaturas aisladas). De otra parte, la línea de investigación

sobre el Conocimiento Profesional del profesor es emergente (surge a mediados de la década de los ochenta), predominando la representación social de que para enseñar, basta con que el profesor sepa la disciplina específica, unas técnicas de enseñanza, y alguna experiencia docente.

- La concepción sobre las finalidades de la enseñanza de la Biología se mantiene mayoritariamente, aproximándose al nivel de referencia de la hipótesis de progresión. El hecho de que la mayoría de los estudiantes consideren en las dos fases del proceso formativo que en la escuela se debe enseñar Biología para que el alumno aplique el conocimiento a su vida cotidiana, conociendo, valorando, conservando y utilizando los recursos naturales, puede obedecer a diversas causas. En lo que compete al *Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología*, los estudiantes realizan desde el primer semestre prácticas educativas en las que reflexionan sobre experiencias en enseñanza de la Biología e interactúan con alumnos de Primaria y Secundaria al enseñar algunos conceptos biológicos. En estas prácticas, evidencian la importancia de trascender la mera enseñanza de conceptos puntuales de Biología.
- Mayoritariamente se conserva la visión más evolucionada de la enseñanza de la Biología, según la cual ésta se centra en el proceso de aprendizaje, teniendo en cuenta, especialmente, las características del alumno. Esta concepción puede estar relacionada con las prácticas que realizan los docentes en formación en el *Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología* en los espacios que preceden el *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas*, en las cuales se hace una aproximación a las realidades educativas y a la enseñanza de la Biología.
- La concepción sobre las diferencias entre el Conocimiento Biológico (el producido por los científicos) y el Biológico Escolar (el que se enseña en la escuela) y sobre las transformaciones que se requieren para hacer posible la producción de la Biología Escolar, se mantiene en la mayor parte de los estudiantes, en un nivel que se aproxima al de referencia de la hipótesis de progresión.

- En su mayoría se mantiene una concepción evolucionada sobre el aprendizaje de la Biología, al considerar que implica la transformación de las ideas de los alumnos.
- La concepción sobre la evaluación de los aprendizajes se mantiene en la mayoría de estudiantes (dicha concepción se aproxima al nivel de referencia de la hipótesis de progresión). En los otros casos, se produce una evolución. El hecho de involucrar en la evaluación contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, puede estar influenciado por la perspectiva integradora del *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas*, que hace énfasis en tener en cuenta los diferentes elementos y sus relaciones. De otra parte, en el *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*, y en el diseño de la unidad didáctica, se abordó la evaluación como contenido formativo. Pese a la evolución de las concepciones, en la fase final ningún estudiante contempló la autoevaluación, la cual tiene relevancia en los procesos de autorregulación del aprendizaje.
- Las concepciones de algunos estudiantes acerca del Conocimiento Biológico Escolar evolucionan de un nivel similar al inicial de la hipótesis de progresión, hasta un nivel próximo al de referencia. Este cambio puede estar relacionado con los contenidos formativos abordados en el *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*, respecto al aula de clase como un sistema, y a las transformaciones que se deben hacer al Conocimiento Científico cuando se enseña en la escuela. Otro aspecto que ha podido favorecer la evolución de estas concepciones es la actividad realizada por los estudiantes, consistente en el diseño de una unidad didáctica para la enseñanza de una temática de la Biología. Al realizar el ejercicio, los futuros profesores tienen que hacer una revisión de los conceptos biológicos implicados, y evidenciar la diferencia entre este conocimiento y el que circula en la escuela. Además, seleccionan y secuencian los contenidos, y proponen actividades para hacer enseñable los conceptos a los alumnos de Secundaria.
- Hay evolución en las concepciones sobre la enseñanza de la Biología (aproximándose al nivel de referencia de la hipótesis de progresión), en

cerca de la tercera parte de los estudiantes. Los estudiantes que en la fase inicial del proceso formativo reducen este proceso, a la explicación por parte del profesor, en la fase final hacen prioridad en las características de los alumnos y de los procesos cognitivos implicados en el aprendizaje. Este cambio puede relacionarse con las discusiones realizadas en el *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*, acerca de la enseñanza y del aprendizaje. Otro aspecto que puede favorecer esta evolución, es el diseño de la unidad didáctica por parte de los estudiantes, dado que los futuros profesores al organizar los contenidos y actividades de enseñanza, reflexionaron sobre los procesos cognitivos que demanda el aprendizaje.

- Tras el proceso formativo, se presenta una evolución de las concepciones sobre el aprendizaje, en cerca de la mitad de los estudiantes. Ellos, en la fase final asignan un protagonismo al rol de las concepciones y sus transformaciones en el proceso del aprendizaje. En contraste, en la fase inicial consideran que el aprendizaje se produce por transferencia directa desde el objeto de enseñanza, o de las explicaciones del profesor, a la mente del alumno. Esta evolución, se puede explicar por la influencia del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*, y del diseño de una unidad didáctica, en el cual propusieron actividades para indagar las ideas de los alumnos.
- En algunos casos minoritarios, unas concepciones se modificaron de un grado de mayor complejidad (próximo al nivel de referencia de la hipótesis de progresión, o intermedio entre este y el nivel inicial), a otro de menor (similar al nivel inicial de la hipótesis de progresión, o intermedio entre este y el nivel de referencia), especialmente en lo relacionado con las finalidades de la enseñanza de la Biología. Tal y como se discutió en el anterior capítulo, puede deberse a aspectos de orden metodológico (concretamente a la prisa de algunos estudiantes en el momento de responder el cuestionario en la fase final).

La Tabla 4.1. sintetiza las concepciones mayoritarias y las tendencias en la progresión de las mismas. Se recuerda que la concepción **A** está próxima al nivel

inicial de la hipótesis de progresión, mientras que la **C** lo es al nivel final, y la concepción **B** se sitúa en un nivel intermedio.

Tabla 4.1. Progresión de las concepciones mayoritarias sobre el Conocimiento Biológico y el CDCB

CONOCIMIENTO BIOLÓGICO	
SUBCATEGORÍAS	TENDENCIA PROGRESIÓN CONCEPCIONES MAYORITARIAS
<i>Características</i>	Enfoque fisicalista (A) → Enfoque sistémico y complejo (C)
<i>Producción</i>	Visión empiro-positivista (A) → Visión alternativa (C)
<i>Finalidades</i>	Visión integradora (C) → Visión integradora (C) Visión naturalista (A)
<i>Contenidos</i>	Enfoque estructural-sistémico (C) Enfoque aditivo-simplista (A) → Enfoque aditivo-simplista (A)
CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO BIOLÓGICO	
SUBCATEGORÍAS	TENDENCIA PROGRESIÓN CONCEPCIONES MAYORITARIAS
<i>Componentes</i>	Perspectiva integradora (C) Concepción aditiva (B) → Concepción aditiva (B) Reduccionismo biológico (A)
<i>Finalidades de la enseñanza de la Biología</i>	P. significativa-sistémica (C) → P. significativa-sistémica (C) Perspectiva academicista (A)
<i>Enseñanza de la Biología</i>	Como construcción (C) → Como construcción (C) Como transmisión (A) → Como construcción (C)
<i>Conocimiento Biológico Escolar</i>	P. integradora-transformadora (C) → P. integradora-transformadora (C) P. no simplificadora (B) → P. integradora-transformadora (C) Perspectiva simplificadora (A) → P. integradora-transformadora (C)
<i>Aprendizaje de la Biología.</i>	Constructivo-significativo (C) → Constructivo-significativo (C) Por eliminación → Constructivo-significativo (C) Directo (A) → Constructivo-significativo (C)
<i>Evaluación de los aprendizajes de la Biología.</i>	Constructiva (C) → Constructiva (C) Sumativa y de control (A)

Las concepciones estudiadas evolucionan de manera diferente. Así, hay menos evolución en el caso de las concepciones disciplinares, especialmente en lo

que atañe a la falta de estructuración del Conocimiento Biológico, y a la perspectiva fisicalista de la Biología, en lo que tiene que ver con la metodología de producción de dicho conocimiento. En consecuencia se hace necesario implicar la epistemología de la Biología como contenido en la formación inicial de docentes.

En contraste, las concepciones didácticas presentan una mayor progresión y de inicio presentan concepciones más evolucionadas. Esto puede obedecer al enfoque sistémico, teórico-práctico, reflexivo, crítico y complejo del *Proyecto Curricular de Licenciatura*, al igual que del *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas*. Además, los elementos formativos del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I* abordan la importancia de transformar el Conocimiento Biológico cuando se enseña, desde una perspectiva constructivista en la que cobran protagonismo las características de los alumnos y su contexto. Un factor que puede contribuir a la evolución de las concepciones didácticas es el ejercicio desarrollado por los docentes en formación, consistente en el diseño de una unidad didáctica de una temática de Biología, en el cual proponen objetivos, y organizan contenidos y actividades de enseñanza. Todo parece indicar que los obstáculos epistemológicos son más potentes que los de carácter psico-didáctico.

2. IMPLICACIONES EN LA FORMACIÓN DOCENTE

Las conclusiones derivadas del análisis de los resultados de la presente investigación, concretamente en lo que concierne a la formación de profesores de Biología y, más específicamente, en lo que atañe a la construcción del Conocimiento Profesional y del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB) hacen referencia a los siguientes aspectos:

- a) Hacer explícito en los futuros profesores, las concepciones y características implicadas en la construcción del CDCB.
- b) Incluir algunos elementos formativos que favorecen la construcción del CDCB.

c) Desarrollar en los docentes en formación competencias básicas requeridas para la construcción del CDCB.

a) En la formación inicial del profesorado de Biología es deseable la construcción del CDCB. Para ello, se requiere hacer explícito en los procesos formativos:

- Los referentes que tiene el futuro profesor acerca de lo que debe saber un docente para enseñar Biología. Es decir, sus concepciones sobre los componentes del CDCB. En la formación inicial de docentes se requiere activar las concepciones del estudiante, para poder generar los cambios cognitivos, procedimentales y actitudinales, implicados en el aprendizaje profesional.
- Las concepciones del docente en formación acerca de la Ciencia y de la Biología. Además de la activación de dichas concepciones, se requiere contrastarlas con las de sus compañeros y con los referentes teóricos.
- Los conocimientos que intervienen en el CDCB. Lo cual es indispensable para facilitar la integración de los mismos. Es decir, no basta con suponerlos, sino que es necesario hacer consciente al futuro profesor de la complejidad que representa la construcción del Conocimiento Profesional.
- El equilibrio entre las fuentes académica y experiencial de los conocimientos que confluyen en la construcción del CDCB. Generalmente se le asigna mayor importancia a la formación adquirida en las instituciones de educación formal, subvalorando el conocimiento que construye el profesor mediante su experiencia. Resulta necesario visualizar al docente como un sujeto de conocimiento.
- Las finalidades de la enseñanza de la Biología. Este elemento es decisivo en la formulación de objetivos, en el enfoque de las actividades de enseñanza y en la organización de los contenidos.
- Las diferencias entre el Conocimiento Biológico, el conocimiento cotidiano del alumno sobre la Biología y el Conocimiento Escolar de la

Biología. Esto es relevante para hacer posible la transformación didáctica de los contenidos.

b) Para favorecer la construcción del CDCB, es pertinente incluir como contenidos formativos:

- Los componentes del CDCB. Es importante que en la formación docente se identifiquen los conocimientos que confluyen en la construcción del Conocimiento Profesional. De igual forma, es relevante que como parte de los contenidos formativos se incluya las características de las diferentes fuentes de los contenidos implicados en la construcción del CDCB; es decir, la fuente académica y la fuente experiencial.
- Las características históricas y epistemológicas de la Biología. Para la construcción del CDCB, resulta prioritario que el futuro profesor comprenda la naturaleza del Conocimiento Biológico que hace de la Biología una ciencia autónoma. Esto tiene implicaciones principalmente en la manera de presentar los contenidos y en el enfoque de los trabajos prácticos, dadas las peculiaridades de la producción del Conocimiento Biológico.
- El análisis de los aspectos epistemológicos e históricos de los conceptos biológicos que se pretenden enseñar, en aras a identificar los obstáculos que se tuvieron que superar a lo largo de su producción (los cuales pueden llegar a constituir obstáculos de aprendizaje), e igualmente, a identificar conceptos estructurantes. Además, esto contribuye a comprender que en la producción del Conocimiento Biológico influyen diferentes factores, intereses y condiciones de carácter social, personal, económico, y político.
- La estructura del Conocimiento Biológico. Es oportuno conocer los conceptos estructurantes de la Biología para, consecuentemente, organizar los contenidos de enseñanza. Esto dada la dificultad de abordar los temas de enseñanza en una ciencia tan amplia como esta.

- Los propósitos de la Biología. Por la naturaleza de esta ciencia, sus fines no se limitan a la producción de conceptos, sino que trasciende a aplicaciones relacionadas con la vida cotidiana de los alumnos, y tienen una incidencia en la sociedad y el ambiente, la mayoría de las veces con implicaciones bioéticas. Todo esto conlleva repercusiones en la formulación de los objetivos y en la organización de los contenidos y las actividades de enseñanza.
- La manera de detectar, describir, analizar y utilizar las concepciones de los alumnos sobre diferentes conceptos biológicos.
- La evaluación, entendida como elemento regulador del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Los procesos cognitivos implicados en el aprendizaje, lo cual conlleva a enfocar la enseñanza, en las características del alumno.
- Las características del Conocimiento Biológico Escolar (Biología Escolar), y la manera como se produce a partir de la transformación didáctica de diferentes tipos de conocimiento (principalmente el biológico y el cotidiano del alumno).

c) Para la construcción del CDCB por parte de los futuros profesores, es importante desarrollar en ellos:

- Capacidades metacognitivas que posibiliten el análisis y la autorregulación del proceso de integración y transformación de conocimientos, en la construcción del CDCB.
- Pensamiento sistémico y complejo para facilitar el establecimiento de interrelaciones entre los diferentes tipos y fuentes de conocimientos implicados en la construcción del CDCB.
- Capacidad de reflexión crítica de las prácticas pedagógicas, de tal forma que contribuya a identificar los obstáculos y los propiciadores en la construcción de CDCB.

3. PERSPECTIVAS DE LA INVESTIGACIÓN

Se pretende que de la presente investigación deriven acciones, tanto en el ámbito de la investigación, como de la formación del profesorado. A continuación se enuncian las perspectivas en cada uno de estos ámbitos.

Dado que el presente informe muestra resultados basados fundamentalmente en los datos obtenidos a partir de los cuestionarios aplicados a los docentes en formación, al iniciar y finalizar el desarrollo del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*, los resultados tienen en cuenta únicamente el nivel declarativo. Se requiere pues, triangular esos datos con los provenientes de otras fuentes de información (observación de las dieciséis sesiones del Seminario, entrevistas a los docentes en formación, producciones escritas de los estudiantes - especialmente el diseño de Unidades Didácticas-, entrevistas a la formadora, y registro de las reuniones del equipo de formadores). Dichos datos, como ya se ha indicado en el segundo capítulo, han sido transcritos en su totalidad por el investigador. En ese orden de ideas se propone:

- Sistematizar los datos obtenidos a partir de las observaciones del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I* del Eje Curricular *Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas* del *Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología* durante el primer semestre de 2004.
- Sistematizar los datos obtenidos a partir las unidades didácticas de Biología propuestas por futuros profesores en el contexto del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I* del Eje Curricular *Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas* del *Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología* durante el primer semestre de 2004.
- Establecer la progresión de las concepciones de los futuros profesores sobre el Conocimiento Profesional del profesor, y el CDCB durante el proceso formativo del *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*.
- Derivar implicaciones de carácter formativo, a partir del análisis de las concepciones de los futuros docentes sobre el Conocimiento Profesional del profesor de Biología, y el CDCB.

Sistematizar los datos correspondientes a las fuentes de información que no se analizaron en la presente investigación, robustece el proceso de triangulación, permitiendo enriquecer los resultados y brindar más elementos que contribuyan en la producción del Conocimiento Profesional del profesor de Biología, y más concretamente, del CDCB.

- Vincular a dicho proceso de sistematización a los futuros profesores que formaron parte de la muestra de estudio.

La vinculación de estos estudiantes es relevante en dos sentidos. Por una parte constituyen una destacada fuente de triangulación por cuanto posibilita contrastar los resultados. De otra parte, el proceso de sistematización de datos, con el consecuente análisis de concepciones, aporta elementos para su formación profesional. En este último sentido, resulta relevante que sean los propios docentes (en este caso en formación inicial) quienes hagan evidentes, reflexionen y transformen los diversos componentes del Conocimiento Profesional, tanto los de carácter netamente académico, como las concepciones que ellos mismos tienen al respecto.

Así pues, lo deseable es que se conciencien de que están construyendo un Conocimiento Profesional propio y particular, producto de la integración y transformación de saberes de distinta índole. Además, que se asuman como sujetos de conocimiento, es decir, con estatus de productores de conocimiento.

- Identificar los elementos formativos en el Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia), concretamente en el *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*, que promueven la construcción de Conocimiento Profesional del profesor de Biología y un CDCB.

Igualmente, se pueden realizar investigaciones en el contexto formativo del *Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología*, tendentes a:

- Caracterizar y analizar los elementos formativos del Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología que contribuyen a la construcción del Conocimiento Profesional del profesor de Biología, y en particular del CDCB.

Otro nivel de investigación tiene que ver con el Conocimiento Profesional del profesor de Ciencias en general, y en particular del profesor de Biología. Al respecto, algunas de las investigaciones que se pueden realizar están relacionadas con:

- Describir y analizar las concepciones de los docentes en formación inicial y en ejercicio acerca del Conocimiento Profesional que identifica a los profesores de Ciencias Naturales en general y de la Biología, la Química y la Física en particular.
- Activar, contrastar, confrontar y reestructurar las concepciones de los docentes en formación (inicial o permanente) acerca del Conocimiento Profesional del profesor de Ciencias.
- Promover, en la práctica, la integración y transformación de los diferentes componentes constituyentes del Conocimiento Profesional del profesor de Ciencias.
- Formular, desarrollar, y evaluar estrategias formativas que contribuyan a la construcción de Conocimiento Profesional del profesor de Ciencias.
- Describir y analizar procesos formativos en relación con la construcción del Conocimiento Profesional del profesor de Ciencias.

Por lo que respecta a la formación inicial del profesorado, teniendo en cuenta que el investigador del presente estudio forma parte del equipo de formadores del *Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología* de la Universidad Pedagógica Nacional (Bogotá, Colombia), los resultados aquí presentados pueden tener incidencia en aspectos tales como:

- Aportar elementos en el *Ambiente de Formación de Pedagogía y Didáctica*, en lo que atañe tanto a la revisión de la organización de objetivos, contenidos y actividades formativas en los Seminarios del *Ciclo de Fundamentación*, como en la práctica docente.
- Proponer actividades en los diferentes *Ejes Curriculares*, tendientes a la integración de saberes y a la construcción del Conocimiento Profesional del profesor de Biología, y concretamente del CDCB.
- Reestructurar el *Seminario de Pedagogía y Didáctica I*, haciendo énfasis en las relaciones entre los diferentes tipos de conocimiento (en especial el biológico y el cotidiano) involucrados en la construcción de la Biología Escolar, mediante la transformación didáctica. De igual manera, indagando las ideas de los futuros profesores acerca del Conocimiento Profesional del profesor de Biología (constituyentes y naturaleza), y empleándolas para la construcción del mismo y del CDCB. Asimismo, abordar la discusión de los referentes históricos y epistemológicos de la Biología en general, y de los conceptos biológicos en particular, en relación con su incidencia en la enseñanza-aprendizaje.
- Hacer explícito, en los futuros profesores, el carácter formativo de la actividad integradora que realizan en el *Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas*, consistente en el diseño de una unidad didáctica para la enseñanza de una temática de la Biología. Esto, mediante una perspectiva metacognitiva en la que los estudiantes visualicen que para la enseñanza de la Biología se requiere de un Conocimiento Profesional diferenciado y no basta con tener un dominio académico de la disciplina biológica.

Finalmente, señalar que en la formación permanente del profesorado de Ciencias y de Biología, es posible diseñar y realizar actividades de actualización y cualificación, con el propósito de explorar, complejizar e integrar en los docentes, sus concepciones y conocimientos referentes al Conocimiento Profesional y al CDCB.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

ABD-EL-KHALICK, F. and LEDERMAN, N. (2000). Improving Science Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Critical Review of the Literature. *International Journal of Science Education*, 22 (7), 665-701.

ABELA, J. (2003). *Las técnicas de Análisis de Contenido: una revisión actualizada*. En: <http://www.fundacion-centra.org/pdfs/S200103.PDF> (Fecha de consulta: 20 de abril de 2005).

ANGULO, J.; BARQUÍN, J. y PÉREZ-GÓMEZ, A. (Eds.). (1999). *Desarrollo profesional del docente: Política, investigación y práctica*. Madrid: Akal.

ARNAY, J. (1997). Reflexiones para un debate sobre la construcción del conocimiento en la escuela: Hacia una cultura científica escolar. En: RODRIGO, M.J. y ARNAY, J. (Compiladores). *La construcción del conocimiento escolar*. Barcelona: Paidós. pp. 35-58.

ASTOLFI, J. (2001). *Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas. Referencias, definiciones y bibliografías de didáctica de las ciencias*. Traducción de Pablo Manzano. Sevilla: Díada.

BADILLO, E. y AZCÁRATE, C. (2002). Conocimiento profesional del profesor de Matemática: integración del Conocimiento del Contenido Matemático y el Conocimiento Didáctico del Contenido. En: PERAFÁN, A. y ADÚRIZ-BRAVO, A. *Pensamiento y Conocimiento de los profesores. Debate y perspectivas internacionales*. Bogotá: Gaia. pp. 101-116.

BALLENILLA, F. (2003). *El practicum en la formación inicial del profesorado de Ciencias en la Enseñanza Secundaria*. Alicante: Liber libro. com

BANET, E. (2000). La enseñanza y el aprendizaje del conocimiento biológico. En: PERALES, F. y CAÑAL, P. *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy-España: Marfil.

Bibliografía

BANET, E. y AYUSO, G. (2003). Teaching of biological inheritance and evolution of living beings in secondary school. *International Journal of Science Education*, 3, 373-407.

BANET, E. y NÚÑEZ, F. (1988). Ideas de los alumnos sobre la digestión: Aspectos anatómicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1), 30-38.

BARDÍN, L. (1977). *Analyse de contenu*. Paris: Presses Universitaires de France. (Tra. cast. Análisis del contenido. Madrid: Akal, 1986).

BARRABÍN, J. y GRAU-SÁNCHEZ, R. (1996). Concepciones y dificultades comunes en la construcción del pensamiento biológico. *ALAMBIQUE Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 7, 53-63.

BARNETT, J. and HODSON, D. (2001). Pedagogical Context Knowledge: Toward a Fuller Understanding of What Good Science Teachers Know. *Science Education*, 85 (4), 426-453.

BELL, B. y FREYBERG, P. (1991). El lenguaje en la clase de ciencias. En: OSBORNE, R. y FREYBERG, P. *El aprendizaje de las ciencias. Implicaciones de las ciencias de los alumnos*. Madrid: Narcea. pp. 56-73.

BENSON, G. (1989). Epistemology and science curriculum. *Journal of Curriculum Studies*, 21 (4), 329-344.

BERNAL, J. (1998). *Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje*. Madrid: Síntesis.

BERTALANFFY, L. (1976). *Teoría General de los Sistemas. Fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. Primera edición en español. México: Fondo de Cultura Económica.

Bibliografía

BISHOP, B. and ANDERSON, C. (1990). Student conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (5), 415-427.

BLANCO, L.; MELLADO, V. y RUIZ, C. (1995). Conocimiento Didáctico del Contenido en Ciencias Experimentales y Matemáticas y Formación de Profesores. *Revista de Educación. Madrid*, 307, 427-446.

BLANDINO, G. (1964). *Problemas y teorías sobre la naturaleza de la vida. Una exposición crítica de la moderna biología teórica*. Madrid: Razón y Fe S.A.

BREM, S.; RANNEY, M. and SCHINDEL, J. (2003). Perceived consequences of evolution. College students perceive negative and social impact on evolutionary theory. *Science Education*, 87, 181-206.

BRICKHOUSE, N. (1990). Teachers' belief about the nature of science and their relationship to classroom practice. *Journal of Teacher Education*, 41 (3), 53-62.

BRITTA, C. (2002). Ecological understanding 1: ways of experiencing photosynthesis. *International Journal of Science Education*, 24 (7), 681-699.

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

BRUNER, J. (1997). *La educación puerta de la cultura*. Madrid: Visor.

BUENDÍA, L.; GONZÁLEZ, D.; GUTIÉRREZ, J. y PEGALAJAR, M. (1999). *Modelos de Análisis de la Investigación Educativa*. Sevilla: Ediciones Alfar.

BURBULES, N. and LINN, M. (1991). Science Education and Philosophy of Science: Congruence or contradiction? *International Journal of Science Education*, 13 (3), 241.

Bibliografía

BURGOS, L. (2004). *Introducción a la nueva Biología*. Bogotá: Biogénesis.

BYBEE, R. (2004). Scientific Inquiry and Science Teaching. In: FLICK, L. and LEDERMAN, N. (Eds.). *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. pp. 1-14.

CALMICHAEL, P.; DRIVER, R.; HOLDING, B.; PHILLIPS, I.; TWIGGER, D. and WATTS, M. (1990). *Research on students' conceptions in science: a bibliography*. University of Leeds.

CANGUILHEM, G. (1976). *El conocimiento de la vida*. Barcelona: Anagrama.

CANTOR, E. (2003). *Proyecto de Investigación Evaluativa del Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología*. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá. Documento inédito.

CAÑAL, P. (2004). La enseñanza de la Biología: ¿cuál es la situación actual y qué hacer para mejorarla?. *Alambique*, 41, 27-41.

CAPRA, F. (2003). *La trama de la vida. Una perspectiva de los sistemas vivos*. Quinta edición. Barcelona: Anagrama.

CARLSEN, W. (1991). Effects of New Biology Teachers' Subject-Matter Knowledge on Curricular Planning. *Science Education*, 75 (6), 631-647.

CARLSEN, W. (1993). Teacher Knowledge and Discourse Control: Quantitative Evidence From Novice Biology Teachers' Classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (5), 471-481.

CARLSEN, W. (1999). Domains of Teacher Knowledge. In: GESS-NEWSOME, J. and LEDERMAN, N. (Eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. pp. 133-144.

Bibliografía

CARR, W. (1989). *Calidad de la Enseñanza e Investigación-Acción*. Traducción de Ángel Martínez Geldhoff. Sevilla: Díada.

CARR, W. y KEMMIS, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Martínez Roca.

CARRASCO, J. y CALDERO, J. (2000). *Aprendo a Investigar en Educación*. Madrid: RIALP.

CASTAÑO, N.; CHONA, G.; PINZÓN, J.; LARA, L.; VALBUENA, E.; MARTÍNEZ, S.; LEUDO, M.; ARTETA, J.; MONCAYO, G. y HERRERA, D. (1998). Mirándonos para buscar sentido. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad Pedagógica Nacional*, 4, 11-26.

CHALMERS, A. (2000). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Traducción de José María Padilla, Pilar López y Eulalia Pérez. Madrid: Siglo veintiuno.

CHEVALLARD, Y. (1991). *La transposición didáctica: Del saber sabio al saber enseñado*. Traducción de Claudia Gilman. Argentina: Aique.

CHONA, G.; CASTAÑO, C.; ARTETA, J.; LEUDO, M.; VALENCIA, S. y MARTÍNEZ, S. (1998). Aproximación a las creencias que orientan la práctica del profesor de biología. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Pedagógica Nacional*. (Bogotá), 4, 93-104.

COLL, C. (1986). Un marco psicológico para el currículum escolar. Ponencia presentada en el Simposio sobre "Educación y Desarrollo". I.C.E. de la Universidad Autónoma de Madrid. 14, 15, 16, 17 y 18 de abril de 1986. En: COLL, C. (1990). *Aprendizaje Escolar y Construcción del conocimiento*. Barcelona: Paidós. pp. 153-175.

Bibliografía

COLL, C. (1988). Significado y sentido en el aprendizaje escolar. Reflexiones en torno al concepto de aprendizaje significativo. *Infancia y Aprendizaje*, 41, 131-142.

COLL, C. y MARTÍN, E. (1993). La evaluación del aprendizaje en el currículum escolar. En: COLL, C.; MARTÍN, E.; MAURI, T.; MIRAS, M.; ONRUBIA, J.; SOLÉ, I. y ZABALA, A. *El constructivismo en el aula*. Segunda edición. Barcelona: Graó.

COLL, C. y VALLS, E. (1992). El aprendizaje y la enseñanza de los procedimientos. En: COLL, C.; POZO, I.; SARABIA, B. y VALLS, E. *Los contenidos en la reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*. Madrid: Santillana. pp. 81-132.

COSGROVE, M. y OSBORNE, R. (1991). Modelos didácticos para cambiar las ideas de los alumnos. En: OSBORNE, R. y FREYBERG, P. *El aprendizaje de las ciencias. Implicaciones de las ciencias de los alumnos*. Madrid: Narcea. pp. 166-184.

CLEMINSON, A. (1990). Establishing an epistemological base for Science teaching in the light of contemporary notions of the nature of science and of how children learn science. *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (5), 429-255.

DAGHER, Z. y BOUJAOUDE, S. (1997). Scientific views and religious belief of college students: The case of biological evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 34 (5), 429-445.

DAGHER, Z. and BOUJAOUDE, S. (2005). Students' Perceptions of the Nature of Evolutionary Theory. *Science Education*, 89, 378-391.

DE POSADA, J. (2000). El estudio didáctico de las ideas previas. En PERALES, F. y CAÑAL, P. (Eds.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy - España: Marfil. pp. 363-388.

Bibliografía

DEL CARMEN, L. (1994). Ciencias de la naturaleza, ¿área curricular o suma de disciplinas? *Infancia y aprendizaje*, 65, 7-17.

DEMASTES, S. GOOD, R. and PEEBLES, P. (1995). Students' conceptual ecologies and the process of conceptual change in evolution. *Science Education*, 79, 637-666.

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA. (1999). *Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional. Documento inédito.

DÍAZ-GONZÁLEZ, R. (1996). ¿Son los alumnos capaces de atribuir a los microorganismos algunas transformaciones de los alimentos?. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), 143-153.

DRIVER, R. (1989). Students' conceptions and learning of science. *International Journal of Science Education*, 11 (5), 481-490.

DRIVER, R.; GUESNE. E. y TIBERGHIE, A. (1999). Las ideas de los niños y el aprendizaje de las ciencias. En: DRIVER, R.; GUESNE. E. y TIBERGHIE, A. *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Tercera reimpresión, Madrid: Morata. pp. 19-30.

DUCKWORTH, E. (1988). *Cómo tener ideas maravillosas y otros ensayos sobre cómo aprender*. Madrid: Visor y M.E.C.

DUIT, R. (2004). *Bibliography – STCSE Students' and Teachers' Conceptions and Science Education*. <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html> (Fecha de consulta: 20 de febrero de 2005).

DURÁN, A. y RIECHMANN, J. (Coordinadores). (1998). *Genes en el laboratorio y en la fábrica*. Valladolid: Trotta.

Bibliografía

DUSCHL, R. (2004). Relating history of science to learning and teaching science: using and abusing. In: FLICK, L. and LEDERMAN, N. (Eds.). *Scientific inquiry and Nature of Science. Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. pp. 319-330.

FERNÁNDEZ, J. y OLERTEGUI, N. (1996). Qué piensan los profesores acerca de cómo se debe enseñar. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 331-342.

FERNÁNDEZ, J.; MEDINA, M. y ELORTEGUI, N. (2002). La formación del profesorado de Ciencias Naturales en Secundaria, a partir de sus ideas previas. *Investigación en la escuela*. 47, 65-74.

FISHER, K. and MOODY, D. (2000). Student Misconceptions in Biology. In FISHER, K.; WANDERSEE, J. y MOODY, D. *Mapping Biology Knowledge*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. pp. 55-76.

FLAVELL, J. (1999). Cognitive development: children's knowledge about the mind. *Annual Review Psychology*, 50, 21-45.

FLICK, U. (2004). *Introducción a la investigación cualitativa*. Traducción de Tomás del Amo. Madrid: Morata.

FLICK, L. and LEDERMAN, N. (2004). *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.

FLORES, F. TOVAR, M. and GALLEGOS, L. (2003). Representation of the cell and its processes in high school students: an integrated view. *International Journal of Science Education*, 25 (2), 269-18.

Bibliografía

FREYBERG, P. y OSBORNE, R. (1991). Supuestos sobre la enseñanza y el aprendizaje. En: OSBORNE, R. y FREYBERG, P. *El aprendizaje de las ciencias. Implicaciones de las ciencias de los alumnos*. Madrid: Narcea. pp. 136-150.

FURIÓ, C. (1994). Tendencias actuales en la formación del profesorado de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 2 (2), 188-199.

FURIÓ, C.; GIL-PÉREZ, D.; PESSOA, A. y SALCEDO, L. (1992). La formación inicial del profesorado de Educación Secundaria: Papel de las didácticas específicas. *Investigación en la Escuela*, 16, 7-21.

FURIÓ, C. y GIL-PÉREZ, D. (1989). La didáctica de las ciencias en la formación inicial: una orientación y un programa teóricamente fundamentado. *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (3), 257-265.

GAGLIARDI, R. (1986). Los conceptos estructurantes en el aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), 30-35.

GAGLIARDI, R. (1988). Cómo utilizar la Historia de las Ciencias en la enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3), 291-296.

GAGLIARDI, R. y GIORDAN, A. (1986). La historia de las ciencias: Una herramienta para la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (3), 253-258.

GALINDO, R. (1998). La didáctica de las ciencias sociales desde la perspectiva de la teoría de Shulman sobre el conocimiento didáctico del contenido. Una propuesta para la formación inicial. *Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 18, 85-92.

GALLEGOS, J. (2002). *Nociones de Biología para Magisterio*. España: Grupo Editorial Universitario.

Bibliografía

GARCÍA, E. (1998a). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Díada.

GARCÍA, E. (1998b). La naturaleza del conocimiento escolar: ¿transición de lo cotidiano a lo científico o de lo simple a lo complejo?. En: RODRIGO, M.J. y ARNAY, J. (Compiladores). *La construcción del conocimiento escolar*. Barcelona: Piados. pp. 59-80.

GARCÍA, E. (1999a). La construcción del conocimiento escolar y el uso didáctico de las ideas de los alumnos. Una propuesta de hipótesis de progresión para la enseñanza de la ecología. En: KAUFMAN, M. y FUMAGALLU, L. (Compiladoras) *Enseñar ciencias naturales. Reflexiones y propuestas didácticas*. Buenos Aires, Barcelona, México: Piados. pp, 175-210.

GARCÍA, E. (1999b). Las ideas de los alumnos. *Cuadernos de Pedagogía*, 276, 58-64.

GARCÍA, J. y CUBERO, R. (2000). Constructivismo y formación inicial del profesorado. Las concepciones de los estudiantes de magisterio sobre la naturaleza y el cambio de las ideas del alumnado de primaria. *Investigación en la escuela*, 42 55-65.

GARCÍA-GARCÍA, J. (2003). *Didáctica de las Ciencias. Resolución de problemas y desarrollo de la creatividad*. Bogotá: Magisterio.

GARCÍA-CÓRDOBA, F. (2002). *El Cuestionario. Recomendaciones metodológicas para el diseño de cuestionarios*. México, D.F.: Limusa.

GARRITZ, A. y TRINIDAD-VELASCO, R. (2004). El conocimiento pedagógico del contenido. *Educación química*, 15 (2), 98-102.

GESS-NEWSOME, J. (1999). Pedagogical Content Knowledge: An introduction and orientation. In: GESS-NEWSOME, J. and LEDERMAN, N. (Eds.).

Bibliografía

Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. pp. 3-17.

GESS-NEWSOME, J. (1999). Secondary Teachers' Knowledge and beliefs about Subject Matter and their Impact on Instruction. In: GESS-NEWSOME, J. and LEDERMAN, N. (Eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education.* Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. pp. 51-94.

GESS-NEWSOME, S. and LEDERMAN, N. (1993). Preservice Biology Teachers' Knowledge Structures as a Function of Professional Teacher Education: A Year-Long Assessment. *Science Education*, 77 (1), 25-45.

GESS-NEWSOME, S. and LEDERMAN, N. (1995). Biology Teachers' Perceptions of Subject Matter Structure and its Relationship to Classroom Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (3), 301-325.

GESS-NEWSOME, S. and LEDERMAN, N. (Eds.). (2003). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education.* Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.

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

GIL-PÉREZ, D. (1994a). El currículo de ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria: ¿área o disciplinas? ¡Ni lo uno ni lo otro sino todo lo contrario! *Infancia y aprendizaje*, 65, 19-30.

GIL-PÉREZ, D. (1994b). Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico. *Investigación en la Escuela*, 23, 17-32.

Bibliografía

GIL-PÉREZ, D.; CARRASCOSA, J.; FURIÓ, C. y MARTINEZ-TORREGROSA, J. (1991). *La Enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria. Planteamientos Didácticos generales y ejemplos de aplicación en las Ciencias Físico-químicas*. Barcelona: ICE-HORSORI.

GIL-PÉREZ, D.; CARRASCOSA, J. y MARTÍNEZ-TERRADES, F. (2000). Una disciplina emergente y un campo específico de investigación. En: PERALES, F. y CAÑAL, P. (Compiladores). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil.

GIL-PÉREZ, D.; PESSOA, A.; FORTUNA, J. y AZCÁRATE, C. (1994). *Formación del Profesorado de las Ciencias y la Matemática*. Madrid: Editorial Popular.

GINER, A. y NISTAL, M. (2003). Consideraciones sobre el nuevo currículo de biología del bachillerato en Cataluña. *Alambique* 36, p. 82-87.

GIORDAN, A. (1978). *La Enseñanza de las Ciencias*. Madrid: Siglo Veintiuno de España Editores.

GIORDAN, A. (1988). *Conceptos de Biología. Tomo 2, La teoría celular, la fecundación, los cromosomas y los genes, la evolución*. Traducido por Purificación Mayoral y Manuel Crespo. Barcelona: Labor.

GIORDAN, A. y DE-VECCHI, G. (1999). *Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos*. Sevilla: Díada.

GOETZ, J. y LECOMPTE, M. (1988). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Madrid: Morata.

GROSSMAN, P. (1990). *The Making of a Teacher. Teacher Knowledge and Teacher Education*. New York: Teachers College, Columbia University.

Bibliografía

GUBA, E. y LINCOLN, Y. (1989). *Fourth Generation Evaluation*. Newbury Park, CA: Sage.

GUERRERO, M. (2003). La biología en el nuevo bachillerato. *Alambique*, 36, 76-81.

GUMMER, E. and CHAMPAGNE, A. (2004). Classroom assessment of opportunity to learn science through inquiry. In: FLICK, L.; and LEDERMAN, N. (Eds.). *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. pp. 263-298.

HALL A.; REISS, J.; REWELL C. y SCOTT A. (2003). Biología avanzada Salters-Nuffield: un nuevo curso de biología para la etapa de 16-18 años, *Alambique*.

HASHWEH, M. (1987). Effects of subject-matter knowledge in the teaching of biology and physics. *Teaching & Teacher Education*, 3 (2), 109-120.

HASLAM, F. and TREAGUST, D. (1987). Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plant using two-tier multiple choice instrument. *Journal of Biology Education*, 21, 203-211.

HAUSLEIN, P.; GOOD, R. and CUMMINS, C. (1992). Biology Content Cognitive Structure: From Science Student to Science Teacher. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (9), 939-964.

HEWSON, P. (1993). El cambio conceptual en la enseñanza de las ciencias y la formación de profesores. En: PALACIOS GÓMEZ, C.; ANSOLEAGA, D. y AJO, A. (Compiladores). *Diez años de investigación e innovación en enseñanza de las ciencias: Investigaciones financiadas por el C.I.D.E. en el decenio 1983-1993*. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia. pp. 329-351.

Bibliografía

HOFMAN, J. and WEBWE, B. (2003). The fact of evolution. Implications for science education. *Science and Education*, 12 (8), pp. 729-760.

HOLLIDAY, W. (2004). A balanced approach to science inquiry teaching. In: FLICK, L. and LEDERMAN, N. (Eds.). *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. pp. 201-218.

HOZ, R. TOMER, Y. and TAMIR, P. (1990). The relations between disciplinary and pedagogical knowledge and the length of teaching experience of biology and geography teachers. *Journal of Research in science teaching*, 27 (10), 973-985.

IMBERNÓN, F. (1998). *La formación y el desarrollo profesional del profesorado*. Cuarta edición. Barcelona: Graó.

IRWIN, A. (2000). Historical Case Studies: Teaching the Nature of Science in Context. *Science Education*, 84 (1), 5–26.

JACOB, F. (1999). *La lógica de lo viviente. Una historia de la herencia*. Traducción de Joan Senent y Rosa Soler. Barcelona: Tusquets.

JESSUP, M. y PULIDO DE CASTELLANOS, R. (1998). Los estudios de calidad de vida: Alternativa de la educación basada en la investigación. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad Pedagógica Nacional*, 4, 111-124.

JIMÉNEZ, M.P. (1992). Thinking about theories or thinking with theories? A classroom study with natural selection. *International Journal of Science Education*, 14 (1), 51-61.

JIMÉNEZ, M.P. (1996). La variabilidad en la descendencia: comparación de teorías explicativas. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 8, 33-41.

Bibliografía

JIMÉNEZ, M.P. (2003). La enseñanza y el aprendizaje de la biología. En: JIMÉNEZ, M.P. (Coordinadora) *Enseñar ciencias*. Barcelona: Graó. pp. 119-146.

JIMÉNEZ, M.P. y FERNÁNDEZ-PÉREZ, J. (1987). El “desconocido” artículo de Mendel y su empleo en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (3), 239-246.

JIMÉNEZ, M. P. y SANMARTÍ, N (1997). ¿Qué ciencia enseñar?: objetivos y contenidos en la Educación Secundaria, En: Del Carmen, L (Coordinador) *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*, Barcelona: Horsori editorial. pp. 17-46.

JIMÉNEZ-PÉREZ, R. y WAMBA, A. (2003). ¿Es posible el cambio en los modelos didácticos personales?: Obstáculos en profesores de Ciencias Naturales de Educación Secundaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 17 (1), 113-131.

JORBA, J. y SANMARTÍ, N. (1997). La evaluación como instrumento para mejorar el proceso de aprendizaje de las ciencias. En: DEL CARMEN, L. (Coordinador). *La Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Secundaria*. Barcelona: Horsori Editorial. pp. 155-199.

JOUBE, N. (2004). *Biología, vida y sociedad*. Madrid: Visor.

KESELMAN, A.; KAUFMAN, D. and PATEL, V. (2004). “You Can Exercise Your Way Out of HIV” and Other Stories: The Role of Biological Knowledge in Adolescents’ Evaluation of Myths. *Science Education*, 88 (4), 548-573.

KOLATA, G. (1998). *Hello, Dolly. El nacimiento del primer clon*. Barcelona: Planeta.

Bibliografía

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

LABORIT, H. (1970). *Biología y Estructura*. Caracas: Tiempo Nuevo.

LEDERMAN, J. and STEFANICH, G. (2004). Addressing disabilities in the context of inquiry and nature of science instruction. In: FLICK, L. y LEDERMAN, N. (Eds.). *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. pp. 55-74.

LEDERMAN, N. (1990). Students' Perceptions of Tentativeness in Science: Development, Use and Sources of Change. *Science Education*, 74 (2), 225-239.

LEDERMAN, N. (1992). Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (4), 331-359.

LEDERMAN, N. (1999). Teachers' Understanding of the Nature of Science and Classroom Practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (8), pp. 916-929.

LEDERMAN, N. (2004). Syntax of Nature of Science within Inquiry and Science Instruction. In: FLICK, L. and LEDERMAN, N. (Eds.). *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. pp. 301-318.

LEDERMAN, N.; GESS-NEWSOME, S. and LATZ, M. (1994). The Nature and Development of Preservice Science Teachers' Conceptions of Subject Matter and Pedagogy. *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (2), 129-146.

Bibliografía

LEDERMAN, N. and ZEIDLER, D. (1987). Science Teachers' Conceptions of the Nature of Science: Do They Really Influence Teaching Behavior?. *Science Education*, 71 (5), 721-734.

LEONARD, W. (2004). The US biology education standards, new biology curricula and results. *Journal of Biological Education*, 38 (3), 108-112.

LEUDO, M. y MARTÍNEZ, S. (2003). *El Ambiente de Formación Pedagógica del Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología*. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá. Documento inédito.

LEWIS, Y. (2004). Traits, genes, particles and information: re-visiting students' understanding of genetics. *International Journal of Science Education*, 26 (2), 195-206.

LIN, H.; HUNG, J. and HUNG, S. (2002). Using the history of science to promote students' problem-solving ability. *International Journal of Science Education*, 24 (5), 453-464.

LOMBARDI, O. (1997). La pertinencia de la historia en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (3), 343-349.

LÖTHER, J. y SENGLAUB, K. (1989). *Historia de la biología. Teoría, métodos, instituciones y biografías breves*. Barcelona: Labor.

LOUGHRAN, J.; MULHALL, P. and BERRY, A. (2004). In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41 (4), 370-391.

MAGNUSSON, S.; KRAJCIK, J. and BORKO, H. (1999). Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. In: GESS-NEWSOME, J. and LEDERMAN, N. (Eds.). *Examining Pedagogical*

Bibliografía

Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. pp. 95-132.

MANASSERO, M. y VÁZQUEZ, A. (2000). Creencias del profesorado sobre la naturaleza de la ciencia. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 37, 187–208.

MANASSERO, M. y VÁZQUEZ, A. (2001). Actitudes de estudiantes y profesorado sobre las características de los científicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (2), 255 –268.

MARCELO, C. (1999). Cómo conocen los profesores la materia que enseñan. Algunas contribuciones de la investigación sobre conocimiento didáctico del contenido. En: MONTERO, L. y VEZ, J. (Eds.). *Las didácticas específicas en la formación del profesorado*. Santiago de Compostela: Tórculo. pp. 151-185.

MARCELO, C. (2002). La investigación sobre el conocimiento de los profesores y el proceso de aprender a enseñar: Una revisión personal. En: PERAFÁN, A. y ADÚRIZ-BRAVO, A. (Compiladores). *Pensamiento y conocimiento de los profesores. Debate y perspectivas internacionales*. Bogotá: Gaia. pp. 45-60.

MARKS, R. (1990). Pedagogical content knowledge: From a mathematical case to a modified conception. *Journal of Teacher Education*, 41, 3-11.

MARTÍN, E. MATEOS, M.; PEREZ, M. y POZO, I. (2000). *Un estudio sobre las concepciones del profesorado sobre los procesos de aprendizaje de sus alumnos: Formación del profesorado y cambio conceptual*. Informe de investigación inédito presentado a la Comunidad de Madrid.

MARTÍN DEL POZO, R. (1994). *El conocimiento del cambio químico en la formación inicial del profesorado. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de los estudiantes de Magisterio*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Sevilla.

Bibliografía

MARTÍN DEL POZO, R. (2000). *Proyecto Docente*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Educación, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

MARTÍN DEL POZO, R. y PORLÁN, R. (1999). Tendencias en la formación inicial del profesorado sobre los contenidos escolares. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 35, 115-128.

MARTÍN DEL POZO, R. y RIVERO, A. (2001). Construyendo un conocimiento profesionalizado para enseñar ciencias en la educación secundaria: Los ámbitos de investigación profesional en la formación inicial del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, 63-79.

MARTÍN-MARTÍNEZ, N. (1997). *Fundamentos de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Universidad de Almería, Servicio de Publicaciones.

MARTÍNEZ, C. (2000). *Las propuestas curriculares de los profesores sobre el Conocimiento Escolar. Dos estudios de caso en el área del Conocimiento del Medio*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Sevilla.

MARTÍNEZ-GRACIA, M.; GIL-QUÍLEZ, M. and OSADA, J. (2003). Genetic engineering: a matter that requires further refinement in Spanish secondary school textbooks. *International Journal of Science Education*, 25 (9), 1148-1169.

MATEOS, M. (2001). El desarrollo del conocimiento metacognitivo. En: MATEOS, M. *Metacognición y educación*. Buenos Aires: Aique. pp. 53-67.

MATURANA, H. y VARELA, F. (2003). *El árbol del conocimiento. Las bases biológicas del entendimiento humano*. Buenos Aires: Lumen.

Bibliografía

- MAYNARD-SMITH, J. (1987). *Los problemas de la biología*. Madrid: Cátedra.
- MAYR, E. (1998). *Así es la biología*. Barcelona: Debate.
- MAYR, E. (2006). *Por qué es única la biología*. Buenos Aires: Katz.
- McDERMOTT, L. (1990). A perspective on teacher preparation in physics - other sciences: the need for special science courses for teachers. *American Journal Physics*, 58 (8), 734-742.
- MELLADO, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 289-302.
- MELLADO, V. (1998). La investigación sobre el profesorado de Ciencias Experimentales. En: BANET, E. y PRO, A. (Eds.). *Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias*. Vol. I. Lleida: Poblagràfics, S. L. pp. 272-283.
- MELLADO, V. (2001). ¿Por qué a los profesores de ciencias nos cuesta tanto cambiar nuestras concepciones y modelos didácticos? *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, 17-30.
- MELLADO, V. y CARRACEDO, D. (1993). Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (3), 331-339.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL (1994). *Ley General de Educación*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL (1998). *Decreto 272*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- MONOD, Jacques (1985). *El azar y la necesidad. Ensayo sobre la filosofía natural de la biología moderna*. Barcelona: Tusquets.

Bibliografía

MORENO, L.; LEMKOW, L. y LIZÓN, A. (1992). *Biotecnología y sociedad. Percepción y actitudes públicas*. Madrid: Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

MORIN, E. (1990). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa.

MORINE-DERSHIMER, G. and KENT, T. (1999). The Complex Nature and Sources of Teachers' Pedagogical Content Knowledge. In: GESS-NEWSOME, J. and LEDERMAN, N. (Eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. pp. 21-50.

MOSQUERA, C. y GARCÍA, A. (2000). Finalidades de la formación inicial de profesores de química. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 14, 99 -116.

NARGUIZIAN, P. (2004). Understanding the Nature of Science Through Evolution. *The Science Teacher*, 71 (9), 40-45.

NOVAK, A. and KRAJCIK, J. (2004). Using technology to support inquiry in middle school science. In: FLICK, L. y LEDERMAN, N. (Eds.). *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. pp. 75-102.

OGBORN, J.; KREES, G.; MARTINS, I. y MCGILLICUDDY, K. (2002). *Formas de explicar la enseñanza de las ciencias en Secundaria*. Traducción de Rafael Llabori de Micheo. Madrid: Aula XXI Santillana.

OSBORNE, R. y FREYBERG, P. (1991). Roles del profesor de ciencias. En: OSBORNE, R. y FREYBERG, P. *El aprendizaje de las ciencias. Implicaciones de las ciencias de los alumnos*. Madrid: Narcea. pp. 151-164.

Bibliografía

PANAGIOTA, M. y DIA, G. (2006). Pupils`Understanding of Photosynthesis: A questionnaire for the simultaneous assessment of all aspects. *International Journal of Science Education*, 18 (4) 383-403.

PARDHAN, H. and WHEELER, A. (2000). Taking “STOCK” of pedagogical content knowledge in science education. *School Science Review*, 82 (299), 81-86.

PARKINSON, J. (2004). *Improving Secondary Science Teaching*. London, New York: Routledge Falmer.

PEDRINACI, E. (1996). Por unas fructíferas relaciones entre la historia, la filosofía de la ciencia y la educación científica. *Alambique*, 8, 4-6.

PERAFÁN, A. y ADÚRIZ-BRAVO, A. (Compiladores). (2002). *Pensamiento y conocimiento de los profesores. Debate y perspectivas internacionales*. Bogotá: Gaia.

PÉREZ-GÓMEZ, A. (1991). Calidad de la enseñanza y desarrollo profesional. En: Varios autores. *Sociedad, cultura y educación. Homenaje a la memoria de Carlos Lerena Alesón*. Madrid: Centro de Investigación y Documentación Educativa. Universidad Complutense de Madrid. p.p. 367-399.

PÉREZ- GÓMEZ, A. (1992). La función y formación del profesor en la enseñanza para la comprensión. En: GIMENO, J., y PÉREZ- GÓMEZ, A. *Comprender y transformar la escuela*. Madrid: Morata.

PÉREZ-SERRANO, G. (1994a). *Investigación cualitativa retos e interrogantes. I. Métodos*. Madrid: La Muralla.

PÉREZ-SERRANO, G. (1994b). *Investigación cualitativa retos e interrogantes. II. Técnicas y análisis de datos*. Madrid: La Muralla.

Bibliografía

PETRUCCI, D. y DIBAR, M. (2001). Imagen de la ciencia en alumnos universitarios: una revisión y resultados. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (2), 217-229.

PINTÓ, R.; ALIBERAS. J. y GÓMEZ, R. (1996). Tres enfoques de la investigación sobre las concepciones alternativas. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), 221-232.

POPE, M. y GILBERT, J. (1988). La Experiencia Personal y la Construcción del conocimiento en ciencias. En: PORLÁN, R. GARCÍA, E. y CAÑAL, P. *Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias*. Sevilla: Díada. pp. 75-90.

PORLÁN, R. (1989). *Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Sevilla.

PORLÁN, R. (1993). La didáctica de las ciencias: una disciplina emergente. *Cuadernos de Pedagogía*, 210, 68-71.

PORLÁN, R. (1994). Las concepciones epistemológicas de los profesores: el caso de los estudiantes de magisterio. *Investigación en la Escuela*, 22, 67-84.

PORLÁN, R. (2003). Principios para la Formación de Profesores de Secundaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 17 (1), 23-35.

PORLÁN, R.; AZCÁRATE, P.; MARTÍN DEL POZO, R.; MARTÍN, J. y RIVERO, A. (1996). Conocimiento profesional deseable y profesores innovadores: Fundamentos y principios formativos. *Investigación en la Escuela*, 29, 23-38.

PORLÁN, R.; MARTÍN DEL POZO, R.; MARTÍN, J. y RIVERO, A. (2001). *La relación Teoría-Práctica en la formación del profesorado*. Sevilla: Díada.

Bibliografía

PORLÁN, R. y RIVERO, A. (1998). *El conocimiento de los profesores: una propuesta formativa en el área de ciencias*. Sevilla: Díada.

PORLÁN, R. RIVERO, A. y MARTÍN DEL POZO, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (2), 155-171.

PORLÁN, R. RIVERO, A. y MARTÍN DEL POZO, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, II: Estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), 271–288.

PORLÁN, R.; RIVERO, A. y MARTÍN DEL POZO, R. (2000). El conocimiento del profesorado sobre la ciencia, su enseñanza y aprendizaje. En: PERALES, F. y CAÑAL, P. (Compiladores). *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la Enseñanza de las Ciencias*. Alcoy: Marfil. pp. 507-533.

POSADA, J.; CASCANTE, C. y ARRIETA, J. (1989). *Desarrollo curricular y formación del profesorado*. Gijón: CYAN Gestión.

POSNER, G.; STRIKE, K.; HEWSON, P. y GERTZOG, W. (1988). Acomodación de un concepto científico: Hacia una teoría del cambio conceptual. En: PORLÁN, R.; GARCÍA, E. y CAÑAL, P. (Compiladores). *Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias*. Sevilla: Díada. pp. 91-114.

POSTIC, M. y DEKETELE, J. (1992). *Observar las Situaciones Educativas*. Traducción de J, García. Madrid: Narcea.

POZO, J. (1992). El aprendizaje y la enseñanza de hechos y conceptos. En: COLL, C.; POZO, I.; SARABIA, B. y VALLS, E. *Los contenidos en la reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*. Madrid: Santillana. pp. 19- 80.

Bibliografía

POZO, J. I. (1996). Las ideas del alumnado de ciencias: de dónde vienen, a dónde van ... y mientras tanto qué hacemos con ellas. *Alambique*, 7, 18-26.

POZO, J. I. y GÓMEZ CRESPO, M. (1997). ¿Qué es lo que hace difícil la comprensión de la ciencia? Algunas explicaciones y propuestas para la enseñanza. En: DEL CARMEN, L. (Coordinador). *La Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Secundaria*. Barcelona: Horsori Editorial. pp. 73-105.

POZO, J. y GÓMEZ-CRESPO, M. (2000). *Aprender a enseñar ciencia*. Segunda edición. Madrid: Morata.

POZO, J. y RODRIGO M. J. (2001). Del cambio de contenido al cambio representacional en el conocimiento conceptual. *Infancia y Aprendizaje*, 24 (4), 407-423.

POZO, J. I. y SCHEUER, N. (2000). Las concepciones sobre el aprendizaje como Teorías Implícitas. En: POZO J.I. y MONEREO C. *El aprendizaje estratégico. Enseñar a aprender desde el currículo*. Madrid: Santillana. pp. 87-108.

PRO BUENO, A. (1999). Planificación de Unidades Didácticas por los profesores: Análisis de tipos de actividades de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias* 17 (3) 411-429.

PRO BUENO, A. (2003). La construcción del conocimiento científico y los contenidos de las ciencias. En: JIMÉNEZ, M.; PEDRINACI, E. y PRO BUENO, A. *Enseñar ciencias*. Barcelona: Graó. pp. 33-54

QUEVEDO, A. (1997). *Genes en tela de juicio. Pruebas de identificación por ADN: de los laboratorios a los tribunales*. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España.

Bibliografía

RANDI, J. y CORNO, L. (1997). Los profesores como investigadores. En: Briddle, B.; Good, Th. y Goodson, I. *La enseñanza y los profesores III. La profesión de enseñar*. Barcelona: Paidós. pp. 367-399.

REYES, L. SALCEDO, L. y PERAFÁN, A. (1999). *Acciones y creencias. Tesoro Oculto del Educador. Tomo I*. Bogotá: Arfo.

REYES, L. SALCEDO, L. y PERAFÁN, A. (2001). *Acciones y creencias. Tomo IV. Análisis e Interpretación de Creencias de Docentes de Biología y Ciencias Naturales*. Bogotá: Arfo.

RIVERO, A. (1996). *La formación permanente del profesorado de Ciencias de la Educación Secundaria Obligatoria. Un estudio de caso*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Sevilla.

RODRIGO, M. J. (1994). El hombre de la calle, el científico y el alumno: ¿un solo constructivismo o tres?. *Investigación en el Escuela*. 23, 7-15.

RODRIGO, M. J. (1997). Del escenario sociocultural al constructivismo episódico: Un viaje al conocimiento escolar de la mano de las Teorías Implícitas. En RODRIGO, M. J. y ARNAY, J. (Compiladores). *La construcción del conocimiento escolar*. Barcelona: Paidós. pp. 177-191.

RODRIGO, M. J.; RODRÍGUEZ, A. y MARRERO, J. (1993). *Las teorías implícitas. Una aproximación al conocimiento cotidiano*. Madrid: Visor.

RODRIGUEZ, J. (1995). *Formación de profesores y prácticas de enseñanza. Un estudio de caso*. Universidad de Huelva.

RODRÍGUEZ-GÓMEZ, G.; GIL-FLORES, J. y GARCÍA-JIMÉNEZ, E. (1999). *Metodología de la Investigación Cualitativa*. Segunda edición, Málaga: Aljibe.

Bibliografía

SADLER, T. and ZEIDLER, D. (2004). The Morality of Socioscientific Issues: Construal and Resolution of Genetic Engineering Dilemmas. *Science Education*, 88, 4-27.

SALTIEL, E. y VIENTO, L. (1985). ¿Qué aprendemos de las semejanzas entre las ideas históricas y el razonamiento espontáneo de los estudiantes?. *Enseñanza de las Ciencias*, 3 (2), 137-144.

SÁNCHEZ M. y VALCÁRCEL, M. (1993). Diseño de Unidades Didácticas en el área de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (1), 33-44.

SANDÍN, M. (2003). *Investigación Cualitativa en Educación. Fundamentos y tradiciones*. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España.

SANMARTÍ, N. (2000). El diseño de Unidades Didácticas. En: PERALES, F. CAÑAL, P. (Compiladores). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil. pp. 239-266.

SANMARTÍ, N. (2002). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria*. Madrid: Síntesis Educación.

SARABIA, B. (1992). El aprendizaje y la enseñanza de las actitudes. En: COLL, C.; POZO, I.; SARABIA, B. y VALLS, E. *Los contenidos en la reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*. Madrid: Santillana. pp. 133-193.

SCHOLLUM, B. y OSBORNE, R. (1991). Cómo relacionar lo Nuevo con lo ya conocido. En: OSBORNE, R. y FREYBERG, P. *El aprendizaje de las ciencias. Implicaciones de las ciencias de los alumnos*. Madrid: Narcea. pp. 90-112

SCHOMMER-AIKINS, M. (2002). An evolving theoretical framework for an epistemological belief system. In: HOFFLER, B. and PRINTICH, P. (Eds.).

Bibliografía

Personal epistemological: the psychology of beliefs about knowledge and knowing. Mahway, N. Jersey: LED. 103-118.

SCHRÖDINGER, E. (2001). *¿Qué es la vida?*. Traducción de Ricardo Guerrero. 5ª edición. Barcelona: Tusquets.

SOLIS, E. y PORLÁN, R. (2003). Las concepciones de los profesores de Ciencias de Secundaria en formación inicial. ¿Obstáculo o punto de partida?. *Investigación en la Escuela*. 49, 5-22.

SEETHALER, S. (2004). Genetically modified food in perspective: an inquiry-based curriculum to help middle school students make sense of tradeoffs. *International Journal of Science Education*, 26 (14), 1765-1785.

SEGALL, A. (2004). Revisiting pedagogical content knowledge: the pedagogy of content/the content of pedagogy. *Teaching and teacher education*. 20 (6), 489-504.

SERRANO, J. (1985). *La reducción en las ciencias*. México: Trillas.

SHEPARDSON, D. (2002). Bugs, butterflies, and spiders: children's understandings about insects. *International Journal of Science Education*, 24 (6), 627-643.

SHULMAN, L. (1986a). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14.

SHULMAN, L. (1986b). Paradigms and research programs in the study of teaching: A contemporary perspective. In: WITTRICK, M. (Ed.) *Handbook of Research on Teaching*. New York: Macmillan. pp. 3-36.

Bibliografía

SINATRA, G.; SOUTHERLAND, S.; McCONAUGHY, F. and DERMASTES, J. (2003). Intentions and beliefs in students' understanding and acceptance of biological evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 510-528.

SMITH, E. y ANDERSON, C. (1995). Las plantas como productores: un estudio de caso en la enseñanza elemental de las ciencias. En: PORLÁN, R.; GARCÍA, E. y CAÑAL, P. *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Segunda edición, Sevilla: Díada.

TAMARIT, J. (1997). *Escuela Crítica y Formación Docente*. Buenos Aires: Miño y Dávila Editores.

TARDIF, M. (2004). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Traducción de Pablo Manzano. Madrid: Narcea.

TASKER, R. y FREYBERG, P. (1991). Cómo hacer frente a las interpretaciones erróneas en el aula. En: OSBORNE, R. y FREYBERG, P. *El aprendizaje de las ciencias. Implicaciones de las ciencias de los alumnos*. Madrid: Narcea. pp. 113-134.

TAYLOR, S. y BOGDAN, R. (1986). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Buenos Aires: Piadós.

THARP, J. and GALLIMORI, M. (1988). *Rising minds to life*. New York. Cambridge University Press.

THOMAZ, M.; CRUZ, M.; MARTINS, I. y CACHAPUZ, A. (1996). Concepciones de futuros profesores del primer ciclo de primaria sobre naturaleza de la ciencia: contribuciones de la formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 315-322.

THOMPSON, T. and MINTZES, J. (2002). Cognitive structure and the affective domain: on knowing and feeling in biology. *International Journal of Science Education*. 24 (6), 645-660.

Bibliografía

TOBIN, K. (1998). Issues and Trends in the Teaching of Science. In: FRASER, B. and TOBIN, K. *Handbook*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.

TROWBRIDGE, J. and WANDERSEE, J. (2003) Identifying critical junctures in learning in a college course on evolution. *Journal of Research in Science Teaching*. Vol 40, supplement pp 5140-5154.

VALBUENA, E. (2002). Formación inicial de profesores de Biología. Una propuesta desde las perspectivas del Desarrollo Humano Integral Humano y la Complejidad. En: *Memorias XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. La Laguna. pp. 147-155.

VALENCIA, S. (1989). *La Biología: ¿ciencia de la vida o ciencia de lo vivo?. Análisis de condiciones epistemológicas que hicieron posible pensar los determinantes del fenómeno vivo como el objeto de lo vivo*. Bogotá: Imprenta Universidad Pedagógica Nacional.

VALENCIA, S.; MÉNDEZ, O.; GARZÓN, P. y JIMÉNEZ-ÓMEZ, G. (2001). De la contemplación a la comprensión de los seres vivos. *Campo Abierto*, 20, 31-46.

VAN DRIEL, J.; JONG, O. and VERLOOP, N. (2002). The development of preservice chemistry teachers' pedagogical content knowledge. *Science Education*, 86 (4), 572-590.

VAN-DRIED, J.; VEAL, W. and JANSSEN, F. (2001). Pedagogical content knowledge: an integrative component within the knowledge base for teaching. *Teaching and Teacher Education*, 17 (8) 979-986.

VAN-ZEE, E.; LAY, D. and ROBERTS, D. (2003). Fostering collaborative inquiries by prospective and practicing elementary and middle school teachers. *Science Education*, 87 (4), 588-612.

Bibliografía

VAN WEELIE, D. (2002). Making biodiversity meaningful through environmental education. *International Journal of Science Education*, 24 (11), 1143-1156.

VARELA, F. (2002). *El fenómeno de la vida*. 2ª edición. Caracas, Montevideo, Santiago de Chile: Dolmen.

VÁZQUEZ, R. (2004). *Del aborto a la clonación. Principios de una bioética liberal*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.

VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M. (1.998). Dibuja un científico: imagen de los científicos en estudiantes de secundaria. *Infancia y Aprendizaje*, 81, 3-26.

VEAL, W. and KUBASKO, D. (2003). Biology and Geology Teachers' Domain-Specific Pedagogical Content Knowledge of Evolution. *Journal of Curriculum and Supervision*, 18 (4), 334-352.

VERDÚ, R.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. y OSUNA, L. (2002). Enseñar y aprender en una estructura problematizada. *Alambique*, 34, 47-55.

VICERRECTORÍA ACADÉMICA, UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL (1999). *Los ambientes de formación y sus lineamientos en el proceso de renovación e innovación curricular en la UPN*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional. Documento inédito.

WANDERSEE, J.; FISCHER, K. and MOODY, D. (2000). The Nature of Biology Knowledge. In: FISCHER, K.; WANDERSEE, J. and MOODY, D. *Mapping Biology Knowledge*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. pp. 25-37.

WANDERSEE, J.; MINTZES, J. and NOVAK, J. (1994). Research on alternative conceptions in science. In: GABEL, D. (Eds.). *Handbook of research*

Bibliografía

on science teaching and learning. New York: Simon & Shuter McMillan, pp. 177-210.

YERRICK, R., PARKE, H.; and NUGENT, J. (1997). Struggling to promote deeply rooted change: the “filtering effect” of teachers’ beliefs on understanding transformational views of teaching science. *Science Education*, 81 (2), 137-159.

ZEIDLER, D.; WALKER, K.; ACKETT, W. and SIMMONS, M. (2002). Tangled Up in Views: Beliefs in the Nature of Science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86 (3), 343–367.

ZEICHNER, K. y LISTON, D. (1999). Enseñar a reflexionar a los futuros docentes. En: ANGULO, J.; BARQUÍN, J. y PÉREZ-GÓMEZ, A. (Eds.). *Desarrollo profesional del docente: Política, investigación y práctica*. Madrid: Akal. pp. 506-532.

ZOHAR, A. and GINOSSAR, S. (1998). Lifting the Taboo Regarding Teleology and Antropomorphism in Biology Education-Heretical Suggestions. *Science Education*, 82, 679-697.

ANEXOS

ANEXO 1. ASPECTOS RELATIVOS AL SEMINARIO DE PEDAGOGÍA Y DIDÁCTICA I.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
PROYECTO CURRICULAR DE LICENCIATURA EN BIOLOGÍA
EJE CURRICULAR DINÁMICA Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS

PROGRAMA DEL SEMINARIO DE PEDAGOGÍA Y DIDÁCTICA I. I SEMESTRE DE 2004

Horario: Sesión de Seminario: Martes 7:00 – 10:00
Tutoría: Viernes 11:00 – 13:00
Plenaria: Jueves: 7:00 – 9:00

Este Seminario pretende contribuir al proceso de formación de los estudiantes teniendo en cuenta el reto que supone el trabajo de la pedagogía y la didáctica, en la perspectiva de la dinámica y el mantenimiento de los sistemas, en articulación con el trabajo sobre las particularidades de la enseñanza de la Biología: es decir, en relación con el discurso, maneras de proceder, problemas de investigación que hoy permiten considerar que la Didáctica de las Ciencias es una disciplina emergente en pleno proceso de consolidación.

Por consiguiente se busca adelantar un trabajo teórico práctico encaminado a incentivar la acción docente de la enseñanza de la biología, sobre la base de una fundamentación sólida en la cual tanto los desarrollos científicos de diferentes campos, como las actitudes y estilos de trabajo, son aspectos que inciden en la interacción escolar para viabilizar aprendizajes pertinentes.

Lo anterior tiene sentido al considerar que este Seminario:

- Aborda temas esenciales para el desempeño del docente en formación.
- De una u otra manera retoma los desarrollo alcanzados en anteriores ejes curriculares y las vivencias de cada uno de los participantes, en las diferentes experiencias educativas que ha tenido a lo largo de la vida.
- Involucra la reflexión de las comunidades de especialistas de la pedagogía y la didáctica de las ciencias experimentales, desde la perspectiva de un corpus particular –por tanto sistemático, en continuo desarrollo y en permanente interacción con otros saberes- sobre las múltiples relaciones que hacen parte del proceso de enseñanza/aprendizaje y los actores que intervienen en el proceso.
- Contempla el análisis de problemas de investigación en pedagogía y didáctica de la biología, detectados en el desarrollo de una unidad temática seleccionada por cada grupo de estudiantes y relacionada con componentes del Eje Curricular.

PROPÓSITOS GENERALES

Se pretende posibilitar que los estudiantes se involucren en la investigación de problemas de la enseñanza/aprendizaje de la biología mediante:

1. La reconstrucción y apropiación de conocimientos, metodología, actuaciones y valores, relacionados con la pedagogía y la didáctica de la biología.
2. La resignificación del papel del docente como profesional creativo, con capacidad para desarrollar innovaciones e investigaciones en enseñanza/aprendizaje de la biología.
3. La confrontación y aprendizaje colectivo a partir de la praxis, viabilizada mediante el debate y la realización de actividades prácticas.

La praxis se dinamiza durante las diferentes actividades implicadas en el proceso de preparación, aplicación y evaluación de una unidad temática por cada grupo de estudiantes, sobre un tema de biología propuesto por el grupo, para el desarrollo de un curso de educación básica. La temática debe estar relacionada con algún aspecto contemplado en el Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas.

LINEAMIENTOS TEMÁTICOS PARA EL SEMINARIO

Por su naturaleza, el trabajo propuesto se ha organizado teniendo en cuenta una secuencia temática que involucre tanto el debate como la realización de escritos en los cuales se sustenten las decisiones adoptadas en el proceso de planeación de la actividad objeto de enseñanza propuesta por el grupo de estudiantes y realizada con estudiantes de educación básica.

1. Cuestionario inicial para indagar sobre las perspectivas de los estudiantes frente al Seminario y algunas de sus explicaciones en torno a planteamientos generales relacionados con el Ambiente de Formación de Pedagogía y Didáctica.
2. Debate en torno a la naturaleza del trabajo científico, centrado en los casos de la biología y de la didáctica de las ciencias experimentales.
3. Selección de un tema base para el trabajo práctico. Justificación y establecimiento de relaciones del tema con lo social, cultural, político y ético.
4. Estudio de literatura tanto en el campo biológico, histórico y epistemológico como pedagógico y didáctico disponible sobre el tema.
5. Análisis crítico con criterios explícitos y fundamentados, de los materiales utilizados para el tratamiento del tema.
6. Diseño de una propuesta de trabajo para orientar el trabajo pedagógico y didáctico de los estudiantes de educación básica del nivel seleccionado.
 - a. Comentarios detallados tanto de las actividades propuestas como de la orientación general del tema.
 - b. Contextualización del tema en el programa del curso.
 - c. Integración de la revisión bibliográfica realizada.
 - d. Discusión científica de los contenidos.
 - e. Socialización y evaluación de la propuesta.
 - f. Revisión y ajustes como resultado de la actividad anterior.

- g. Problemas detectados en el proceso de preparación de las actividades, de tipo cognitivo, procedimental, actitudinal.
 - h. Conclusiones del proceso de diseño y presentación de la propuesta consolidada.
7. Realización de la experiencia.
 8. Problemas detectados en la aplicación de la experiencia, análisis de resultados, análisis de materiales de apoyo, enfoque presentado por los estudiantes-docentes sobre el tema, concepciones de los docentes-estudiantes y de sus alumnos.

METODOLOGÍA

Se considera la metodología del seminario alemán, en la cual uno de los participantes debe tener preparadas las lecturas, de manera que se pueda desarrollar un debate sustentado sobre el tema objeto de estudio.

El seguimiento a las actividades de evaluación grupal se realizará en la tutoría.

La presentación de los avances del trabajo de preparación del tema se realizarán teniendo en cuenta los protocolos de presentación propios de la divulgación científica y contando con el uso de ayudas audiovisuales que también serán objeto de análisis y evaluación.

EVALUACIÓN

Se prevé que este punto pueda ser acordado desde el inicio del Seminario con el grupo de estudiantes y en concordancia con los lineamientos definidos por el equipo de docentes vinculados al eje curricular.

TRANSCRIPCIÓN DE LA ENTREVISTA INICIAL A LA FORMADORA
(PROFESORA DEL SEMINARIO DE PEDAGOGÍA Y DIDÁCTICA I.)

ENTREVISTADA: Formadora
ENTREVISTADOR: Investigador
FECHA: 10 de febrero de 2004
DURACIÓN: 10 minutos.

P: Lo primero que quisiera saber es ¿cuáles son los propósitos que persigue el Seminario de Pedagogía y Didáctica I?

R: Dado el hecho que se trata de un Seminario específico en Pedagogía y Didáctica I, la idea es partir de la reflexión sobre las relaciones que se pueden establecer entre la pedagogía y la didáctica de las ciencias experimentales como disciplina científica y la biología misma. La perspectiva amplia del trabajo es que a partir de esa caracterización de la Didáctica de la Biología como una ciencia emergente en torno a una ciencia experimental, pero además con unos problemas propios de estudio y demás. Centrar a los estudiantes, para que ellos desarrollen actividades articuladas para preparar una unidad didáctica mediante resolución de problemas como investigación orientada.

P: Y ... ¿por qué escoges esa metodología de trabajo?.

R: A ver... esa metodología me parece que permite retomar elementos de varios ámbitos. La metodología de resolución de problemas como investigación orientada obliga a desarrollar una secuencia de actividades de corte analítico y de relaciones entre la epistemología, la historia del tema problema que se quiera trabajar.

Eh... por otro lado la pertinencia y su relación en el currículo en que se va a estudiar. Pero, además, permite que alrededor de la resolución de problemas se trabajen aspectos que ligan relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad, que ligan elaboración y desarrollo de proyectos, que permiten articular teoría y práctica.

Es decir, como se trata de un desarrollo a la manera como procede el método científico, no una aplicación de un protocolo. Entonces, sí sería posible, digamos como tratar de hacer una articulación de diferentes campos que tienen que ver con el trabajo y el porqué de la enseñanza de las ciencias, particularmente la biología y más para el caso de estudiantes que van a ser profesores. Ese es un argumento.

El segundo argumento es que el Proyecto Curricular está construido sobre la perspectiva de la resolución de problemas; y si bien es cierto hay un NIP¹ articulador de todo el semestre y es: si se puede considerar que en el mundo hay sistemas. Al interior de este Seminario, pues hay que desarrollar todo el trabajo correspondiente para optar en la solución del NIP del semestre, pero sobre todo para de una manera mucho más detallada debatir en torno a estrategias de resolución de problemas.

Es decir, casi que encuentro que es un momento en el que el estudiante tiene que ser un planeador de estrategias para resolver problemas y no

¹ Nip: Núcleo Integrador de Problemas.

simplemente, resolver como ha pasado en cursos anteriores. Porque él, es protagonista, por lo que hace, dirigido por el profesor. Aquí tiene que ser protagonista por lo que va a generar, me parece que puede ser una experiencia interesante en ese sentido.

O sea, estamos articulando el NIP, el hecho de que el Proyecto Curricular habla de resolver problemas, con el momento en que ya el estudiante debe ser su propio actor, para gestar propuesta al preparar una unidad didáctica.

P: ¿Y cuál es la relación de esa unidad didáctica con la posterior formulación de un proyecto pedagógico que después se proyecta a la práctica docente? Que es lo que se propone en el ambiente de formación de pedagogía y didáctica.

R: No necesariamente. Pero en principio, la idea es que a continuación de este seminario los estudiantes van a tener el Seminario de Pedagogía y Didáctica II. La perspectiva es que esto, que este semestre, alcanzamos a dejar preparado, organizado, sea objeto de puesta en práctica en una institución educativa en el nivel de Pedagogía y Didáctica II.

Ahora, que de aquí devenga el tipo de trabajo específico para las prácticas o no, tiene que ver muchísimo con el énfasis en el que el estudiante vaya a trabajar, qué tipo de actividad. Pero de todas maneras, sí creo que el tipo de habilidades cognitivas, procedimentales, e investigativas, que desarrollen aquí pueden servir. Independientemente de cualquier proyecto que asuman.

P: Entonces, parece que los estudiantes no van a ir a los colegios.

R: Parece que no. Es decir, lo que está visto, según comentábamos con los profesores del grupo, particularmente con P10², es que alcanzamos a llegar seguramente a que ellos observen cómo el profesor de un colegio, de una institución enseña el tema que ellos han seleccionado. O sea, ya tengan su preparación y puedan mirar cómo lo hace el profesor. Para tener una evidencia. Pero parece que no alcanzamos a evidenciarlo, según comentábamos, porque son solamente 16 sesiones al semestre.

P: ¿Ellos van a seleccionar un tema para proponer la unidad didáctica?

R: Tienen que buscar, digamos, por qué ese tema, cómo se articula en el currículo. No vamos a trabajar lineamientos curriculares este semestre, eso es para el próximo. Pero si, ese tema en el contexto de lo biológico, de lo epistemológico, de lo histórico, de lo didáctico. Cómo se interpreta, qué problematizaciones tiene. Digamos, como soportes para organizar la unidad didáctica.

P: ¿Y por qué van a trabajar lo epistemológico, y lo histórico del tema seleccionado?, ¿Cuál es la importancia que tu le ves de abordar estos aspectos?

R: La investigación didáctica ha mostrado que es importante conocer la disciplina que se enseña, la historia de la disciplina, la epistemología de la disciplina, como elementos de análisis que permitan entender cuál es el problema

² Profesora del Seminario de Pedagogía y Didáctica II.

central en torno a los conceptos objeto de estudio. En la perspectiva de trascender la información, y buscar evidentemente, cambios significativos a nivel de conceptos, de actitudes, de posturas, frente aquello que se conoce y una posición crítica.

Entonces, si. Ese es el punto de partida, que es contribuir a una mirada crítica frente al conocimiento, y su enseñanza, y su aprendizaje, pues toca es vivenciarlo desde allí. Por eso, creo que es importante aprovechar el Seminario para hacer confluir diferentes elementos de pensamiento.

Pienso que el trabajo de la Didáctica tiene que estar atravesado por el dominio de la disciplina, el dominio de la historia y el dominio de otros campos que estoy mencionando. Obviamente hay otros, por eso es que es interesante en un semestre que se llama *Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas*, porque no es una sola cosa, sino varias confluencias. Está el pensamiento del profesor, el pensamiento de los estudiantes, está el clima de ambiente aprendizaje, o sea, hay muchos elementos que están allí, y por lo menos tratar de encontrar panoramas es importante, ya para la generación de una propuesta.

P. Ya. Entonces, digamos que los elementos epistemológicos e históricos se van a trabajar con respecto al tema de la unidad didáctica. Cada grupo va a trabajar una unidad y va a abordar esos elementos. Pero ... digamos, en el Seminario en general, ¿cuáles son los elementos comunes que se van a trabajar?.

R: A ver... desde la perspectiva del curso yo pienso que hay algunos aspectos comunes a todos, que tienen que ver un poco con la caracterización de cuáles son las grandes líneas de investigación que tiene la didáctica de las ciencias experimentales. Vistas, en el caso de la Biología, o sea, tratando de centrar lo propio hacia qué tenemos en Biología.

Porque, entre otras cosas, no es un campo que por ejemplo en resolución de problemas se haya abordado con mayor intensidad. Pero igualmente es importante, por lo menos, que los estudiantes tengan claro qué panoramas tiene ese campo, porque si hay un bagaje básico, pues se toman las mejores decisiones. Y si ellos tienen que hacer una práctica docente, como de hecho lo tienen que hacer, y un trabajo de grado, pues es preferible que tengan la apertura no solamente desde lo que el Departamento tiene en sus líneas de investigación, sino desde lo que la disciplina. En este momento, en el mundo se ven los grandes panoramas de las líneas de investigación en didáctica.

Entonces, a horita, por ejemplo la perspectiva de la clase de hoy es entregarles dos lecturas que van a ser objeto de desarrollo en varias sesiones. Y la idea es repartir el tiempo del Seminario en una parte para ese debate en conjunto, y otra parte para el proyecto puntual para ir haciendo el seguimiento.

Entrevistador: Bueno, gracias por la información, entonces seguramente te seguiré molestando con más preguntas, más adelante.

**UNIDADES DIDÁCTICAS PROPUESTAS POR LOS FUTUROS
PROFESORES DURANTE EL PROCESO FORMATIVO.**

GRUPO DE TRABAJO	TÍTULO DE PROPUESTAS
1.	“Unidad Didáctica orientada al proceso de la fotosíntesis, en grado cuarto de Básica Primaria”
2.	“Diseño de una unidad didáctica como estrategia para el aprendizaje del patrón secretorio de la hormona de crecimiento en la dinámica del desarrollo de un organismo como el ratón. (<i>Mus musculus</i>)”
3.	“Transporte de oxígeno y su papel en la contracción muscular. Caso músculo cardíaco del hamster”
4.	“Relación de la insulina con la <i>diabetes mellitus</i> tipo I”
5.	“El sistema respiratorio en el conejo”
6.	“Propuesta de una Unidad Didáctica como material de apoyo para la enseñanza de la nutrición en plantas en estudiantes de tercer año de Básica Primaria”
7.	“Comparación de la degradación de proteínas durante el proceso digestivo del hombre y la vaca”

ANEXO 2. ASPECTOS RELATIVOS AL DISEÑO DEL CUESTIONARIO DE INDAGACIÓN DE LAS CONCEPCIONES DE LOS DOCENTES EN FORMACIÓN

CUESTIONARIO FORMULADO INICIALMENTE

CUESTIONARIO

(Diciembre de 2003, Universidad Pedagógica Nacional)

Por ÉDGAR ORLAY VALBUENA USSA¹

Con este cuestionario se pretende obtener información valiosa para la mejora en la formación inicial de profesores² de Biología, en concreto aportar a la cualificación del Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional. Los datos obtenidos serán utilizados únicamente con fines investigativos y, por tanto, no serán utilizados para la calificación de tu aprendizaje. Como consecuencia, es muy importante que respondas a las preguntas de la manera más sincera posible.

GRACIAS POR TU COLABORACIÓN

Para mayor confidencialidad, escribe en lugar de tu nombre un seudónimo el cual puedas recordar con facilidad.

SEUDÓNIMO: _____

Responde de manera clara, concisa y sincera las siguientes preguntas:

1. En relación con la definición:
Una especie biológica es un grupo de organismos con características similares que pueden real o potencialmente reproducirse entre ellos y que están reproductivamente aislados de otros grupos.

Indica cómo crees que se produjo ese concepto y quién o quienes crees que lo produjeron.

¹ -Estudiante Programa de doctorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad Complutense de Madrid.

- Profesor Departamento de Biología, Universidad Pedagógica Nacional

² Para facilitar la lectura se utilizan los términos “profesor” y “alumno” como genéricos, haciendo referencia tanto a las mujeres como a los hombres.

Anexo 2. Aspectos relativos al diseño del cuestionario de indagación de concepciones de los docentes en formación

2. Nombra las tres finalidades de la biología que consideres más importantes.
3. Qué piensas de la siguiente afirmación: “Para enseñar Biología, basta con saber Biología”. Explica tu respuesta.
4. A continuación encontrarás ideas expresadas por algunos profesores de Biología de Secundaria. Escribe lo que piensas acerca de cada una de sus afirmaciones.
 - 4.1. El principal propósito al enseñar Biología es conseguir que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad en la Universidad y/o para acceder a un trabajo.
 - 4.2. Cuando un alumno aprende un contenido de Biología es porque adiciona a su mente las explicaciones que el profesor le da.
 - 4.3. En las clases de Biología lo que se debe hacer primero es explicar los conceptos teóricos y luego comprobarlos en la práctica mediante la realización de laboratorios.
 - 4.4. Al evaluar hago preguntas que me permitan cuantificar (calificar) qué tanta Biología ha aprendido el alumno en el bimestre.
 - 4.5. Las ideas que tienen los alumnos acerca de los conceptos biológicos que se le enseñan en el colegio representan una dificultad para el aprendizaje ya que son concepciones erróneas, que están muy arraigadas.
 - 4.6. Enseñar Biología consiste fundamentalmente en explicar con claridad los principales contenidos de la asignatura.
 - 4.7. La Biología que se enseña en Secundaria es lo mismo que se aprende en la carrera de Biología en la Universidad pero explicado de forma más simple, eliminando todo lo que sea difícil para el entendimiento de los alumnos.
5. Elabora un esquema (mapa conceptual) en el que relaciones: el conocimiento de Biología, el conocimiento cotidiano y el conocimiento escolar. Relaciona los tipos de conocimiento utilizando flechas y palabras (o frases) conectoras.
6. ¿Cómo se podría diferenciar el conocimiento de un profesor de Biología es del conocimiento de un biólogo?.
7. Elabora un esquema (diagrama) con los conceptos que consideras fundamentales en la Biología.
8. Escribe tres características que sean propias de la Biología.

FORMATO DE EVALUACIÓN DEL CUESTIONARIO SOBRE LAS CONCEPCIONES ACERCA DEL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO BIOLÓGICO

EVALUADOR (A): _____

INSTRUCCIÓN: En la segunda columna escriba los aspectos relacionados con el objetivo de investigación que se pueden averiguar con la correspondiente pregunta. Complete la tercera columna escribiendo los comentarios ó sugerencias para la mejora de la respectiva pregunta. Enseguida del cuadro aparece un espacio para que haga los comentarios que estime convenientes para mejorar el instrumento.

Pregunta.	¿Qué se pretende averiguar con la pregunta?	Comentarios y sugerencias.
1. En relación con la definición: <i>Una especie biológica es un grupo de organismos con características similares que pueden real o potencialmente reproducirse entre ellos y que están reproductivamente aislados de otros grupos.</i> Indica cómo crees que se produjo ese concepto y quién o quienes crees que lo produjeron.		
2. Nombra las tres finalidades de la biología que consideres más importantes.		
3. Qué piensas de la siguiente afirmación: “Para enseñar Biología, basta con saber Biología”. Explica tu respuesta.		
4. A continuación encontrarás ideas expresadas por algunos profesores de Biología de Secundaria. Escribe lo que piensas acerca de cada una de sus afirmaciones.		
4.1. El principal propósito al enseñar Biología es conseguir que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad en la Universidad y/o para acceder a un trabajo.		
4.2. Cuando un alumno aprende un contenido de Biología es porque adiciona a su mente las explicaciones que el profesor le da.		
4.3. En las clases de Biología lo que se debe hacer primero es explicar los conceptos teóricos y luego		

543

Anexo 2. Aspectos relativos al diseño del cuestionario de indagación de concepciones de los docentes en formación

comprobarlos en la práctica mediante la realización de laboratorios.		
4.4. Al evaluar hago preguntas que me permitan cuantificar (calificar) qué tanta Biología ha aprendido el alumno en el bimestre.		
4.5. Las ideas que tienen los alumnos acerca de los conceptos biológicos que se le enseñan en el colegio representan una dificultad para el aprendizaje ya que son concepciones erróneas, que están muy arraigadas.		
4.6. Enseñar Biología consiste fundamentalmente en explicar con claridad los principales contenidos de la asignatura.		
4.7. La Biología que se enseña en Secundaria es lo mismo que se aprende en la carrera de Biología en la Universidad pero explicado de forma más simple, eliminando todo lo que sea difícil para el entendimiento de los alumnos.		
5. Elabora un esquema (mapa conceptual) en el que relaciones: el conocimiento de Biología, el conocimiento cotidiano y el conocimiento escolar. Relaciona los tipos de conocimiento utilizando flechas y palabras (o frases) conectoras.		
6. ¿Cómo se podría diferenciar el conocimiento de un profesor de Biología es del conocimiento de un biólogo?.		
7. Elabora un esquema (diagrama) con los conceptos que consideras fundamentales en la Biología.		
8. Escribe tres características que sean propias de la Biología.		

544

OTROS COMENTARIOS:

CUESTIONARIO PILOTO

CUESTIONARIO
(Enero de 2004, Universidad Pedagógica Nacional)

Por ÉDGAR ORLAY VALBUENA USSA³

Con este cuestionario se pretende obtener información valiosa para la mejora en la formación inicial de profesores⁴ de Biología, en concreto aportar a la cualificación del Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional. Los datos obtenidos serán utilizados únicamente con fines investigativos y, por tanto, no serán utilizados para la calificación de tu aprendizaje. Como consecuencia, es muy importante que respondas a las preguntas de la manera más sincera posible.

GRACIAS POR TU COLABORACIÓN

Para mayor confidencialidad, escribe en lugar de tu nombre un seudónimo el cual puedas recordar con facilidad.

SEUDÓNIMO: _____ SEMESTRE: _____

HORA DE INICIO: _____

Responde de manera clara, concisa y sincera las siguientes preguntas:

1. En relación con la definición:

Una especie biológica es un grupo de organismos con características similares que pueden real o potencialmente reproducirse entre ellos y que están reproductivamente aislados de otros grupos.

Indica cómo crees que se produjo ese concepto y quién o quienes crees que lo produjeron.

2. Nombra las tres finalidades de la Biología que consideres más importantes.

3. Qué piensas de la siguiente afirmación “Para enseñar Biología, basta con saber Biología”. Explica tu respuesta.

³ -Estudiante Programa de doctorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad Complutense de Madrid.

- Profesor Departamento de Biología, Universidad Pedagógica Nacional

⁴ Para facilitar la lectura se utilizan los términos “profesor” y “alumno” como genéricos, haciendo referencia tanto a las mujeres como a los hombres.

4. A continuación encontrarás ideas expresadas por algunos profesores de Biología de Secundaria. Escribe lo que piensas acerca de cada una de sus afirmaciones.

4.1. El principal propósito al enseñar Biología es conseguir que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad en la Universidad y/o para acceder a un trabajo.

4.2. Cuando un alumno aprende un contenido de Biología es porque adiciona a su mente las explicaciones que el profesor le da.

4.3. En las clases de Biología lo que se debe hacer primero es explicar los conceptos teóricos y luego comprobarlos en la práctica mediante la realización de prácticas de laboratorios.

4.4. Al evaluar hago preguntas que me permitan calificar con precisión qué tanta biología ha aprendido el alumno en el bimestre.

4.5. Las raras ocasiones en que los alumnos tienen alguna idea acerca de los conceptos biológicos que se les enseñan en el colegio, dichas ideas representan una dificultad para el aprendizaje ya que son erróneas y es muy difícil quitárselas de la cabeza.

4.6. Enseñar Biología consiste fundamentalmente en explicar con claridad los principales contenidos de la asignatura.

4.7. La Biología que se enseña en Secundaria es la misma que se aprende en la carrera de Biología en la Universidad pero explicando de forma más simple, eliminando todo lo que sea muy difícil para el entendimiento de los alumnos.

5. Elabora un esquema o mapa conceptual en el que relaciones: el conocimiento de Biología, el conocimiento cotidiano y el conocimiento escolar. Relaciona los tipos de conocimiento utilizando flechas y palabras o frases que las relacionen.

6. ¿El conocimiento de un profesor de Biología es diferente del conocimiento de un biólogo? Explica tu respuesta.

7. Escribe un listado (en lo posible con temas y subtemas) de los contenidos de biología que consideras fundamentales.

8. Escribe tres características que sean propias del conocimiento de la Biología.

8. En tus aproximaciones a la enseñanza de la Biología ¿Cómo estás aprendiendo a enseñar Biología?

9. ¿Tienes alguna sugerencia para el mejoramiento del cuestionario?

HORA DE FINALIZACIÓN: _____

CUESTIONARIO APLICADO AL INICIO DEL PROCESO FORMATIVO

CUESTIONARIO

(Febrero de 2004, Universidad Pedagógica Nacional)

Por ÉDGAR ORLAY VALBUENA USSA⁵

Con este cuestionario se pretende obtener información valiosa para la mejora en la formación inicial de profesores⁶ de Biología, en concreto aportar a la cualificación del Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional. Los datos obtenidos serán utilizados únicamente con fines investigativos y, por tanto, no serán utilizados para la calificación de tu aprendizaje. Como consecuencia, es muy importante que respondas a las preguntas de la manera más sincera posible.

GRACIAS POR TU PARTICIPACIÓN

Para mayor confidencialidad, escribe en lugar de tu nombre un seudónimo el cual puedas recordar con facilidad.

SEUDÓNIMO: _____

Responde de manera clara, concisa y sincera las siguientes preguntas:

1. En relación con la definición:

Una especie biológica es un grupo de organismos con características similares que pueden real o potencialmente reproducirse entre ellos y que están reproductivamente aislados de otros grupos.

Indica cómo crees que se produjo ese concepto y quién o quienes crees que lo produjeron.

2. Nombra las tres finalidades de la Biología que consideres más importantes.

3. Escribe tres características que sean propias del conocimiento de la Biología.

⁵ -Estudiante Programa de doctorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad Complutense de Madrid.

- Profesor Departamento de Biología, Universidad Pedagógica Nacional

⁶ Para facilitar la lectura se utilizan los términos “profesor” y “alumno” como genéricos, haciendo referencia tanto a las mujeres como a los hombres.

4. A continuación encontrarás ideas expresadas por algunos profesores de Biología de Secundaria. Escribe lo que piensas acerca de cada una de sus afirmaciones.

4.1. El principal propósito al enseñar Biología es conseguir que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad en la universidad y/o para acceder a un trabajo.

4.2. Cuando un alumno aprende un contenido de Biología es porque adiciona a su mente las explicaciones que el profesor le da.

4.3. En las clases de Biología lo que se debe hacer primero es explicar los conceptos teóricos y luego comprobarlos en la práctica mediante la realización de prácticas de laboratorios.

4.4. Al evaluar hago preguntas que me permitan calificar con precisión qué tanta Biología ha aprendido el alumno en el bimestre.

4.5. Los alumnos tienen algunas ideas acerca de determinados conceptos biológicos que se les enseñan en el colegio, dichas ideas son erróneas y es muy difícil quitárselas de la cabeza.

4.6. Enseñar Biología consiste fundamentalmente en explicar con claridad los principales contenidos de la asignatura.

4.7. a) La Biología que se enseña en Secundaria debe ser un resumen de la que se aprende en la carrera de Biología en la Universidad.

b) La Biología que se enseña en Secundaria se debe hacer más simple (en comparación con la que se aprende en la carrera de Biología en la Universidad), eliminando todo lo que sea muy difícil para el entendimiento de los alumnos.

5. ¿En la Educación Secundaria se enseñan y se aprenden los mismos contenidos de la Biología que produce la comunidad científica (los biólogos)? Explica tu respuesta.

6. ¿El conocimiento de un profesor de Biología es diferente del conocimiento de un biólogo? Explica tu respuesta.

7. Escribe un listado (en lo posible con temas y subtemas) de los contenidos de Biología que consideras fundamentales.

8. Qué piensas de la siguiente afirmación: “Para enseñar Biología, basta con saber biología”. Explica tu respuesta.

9. En tus aproximaciones a la enseñanza de la biología ¿Cómo estás aprendiendo a enseñar Biología?

**CUESTIONARIO APLICADO AL FINALIZAR EL PROCESO
FORMATIVO**

CUESTIONARIO
(Junio de 2004, Universidad Pedagógica Nacional)

Por ÉDGAR ORLAY VALBUENA USSA⁷

Con este cuestionario se pretende obtener información valiosa para la mejora en la formación inicial de profesores⁸ de Biología, en concreto aportar a la cualificación del Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional. Los datos obtenidos serán utilizados únicamente con fines investigativos y, por tanto, no serán empleados para la calificación de tu aprendizaje. Como consecuencia, es muy importante que respondas a las preguntas de la manera más sincera posible.

GRACIAS POR TU VALIOSA PARTICIPACIÓN

Para mayor confidencialidad, si lo prefieres escribe en lugar de tu nombre el seudónimo que utilizaste en el cuestionario inicial.

SEUDÓNIMO Ó NOMBRE:

Responde de manera clara, concisa y sincera las siguientes preguntas:

1. Cómo crees que se producen los conceptos biológicos (por ejemplo el de especie ó los implicados en la Unidad Didáctica que diseñaste) y quién o quienes crees que los producen.
2. Nombra las tres finalidades de la Biología que consideres más importantes.
3. Escribe tres características que sean propias del conocimiento biológico (que lo diferencien del conocimiento de otras ciencias).
- 4 – 9 Las mismas preguntas del cuestionario aplicado al inicio del proceso formativo.

⁷ -Estudiante Programa de doctorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad Complutense de Madrid.

- Profesor Departamento de Biología, Universidad Pedagógica Nacional

⁸ Para facilitar la lectura se utilizan los términos “profesor” y “alumno” como genéricos, haciendo referencia tanto a las mujeres como a los hombres.

UNIDADES DE INFORMACIÓN POR CATEGORÍAS

CATEGORÍA 1. CONCEPCIONES SOBRE EL CONOCIMIENTO BIOLÓGICO

SUBCATEGORÍA 1.1.: CONCEPCIONES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONOCIMIENTO BIOLÓGICO

CUESTIONARIO INICIAL (Ci):

- Unidades de información correspondientes a las contestaciones que los futuros profesores dan a la pregunta 3 del cuestionario:

Escribe tres características que sean propias del conocimiento biológico (que lo diferencien del conocimiento de otras ciencias experimentales).

Ci.106-E4: [Son características del conocimiento biológico:] *hace una diferencia entre lo vivo y no vivo; trata de integrarlas; vincula al hombre -no lo separa*

Ci.107-E15: [Son características del conocimiento biológico:] *diversidad; comunidades; interrelaciones.*

Ci.109-E18: [Son características del conocimiento biológico:] *la explicabilidad de los “fenómenos vivos”; reproducción de los fenómenos vivos; la historia natural.*

Ci.110-E5: [Son características del conocimiento biológico:] *interpretación de la naturaleza; reconocimiento de nuestra posición ante ella; exactitud de comportamiento animal y vegetal.*

Ci.111-E19: [Son características del conocimiento biológico:] *como podemos diferenciar los organismos; el mantenimiento de un sistema tan complejo como la tierra diseño de nuevas estrategias para la investigación.*

Ci.112-E21: [Son características del conocimiento biológico:] *aprecia y valoración del medio ambiente; consecuencialidad entre el pensar y el hacer; generación de conocimiento*

Ci.113-E27: [Son características del conocimiento biológico:] *uso método científico; curiosidad por la naturaleza; gran uso de observación, de lo sensorial.*

Anexo 3. Unidades de Información

Ci.114-E29: [Son características del conocimiento biológico:] *el interactuar las demás ciencias como física, la química, la matemática a su disposición para lograr sus finalidades.*

Ci.115-E7: [Son características del conocimiento biológico:] *Creo que lo particular de la biología está en el mismo hecho que estudia la vida, el mismo hecho de que está en ese dilema de qué es la vida, la diferenciación entre lo vivo y lo no vivo, no podemos predecir que las cosas de la vida, se hace más complicado en ese sentido.*

Ci.116-E8: [Son características del conocimiento biológico:] *relación entre hombre-naturaleza; comprender el entorno natural; construir conocimiento de lo vivo sin desligar lo no vivo, pues están ligados desde el...*

Ci.117-E13: [Son características del conocimiento biológico:] *observación; experimentación; discusión- construcción de nuevas teorías.*

Ci.119-E22: [Son características del conocimiento biológico:] *conocer la unidad fundamental “ célula”; “evolución”; “genética”*

Ci.120-E23: [Son características del conocimiento biológico:] *unidad funcional y estructural: célula; autorregulación de los seres vivos; clasificación de todos los organismos de la tierra.*

Ci.121-E2: [Son características del conocimiento biológico:] *rigurosidad; científica; actualización y revolución de teorías e hipótesis; universalidad.*

Ci.122-E14: [Son características del conocimiento biológico:] *método científico; es altamente corroborativo; no se rige solo a lo que ya está dicho.*

Ci.123-E24: [Son características del conocimiento biológico:] *tener herramientas de otras disciplinas a su alcance; contacto directo con el objeto del conocer, instrumentos para la investigación.*

Ci.125-E11: [Son características del conocimiento biológico:] *crear conjeturas; sus explicaciones no se basan en lo místico o teleonómico; estudia la relación de lo vivo y no vivo.*

Ci.126-E12: [Son características del conocimiento biológico:] *muy joven aún; objetivo; universal.*

Ci.127-E9: [Son características del conocimiento biológico:] *Da explicación de una manera concreta con teorías y prácticas acerca de los interrogantes en relación hombre-naturaleza; Facilita el entendimiento de los fenómenos.*

Anexo 3. Unidades de Información

Ci.130-E1: [Son características del conocimiento biológico:] *universalidad de su conocimiento y avances; que aplique rigurosamente el método científico; que se relacione con las demás ciencias.*

Ci.131-E3: [Son características del conocimiento biológico:] *explicar y entender procesos referentes a sistemas y su relación entre ellos; comprender por medio de modelos los sistemas vivos*

Ci.132-E6: [Son características del conocimiento biológico:] *todas las personas debería acceder a la interpretación de su mundo; se rige por el aval científico*

Ci.133-E17: [Son características del conocimiento biológico:] *es un conocimiento empírico; parte de los seres vivos; esta en constante cambio y evolución.*

CUESTIONARIO FINAL (Cf):

- Unidades de información correspondientes a las contestaciones que los futuros profesores dan a la pregunta 3 del cuestionario:

Escribe tres características que sean propias del conocimiento biológico (que lo diferencien del conocimiento de otras ciencias experimentales).

Cf.51-E4: [Son características del conocimiento biológico:] *No separa lo orgánico de lo inorgánico; Incluye al hombre como parte del sistema; Es interdisciplinaria*

Cf.52-E18: [Son características del conocimiento biológico:] *experimentación con organismos vivos; estudio de la vida*

Cf.53-E5: [Son características del conocimiento biológico:] *Establecer relación CTS*

Cf.54-E19: [Son características del conocimiento biológico:] *una observación más del ambiente.*

Cf.55-E21: [Son características del conocimiento biológico:] *relaciones de estabilidad en el intercambio de energía; observación continua de fenómenos naturales; Conocimiento dinámico del ambiente*

Cf.56-E27: [Son características del conocimiento biológico:] *Es sistémico → complejo; de observación y experimentación; Establecer patrones, relaciones y estudia propiedades emergentes.*

Cf.57-E29: [Son características del conocimiento biológico:] *Investigativo experimental; Observación fenómenos naturales; Relación hombre-naturaleza.*

Anexo 3. Unidades de Información

Cf.58-E7: [Son características del conocimiento biológico:] *mayor dificultad para planear teorías o leyes; posee más restricciones entre éticas; trabaja con seres vivos; se hace mucho más difícil controlar sus experimentos.*

Cf.59-E8: [Son características del conocimiento biológico:] *conocimiento por la vida →origen de la vida; la célula como estructura de vida; la evolución como resultado del cambio de vida*

Cf.60-E13: [Son características del conocimiento biológico:] *pensamiento sistémico; patrones de organización; propiedades emergentes.*

Cf.61-E22: [Son características del conocimiento biológico:] *Explicar los fenómenos entorno a la vida de los organismos; Explicar la interacción organismos- ambiente; Realizar hipótesis relacionadas con el origen de la vida que expliquen con pruebas lo relacionado al tema.*

Cf.62-E23: [Son características del conocimiento biológico:] *Pensamiento sistémico de la naturaleza; Experimentación del mundo natural; Predicibilidad de fenómenos.*

Cf.63-E2: [Son características del conocimiento biológico:] *Holismo; El objeto de estudio (organismos y sus relaciones con el entorno) es susceptible de cambiar o desaparecer (no son solo materia); La manera como se integran diferentes disciplinas para dar una explicación desde la biología; su carácter Interdisciplinar; su papel en el mantenimiento de los sistemas naturales a todo nivel.*

Cf.64-E14: [Son características del conocimiento biológico:] *estudio de la vida desde su comprensión e interacción sistémica; explicación teórica práctica de conceptos; Involucra otras disciplinas en la comprensión del conocimiento.*

Cf.65-E24: [Son características del conocimiento biológico:] *la interrelación de procesos en los cuales intervienen los seres vivos para causalizar los fenómenos naturales; describir mediante conceptos la comprensión del mundo natural; luego de conocer, poder predecir fenómenos causado por variación en los procesos naturales.*

Cf.67-E11: [Son características del conocimiento biológico:] *Pensamiento sistémico; Autopoiesis; Relación hombre – naturaleza.*

Cf.68-E12: [Son características del conocimiento biológico:] *Complejidad de la vida; Interdependencia con otras ciencias; No fáctico, (algunos conceptos no son corroborables)*

Cf.69-E9: [Son características del conocimiento biológico:] *relaciones entre los organismos; el origen de la vida*

Anexo 3. Unidades de Información

Cf.70-E1: [Son características del conocimiento biológico:] *La biología es más sistémica en el sentido que en ella podemos observar la aplicación de la teoría general de sistemas tanto en el organismo como en el entorno que lo rodea; Otra característica que posee es que su aplicación puede abarcar mas campos disciplinares que complementen y abarquen un estudio más sistémico en realidad.*

Cf.71-E3: [Son características del conocimiento biológico:] *Toma elementos de la física y la química para explicar el funcionamiento de la vida y lo más importante, que la hace diferente, en que relaciona esto con la evolución y la permanencia de los organismos.*

Cf.72-E6: [Son características del conocimiento biológico:] *estudia lo vivo explica los patrones de organización de la vida; busca implementar estrategias que permitan la sostenibilidad.*

Cf.73-E17: [Son características del conocimiento biológico:] *esta centrado en lo vivo; busca comprender mas y manipular menos*

Cf.346-E15: [Son características del conocimiento biológico:] *Sistemas naturales → interrelaciones y mantenimiento; Categorización → características propias de un ambiente.*

SUBCATEGORÍA 1.2.: CONCEPCIONES SOBRE LA PRODUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO BIOLÓGICO

CUESTIONARIO INICIAL (Ci):

- Unidades de información correspondientes a las contestaciones que los futuros profesores dan a la pregunta 1 del cuestionario:

En relación con la definición:

Una especie biológica es un grupo de organismos con características similares que pueden real o potencialmente reproducirse entre ellos y que están reproductivamente aislados de otros grupos.

Indica cómo crees que se produjo ese concepto y quién o quiénes crees que lo produjeron.

Ci.1-E4 [Respecto a la producción del concepto especie] *Un grupo de humanos con intereses enfocados en encontrar la manera de universalizar los términos científicos, los cuales reunieron características y diferencias de los organismos y “ discriminando” distribuyeron éstas para tratar de clasificar u ordenar según unos lineamientos.*

Ci.2-E15 [El concepto especie] *Se produjo a partir de la observación detallada de los comportamientos y adaptaciones propias de organismos determinados.*

Ci.4- E18 [Respecto a la producción del concepto especie] *A partir de la necesidad de organización y clasificación de los seres vivos, considero uno de los primeros que definieron el concepto fue Linneo y complementado por Darwin.*

Ci.5-E5 [Respecto a la producción del concepto especie] *A partir de querer comprender el comportamiento de los individuos en grupo, entonces por supuesto que algunos biólogos como Darwin o Lamark comienzan a definir especie en cuanto a sus observaciones. No en vano Darwin realizó un viaje, sin explorar la naturaleza y determinar que unos pájaros de determinadas características se puedan entrecruzar con otros bien distintos.*

Ci.6-E19 [Respecto a la producción del concepto especie] *Para clasificar los organismos [...] partiendo de una construcción del árbol filogenético estudiado como herramienta en los cursos de biología (inicio) en los cuales los estudiantes con la ayuda de docentes puedan dar esta definición además de proveer un estudio de los individuos (animal, vegetal, etc.) que cumplan con esta característica.*

Ci.7-E21 *El concepto [especie] se genera a partir de rigurosas observaciones y experimentación de distintos fenómenos específicos y es*

producido por un grupo de personas estudiosas que logran corroborar la definición

Ci.8-E27 [En producción del concepto especie] *Un sujeto puede plantearse la duda, o por azar llego a esta, creo que debió realizar una serie de observaciones de los organismos, indicando similitudes, diferencias y pautas en el comportamiento. Como aplicando el método científico, hasta que interpreto los datos de modo tal que el concepto pudiera ser aplicado como una generalidad. Pudieron ser naturalista, por gusto o profesión, aunque no creo que una persona sin formación en ciencias pueda realizar algo tan estructurado.*

Ci.9-E29 [El concepto especie] *Se produjo mediante observaciones e identificación de características de organismo y sus limitaciones frente a otros. Fue producto de análisis de observaciones de intelectuales a través de diferentes épocas, quienes lanzando conceptos buscaron su perfeccionamiento haciendo que este albergara las características esenciales de una especie en el campo de la biología.*

Ci.10-E7 [el concepto especie] *Considero que se genero a partir de la necesidad de clasificar lo vivo en el trabajo iniciado por Linneo a finales del siglo XVIII y quien a su vez lo formulo. Auque debemos tener en cuenta que Darwin también aporto a este concepto luego de su expedición en el Beagle.*

Ci.11-E8 *Este concepto [especie] fue producido por Darwin y Wallace con el origen de la selección natural después de muchas observaciones, teniendo en cuenta que Linneo fue uno de los que postulo una organización en la naturaleza.*

Ci.12-E13 [Producción del concepto especie] *Debido a la observación de los estudiosos de los fenómenos naturales no explícitamente los biólogos, un grupo integrado de investigadores. Tal definición ha sido construida por aportes de diferentes investigadores como por ejemplo Linneo, Darwin, que en su conjunto han preestablecido este resultado de la observación.*

Ci.13-E22 [Para la producción del concepto especie] *Un grupo de hombres dedicados al estudio del entorno, tomando observaciones, y experimentando hasta confirmar la afirmación con el objetivo de encontrar semejanzas ó diferencias para con nosotros y unos de otros.*

Ci.14-E23 *El concepto de especie fue introducido por Lineo, igualmente Darwin y Wallace lo trataron con su selección natural. Igualmente este concepto fue determinado en gran medida al observar el mundo natural y ver que organismos tenían su propia identidad al reproducirse.*

Ci.15-E2 *Creo que este concepto [especie] fue construido por varias personas que a lo largo de un lapso de tiempo y en diferentes partes del mundo contribuyeron cada una con su especialidad por medio de la observación, la investigación en diferentes áreas.*

Ci.16-E14 [Para la producción del concepto especie] [sic] *A partir de las teorías evolutivas, directamente las relacionadas con Darwin y su planteamiento sobre selección natural (Con Darwin se jugó la teoría evolutiva mas acertada de aquí en adelante vino el nuevo concepto de especie.) [...]*
...es una definición [de especie] para mi obvia, aunque llegar a comprender este concepto me costó lectura y es un hecho que se produjo a partir de la historia evolutiva de la vida en la tierra comprender su diversidad y sistematizarla y organizarla.

Ci.18-E24 *Pienso que el concepto [de especie] fue producto de unas observaciones detalladas como insumo a una investigación rigurosa a esta particularidad de los seres vivos, además creo que hace parte de un proceso en el cual hacen teorías y conceptos expuestas a ser corroboradas o desechadas*

Ci.21-E11 *Considero que este concepto [especie] se produjo cuando se planteó la teoría de evolución y selección natural después de las observaciones hechas por Darwin.*

Ci.22-E12 *ese concepto [especie] se produjo cuando se empezó a intentar organizar el mundo es decir que viene desde hace muchísimos años atrás tal vez desde el mismo origen del homo-sapiens pero tal vez se consolido como tal con el trabajo de Linneo.*

Ci.23-E9 [el concepto especie] *Se pude establecer esta definición a partir de los distintos métodos de investigación, observando, caracterizando, experimentando. Lo produjeron [el concepto especie] Charles Darwin y su estudio sobre el origen de las especies.*

Ci.27-E1 [el concepto especie] *Creo que se produjo por la necesidad de caracterizar y categorizar una especie en relación con las otras categorías superiores a esta [...] Me parece que quienes lo produjeron [concepto especie] fueron biólogo evolucionistas.*

Ci.29-E3 *Dentro de las categorías taxonómicas desarrolladas a partir del concepto aristotélico de jerarquías, se encuentra la especie. Se pudo llegar a este concepto debido al método de observación usado por los científicos quienes deben agrupar a los organismos para su estudio, ya que debido a la gran diversidad de estos sería difícil poderlos estudiar individualmente.*

Ci.30-E6 *Este concepto [especie] es una construcción a partir de las observaciones de individuos, que postularon una hipótesis y luego tratan de corroborarla buscando una base explicativa bien sea en nuevas explicaciones o en la experimentación. En el origen de las especies quienes postularon la hipótesis fueron Darwin y Wallace. Esta teoría aunque tiene oponentes hasta el momento es la más aceptada.*

Ci.32-E17 [El concepto especie] *se produjo de la observación de seres vivos que además de ser muy parecidos entre si y tener muchas similitudes se podían reproducir entre ellos y de esta manera estar aislados de otros grupos*

con los que podían interactuar pero no entrecruzarse. El concepto lo deben haber dado naturalistas que observan la naturaleza de los seres vivos.

CUESTIONARIO FINAL (Cf):

- Unidades de información correspondientes a las contestaciones que los futuros profesores dan a la pregunta 1 del cuestionario:

Cómo crees que se producen los conceptos biológicos (por ejemplo el de especie ó los implicados en la Unidad Didáctica que diseñaste) y quién o quienes crees que los producen.

Cf1-E4 [Los conceptos biológicos se producen] *Por medio de la investigación, las experiencias y reflexiones compartidas en un grupo de trabajo (grupo investigativo), las cuales son escritas, sistematizadas y dadas a conocer. Han sido producidos por grupos de individuos que realizan procesos como el anteriormente mencionado.*

Cf3-E15 *Los conceptos [biológicos] son el producto de la investigación de personas (científicos) interesados en un tema determinado; lo que implica un proceso continuo en el que se involucran diferentes áreas de conocimiento, dependiendo del objeto de estudio.*

Cf4-E18 [Los conceptos biológicos] *Considero surgen de la actividad investigativa de una comunidad científica, quienes dependiendo del paradigma en el cual estén insertos generan y avalan conceptos para el mundo de la ciencia.*

Cf6-E5 *Antes que nada debemos entender que el conocimiento científico tiene un método específico de producción cognitiva; debe ser bajo un método rigurosos que requiere de argumentación y crítica, es por esto que la producción de este tipo de conocimiento debe darse si el medio lo permite y no cualquier persona de la vida común. Yo puedo producir conocimiento científico, no repetirlo!, si estudio, experimento, argumento, saco análisis y resultados de algún fenómeno natural, por el contrario en el aula de clases me acerco al obrar científico.*

Cf8-E19 [Respecto a la producción del conocimiento biológico] *Los conceptos se crean desde el querer conocer cada vez más su entorno [...] todo es ligado a la mentalidad de explorar y descubrir. Generalmente parece que es el hombre pero más el hombre que las dudas en el mundo y las quiere aclarar.*

Cf10-E21 *Los conceptos biológicos son producidos por la comunidad científica y se producen a través de investigación y confrontación frente a la misma comunidad científica.*

Cf11-E27 [el conocimiento biológico] *Se pueden producir gracias a la sistematización de la información u observación de un fenómeno. Es posible que alguna vez alguien se percate de un fenómeno por azar, pero no creo que*

Anexo 3. Unidades de Información

construya el concepto. Cualquier persona que tenga una formación y sea capaz de organizar, relacionar y producir conocimiento [biológico].

Cf13-E29 [el conocimiento biológico es producido] *Mediante investigación y relaciones con la cotidianidad, esas relaciones las hacen los grupos de científicos que comparan sus resultados.*

Cf14-E7 [el conocimiento biológico] *Considero que se producen a medida que se construye el conocimiento con el fin de llegar a consensos universales de las cosas (hablando estrictamente del campo científico) así como el conocimiento científico es solo uno se debe hablar de un solo “lenguaje” ya que para nosotros lo que no tiene nombre no existe. En este contexto lo producen los científicos.*

Cf16-E8 *La producción de conceptos [biológicos] es realizada por la comunidad científica, quienes los construyen, y nosotros los “repetimos” por así decirlo, los utilizamos para conocer el mundo y dárselo a conocer a los estudiantes.*

Cf17-E13 *El desarrollo de los conceptos [biológicos] parte de la interacción de los diferentes investigadores a lo largo de los tiempos, en donde ocurren cambios. En el aula se da como resultado de la construcción y el trabajo con las ideas previas de cada parte, no se da de manera aislada al medio, sino que influye de manera directa.*

Cf18-E22 *Considero que los conceptos [biológicos] los producen, la comunidad científica, partiendo de experimentación y consensos se llega a el concepto. También influye el contexto ya que según, este contexto se va a dar el concepto. Por ejemplo: el concepto de especie tiene varios significados que se dieron dependiendo del contexto.*

Cf19-E23 *Sin duda alguna [la producción del conocimiento biológico] es un largo proceso a lo largo de la historia, en donde por implicaciones ciencia tecnología sociedad, se generan desarrollos en diferentes disciplinas, en este caso los conceptos de la disciplina. Sin dejar de lado que en esta emergencia de conceptos la participación de hombre y con ellos intereses.*

Cf20-E2 *Creo que los conceptos biológicos se producen cuando en la comunidad científica, varios grupos investigativos o personas, en sus procesos investigativos llegan a conclusiones similares y se requiere hacer una definición oficial que denomine la idea o el fenómeno para que se sepa de que se esta hablando, para facilitar la comprensión y la comunicación. Diferentes personas o grupos de personas que trabajan investigando en un área de estudio particular llegan a conclusiones parecidas de un aspecto determinado; para establecer consensos y saber que todos se refieren a lo mismo, definen conceptualmente el fenómeno, ideas o situación*

Cf22-E14 *Los conceptos biológicos se producen, a través de un proceso de consensos en una comunidad científica.*

Anexo 3. Unidades de Información

Cf23-E24 *los conceptos [biológicos] son producto de la observación de fenómenos que luego de ser estudiados, analizados y corroborados se plantean teorías que posteriormente son o no aprobados por la comunidad científica.*

Cf24-E9 *Los conceptos biológicos se construyen llevando a cabo procesos entre grupos de investigadores mediante discusiones entre ellos.*

Cf25-E11 *Los conceptos biológicos son producidos por investigadores, dedicados a la observación de algún fenómeno que le genere interés. Se producen los conceptos después de realizar una ardua observación, resultados, conclusiones y presentación de estos ante una comunidad científica.*

Cf26-E12 *Los conceptos [biológicos] no se producen, simplemente, se unificaron por una comunidad científica a fin de clasificar el mundo. Lo que se hace en la escuela es lograr comprender los principios que permiten esa clasificación por medio de la práctica individual.*

Cf27-E1 *Los conceptos científicos creo que se producen por medio de los estudiantes y los conocimientos de una comunidad científica pues ellos son quienes están capacitados para determinar conceptos tan importantes y universales como los aplicados en ciencias por lo tanto me parece que una persona que determine un concepto de la mano con una teoría debe poseer un amplio conocimiento.*

Cf28-E3 *Los conceptos biológicos son producidos por gente de la comunidad científica a partir de la corroboración de hipótesis a través de experimentación. Los paradigmas manejan unos conceptos, pero las fisuras que ellos poseen dan pauta para los cambios de pensamiento y con esto el de los conceptos.*

Cf29-E6 *[Respecto a la producción del conocimiento biológico] Los desarrollos conceptuales, se dan por una serie de procesos condicionados al contexto, (la historia, política, económico, social.). los cambios de paradigmas y el surgimiento de cualquier paradigma, requiere un gran esfuerzo intelectual. De esta forma la metodología científica aporta elementos a la construcción de conocimiento.*

Cf30-E17 *Los conceptos biológicos son producidos por la comunidad, y son producidos de forma que pueden ser entendidos por otras personas de la comunidad, identificando para la aplicación en educación los más elementales.*

SUBCATEGORÍA 1.3: CONCEPCIONES SOBRE LAS FINALIDADES DEL CONOCIMIENTO BIOLÓGICO

CUESTIONARIO INICIAL (Ci):

- Unidades de información correspondientes a las respuestas que los futuros profesores dan a la pregunta 2 del cuestionario:

Nombra las tres finalidades de la Biología que consideres más importantes.

Ci.31-E4: [Son finalidades de la Biología:] *preservar la vida; mejorar las relaciones hombre naturaleza; y vislumbrar las “maravillas” de la naturaleza.*

Ci.32-E15: [Son finalidades de la Biología:] *afianzar y discriminar las relaciones entre los organismos; “conciencia natural”; y conocimientos de los sistemas biológicos.*

Ci.33-E18: [Son finalidades de la Biología:] *sensibilidad frente a la vida; conocer lo vivo; y conocer nuestro origen.*

Ci.34-E5: [Son finalidades de la Biología:] *interpretación de la naturaleza; estudio de cuerpos vivientes; y exactitud conceptual.*

Ci.35-E19: [Son finalidades de la Biología:] *conocer nuestro entorno; dar una explicación de la vida en la tierra; diferenciación entre especies individuos, etc.*

Ci.36-E21: [Son finalidades de la Biología:] *sensibilizar al hombre para retomar su puesto en la naturaleza; interpretar los fenómenos naturales; reducir corrientes de pensamiento antiecológicas.*

Ci.37-E27: [Son finalidades de la Biología:] *conocer lo vivo; hacer avances tecnológicos; crear un equilibrio (uso –conservación).*

Ci.38-E29: [Son finalidades de la Biología:] *explicación de fenómenos naturales; reproducción de fenómenos naturales; caracterización de los mismos.*

Ci.39-E7: [Son finalidades de la Biología:] [sic] *conocer y comprender las múltiples interacciones entre los sistemas vivos y no vivo- y sistema vivo-vivo; establecer posibles verdades sobre el origen de la vida apoyados en otras ciencias como la paleontología etc.; y como ciencia forjar por el desarrollo de la naturaleza de lo vivo sin extraer de esta al hombre sino considerándolo parte de un todo.*

Ci.40-E8: [Son finalidades de la Biología:] *aportar al conocimiento del hombre; entender fenómenos naturales; causalizar fenómenos para poder estudiarlos.*

Anexo 3. Unidades de Información

Ci.41-E13: [Son finalidades de la Biología:] [sic] *interpretar y comprender los fenómenos naturales; identificar las interrelaciones entre organismos como tal y en relación con el ambiente; y comprender los principios básicos de lo que se denomina vida.*

Ci.42-E22: [Son finalidades de la Biología:] *explicar los fenómenos naturales; crear los medios para un mejor nivel de vida; y causar el porqué de la vida humana, mejorar el genoma.*

Ci.43-E23: [Son finalidades de la Biología:] [sic] *producir conocimientos del mundo natural y de las características de los organismos; predecir hechos empíricos; la ciencia al servicio del bienestar humano, la conservación.*

Ci.44-E2: [Son finalidades de la Biología:] *ubicarse como ser humano dentro del contexto de la naturaleza y no fuera de ella; conocer el mundo para poder mantenerlo
darla conocer; y aplicarla en la conservación de la naturaleza.*

Ci.45-E14: [Son finalidades de la Biología:] *causalizar y sistematizar el universo; explicar, estudiar, explorar la naturaleza y el mundo; y buscar alternativas para la conservación de la vida y todo lo referente a ella.*

Ci.46-E24: [Son finalidades de la Biología:] *dar explicación a los fenómenos naturales de manera práctica y palpable a comparación de las otras ciencias; identificar diferencias y similitudes entre los sistemas vivos; y establecer relaciones de funcionalidad.*

Ci.48-E11: [Son finalidades de la Biología:] *crear interés a todo el mundo sobre la preservación del medio ambiente; preservar la vida; y explicar los fenómenos naturales.*

Ci.49-E12: [Son finalidades de la Biología:] *preservar la vida; conocer nuestro hogar (la tierra y el universo en el que ella se encuentra); y mejorar calidad de vida de todos los seres.*

Ci.50-E9: [Son finalidades de la Biología:] *la relación de lo vivo con lo no vivo, la naturaleza tomada como un todo, la explicación de los fenómenos naturales y lo más importante la existencia de lo vivo y su evolución.*

Ci.51-E1: [Son finalidades de la Biología:] *estudiar, caracterizar y categorizar los organismos vivos y los ambientes en los que se desarrollan; determinar las funciones que en estos se realizan a nivel molecular; y relacionar los organismos entre ellos y con el ser humano.*

Ci.52-E3: [Son finalidades de la Biología:] *interpretar fenómenos naturales relacionando los seres vivos con su medio; buscar comprender la trayectoria de los organismos desde el inicio del planeta hasta nuestros días; y mantener un equilibrio y conservación de los ecosistemas.*

Ci.53-E6: [Son finalidades de la Biología:] *reconocer la especie humana como parte de la naturaleza. Tratando de alejarnos de la separación que hemos hecho; acceder al conocimiento de nuestro entorno y de nosotros mismos, con la finalidad de resolver problemas y cuestionamientos.*

Ci.54-E17: [Son finalidades de la Biología:] *conocer el mundo; poder manipular el mundo (la naturaleza); y dar explicación a fenómenos como la vida.*

CUESTIONARIO FINAL (Cf):

- Unidades de información correspondientes a las respuestas que los futuros profesores dan a la pregunta 2 del cuestionario:

Nombra las tres finalidades de la Biología que consideres más importantes.

Cf.29-E4: [Son finalidades de la Biología:] *Dar explicación a los fenómenos que ocurren en el universo; dar cuenta de los procesos que permiten la vida; todo esta redundante en el respeto por la vida, la diferencia en pro de la conservación.*

Cf.30-E18: [Son finalidades de la Biología:] *Comprensión de lo vivo; valor de la vida; y origen de la vida.*

Cf.31-E5: [Son finalidades de la Biología:] *Conocimiento epistemológico de los conceptos y teorías; interrelación ciencia- naturaleza- sociedad y tecnología; y establecimiento del porque de los seres vivos, no vivos y su evolución.*

Cf.32-E19: [Son finalidades de la Biología:] *Explicar qué es la vida; mostrar el proceso evolutivo de las especies animales y vegetales; y desmenuzar las relaciones entre sistemas y valorar.*

Cf.33-E21: [Son finalidades de la Biología:] *Comprender el mundo vivo; relacionar con un medio la vida; y procurar la preservación de especies*

Cf.34-E27: [Son finalidades de la Biología:] *Causalizar fenómenos; construir conocimiento de los organismos; y comprender y conocer la naturaleza para conservarla.*

Cf.35-E29: [Son finalidades de la Biología:] *Comprender nuestro entorno y a nosotros mismos; crear relaciones hombre-naturaleza; y promover la conservación de medio ambiente.*

Cf.36-E7: [Son finalidades de la Biología:] *Entender el mundo que nos rodea; forjar el bienestar de lo vivo para lo que se hace necesario tener en cuenta también lo no vivo; entender el mundo; y crear estrategias para contrarrestar efectos nocivos dar una nueva perspectiva ante la vida.*

Anexo 3. Unidades de Información

Cf.37-E8: [Son finalidades de la Biología:] *conocer el mundo; explicar los fenómenos naturales; y replicar y verificar los fenómenos naturales.*

Cf.38-E13: [Son finalidades de la Biología:] *desarrollar un pensamiento sistémico en cuanto a la formación de las interacciones que cumplen los organismos vivos con su medio; realizar una aproximación al trabajo científico; y aproximar el contexto científico desde la perspectiva del contexto de la cotidianidad.*

Cf.39-E22: [Son finalidades de la Biología:] *Explicar los fenómenos naturales; entender el mundo que nos rodea para conservarlo; y pasarla chévere.*

Cf.40-E23: [Son finalidades de la Biología:] *Conocer el fenómeno de la vida; caracterizar los seres vivos; y producir conocimiento científico para conservar.*

Cf.41-E2: [Son finalidades de la Biología:] *Comprensión y explicación de los fenómenos de la naturaleza y de los organismos; Investigación que deleve nuevos aspectos que se puedan introducir en la construcción disciplinar; y conservación de ecosistemas y especies.*

Cf.42-E14: [Son finalidades de la Biología:] *causalizar los fenómenos naturales dar explicación a sucesos que ocurren en el ambiente; interrelacionar la vida desde el programa genético hasta los sistemas mas complejos y su conservación.*

Cf.43-E24: [Son finalidades de la Biología:] *comprender el mundo natural; buscar estrategias y formas por medio de las cuales el hombre pueda apropiar elementos naturaleza sin desestabilizar de forma drástica los procesos que en esta se realizan; y organizar el conocimiento biológico.*

Cf.44-E11: [Son finalidades de la Biología:] *tomar conciencia que somos parte de la naturaleza y esta no solo esta a nuestro servicio; el hombre se acepte como un animal; y hacemos parte de un sistema abierto.*

Cf.45-E12: [Son finalidades de la Biología:] *Valorar la vida, mejorar la calidad; conservación del planeta; y demostrar antropocentrismo.*

Cf.46-E9: [Son finalidades de la Biología:] *origen de la vida; mecanismos; y adaptaciones*

Cf.47-E1: [Son finalidades de la Biología:] *Me parece que en primera medida, la biología debe proporcionar una explicación de mundo natural desde la rigurosidad científica para que una persona pueda tenerla como opción en la creación de su pensamiento y conocimiento. Como segunda característica, considero importante el acercamiento a las ciencias naturales desde una perspectiva de lo vivo pues ello es omnipresente y cotidiano. La tercera y final característica, es a mi modo de ver, crear un pensamiento de complejidad aplicada a los seres vivos donde se evidencia una perspectiva sistémica.*

Anexo 3. Unidades de Información

Cf.48-E3: [Son finalidades de la Biología:] *Explica el por qué de la vida, su función y las interrelaciones que esta posee con los demás elementos del universo.*

Cf.49-E6: [Son finalidades de la Biología:] *Acercar al hombre a la comprensión de su entorno,, ya que esto lo posibilita para respetar a los otros; y entablar relaciones que le permitan comprender su mundo como un sistema.*

Cf.50-E17: [Son finalidades de la Biología:] *Conocer el mundo; manipular y comprender el funcionamiento de la naturaleza; y vivir bien.*

Cf.163-E15: [Son finalidades de la Biología:] [sic] *busca conocer para resolver problemas de la humanidad; encontrar vacunas para enfermedades devastadoras (sida, cancer); conocer los alcances del ADN u usarlo en la biotecnología (clonación).*

**SUBCATEGORÍA 1.4.: CONCEPCIONES SOBRE LOS PRINCIPALES
CONTENIDOS DEL CONOCIMIENTO BIOLÓGICO**

CUESTIONARIO INICIAL (Ci):

- Unidades de información correspondientes a las respuestas que los futuros profesores dan a la pregunta 7 del cuestionario:

Escribe un listado (en lo posible con temas y subtemas) de los contenidos de Biología que consideras fundamentales.

Ci.512-E4: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

<i>Vida</i>	<i>Organismo</i>	<i>Comunidad</i>	<i>Medio ambiente</i>
<i>Respeto</i>	<i>Sistema</i>	<i>Población</i>	<i>Entorno</i>
<i>Tolerancia</i>	<i>Órgano</i>	<i>individuo</i>	<i>Nicho</i>
<i>Diferencia</i>	<i>Célula</i>		<i>Hogar</i>
<i>similitud</i>	<i>Átomo</i>		

Ci.513-E15: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *origen del sistema solar y nuestro planeta*
- *evolución de las especies*
- *origen de la vida*
- *relaciones entre el hombre y la naturaleza*
- *sistema de los organismos.*

Ci.514-E18: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *evolución,*
- *microbiología,*
- *zoología,*
- *botánica,*
- *sistemática,*
- *fisiología (vegetal y animal).*

Ci.515-E5: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *relación hombre-naturaleza (actualidad);*
- *identificación de lo vivo-no vivo;*
- *conocimiento de los reinos;*
- *fisiología humana (procesos orgánicos);*
- *fisiología animal (algo de insectos);*
- *fisiología vegetal (colonización del medio, principales filum)*

Ci.516-E19: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *Origen de la vida,*
- *sistemática,*
- *fisiología (animal y vegetal),*
- *ecología (conservación),*
- *limnología,*

Anexo 3. Unidades de Información

- *microbiología,*
- *evolución de las especies.*

Ci.517-E21: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *origen de la vida*
- *célula, sistemática*
- *fisiología*
- *errores del antropocentrismo*
- *mantenimiento y conservación .*

Ci.518-E27: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *Para quien?*
- *Célula*
- *educación sexual (en el caso de ser secundaria)*
- *diversidad, ecología.*

Son muchos temas los que considero importantes, pero todo depende de hacia quien van dirigidos.

Ci.519-E29: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *ambiental = ecosistema, contaminación, conservación.....*
- *celular = tejido, organelos, funciones....*
- *geografía = eras, evolución vida, formación tierra...*
- *método científico = investigaciones*
- *reinos = diversidad, especies, fisiología, taxonomía*
- *embriología*

Ci.520-E7: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *genética = meiosis - mitosis – DNA – RNA –reproducción -etc...*
- *botánica = plantas vasculares – no vasculares – clasificación – etc...*
- *zoología = clasificación – importancia – particularidades – etc...*
- *evolución = Darwin*
- *siglo XVIII*
- *autores (Lyell, Cuvier etc.)*
- *selección natural*
- *especies-especiación*
- *paleontología*
- *geología*
- *biomoléculas = carbohidratos – lipidos – proteínas – nucleotidos – etc...*

Ci.521-E8: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *Evolución*
- *Vida Darwin*
- *Selección natural*
- *Fósiles*
- *Geología*
- *Botánica*
- *Hombre*
- *Estructura animal*
- *Genética*

Anexo 3. Unidades de Información

- *Bioquímica*
- *Ecosistemas*
- *Conservación*
- *Insectos*
- *Termodinámica*
- *Animales (terrestres – marinos – aéreos)*

Ci.522-E13: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:] [sic]

Origen de la tierra = materia y energía; – átomos – moléculas
Rocas, construcción de tierra

Que es la vida

Desarrollo de la vida = - lo orgánico y lo inorgánico y su papel en lo vivo.
- diferencias entre lo “vivo y lo no vivo”

Evolución paralela “roca y carne”:

- *unidad fundamental de la vida (sistemas autorregulables)*
- *las interrelaciones entre organismo y su ambiente*

Ci.523-E22: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *célula*
- *evolución*
- *genética*
- *botánica*
- *zoología*

Ci.524-E23: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

Célula

funciones y organelos.

Qué es la vida

teorías

Biodiversidad

taxonomía animal y vegetal

Átomos y moléculas

enlaces, compuestos.

Ci.525-E2: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *Visión histórica y epistemológica de la biología (ciencia)*
- *La célula, sus partes, su funcionamiento.*
- *Genética, herencia.*
- *Reinos de la naturaleza y sus características.*

Ci.526-E14: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *Organismos – célula – organización celular*
- *Evolución de la vida*
- *Organización de la vida en la tierra*
- *Metabolismo*
- *Ciclos – energía, agua, C, H, N, O...*
- *Suelo, relación planta-animal-hombre-tecnología*

Ci.527-E24: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *ASTRONOMÍA*

- *Origen del universo.*
- *Fuerzas que rigen el universo.*
- *Planetas.*
- *Asteroides, cometas.*
- *El sol.*

- *GEOLOGÍA*

- *El planeta tierra*
 - *Origen*
 - *Estructura*
 - *Dinámica.*
- *Formación de rocas*
- *Procesos de meteorización.*
- *Volcanización.*
- *Placas tectónicas.*
- *Terremotos.*
- *Deriva continental.*

- *PAISAJE.*

- *Caracterización*
- *Clasificación*
 - *Terrestre*
 - *Acuático*
 - *Marítimo*

- *ECOLOGÍA*

- *Impacto ambiental*
- *Redes tróficas*
- *Contaminación*
- *Utilización recursos*
- *Conservación*
- *Relaciones seres vivos entre sí y el ambiente*

- *REINOS*

- | | |
|-------------------|--------------------------|
| - <i>Protisto</i> | ▪ <i>Características</i> |
| - <i>Fungy</i> | ▪ <i>Funcionamiento</i> |
| - <i>Animal</i> | ▪ <i>Fisiología</i> |
| - <i>Vegetal</i> | ▪ <i>Fisonomía</i> |
| - <i>Mónera</i> | ▪ <i>Genética</i> |
| | ▪ <i>Metabolismo</i> |
| | ▪ <i>Reproducción</i> |

- *EVOLUCIÓN*

- *Contexto histórico, teoría evolutiva*
- *Selección natural*
- *Evolución convergente*
- *Evolución divergente*
- *Taxonomía*
- *Sistemática*
- *Fenotipo*
- *Genotipo*
- *Mimetismo*
- *Camuflaje*

○ *Deriva genética*

Ci.528-E25: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

Moléculas biológicas

proteínas, enzimas, ácidos nucleicos, vitaminas, etc...

Célula

organelos, función

Órganos, sistemas, aparatos

reproductor, digestivo, nervioso.

Ecosistemas

interacciones (simbiosis, parasitismo, competencia)

Ci.529-E11: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *Origen del universo*

- *Origen de la vida*

- *Evolución del hombre*

- *Lo vivo y lo no vivo*

- *Ecología*

- *La célula*

Ci.530-E12: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *Célula*

- *Organicismo, mecanicismo y vitalismo*

- *Fisiología animal y vegetal*

- *Etología animal y vegetal*

- *Taxonomía*

Ci.531-E9: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *célula*

- *organismo*

- *evolución*

- *historia de la ciencia*

- *ecología*

- *dinámica de los sistemas*

- *conceptos generales de biología.*

Son demasiados temas a abordar pero podrían resumirse en los citados anteriormente

Ci.532-E1: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

* *Biología general como introducción, pero luego conocer temas como:*

- *biología molecular y celular*

- *ecología*

- *genética*

- *evolución*

- *embriología*

- *biogeografía*

- *sistemática*

- *fisiologías (animal y vegetal)*

Anexo 3. Unidades de Información

Ci.533-E3: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *Historia natural e inicios de la ciencia*
- *Biología celular y sus características (genética)*
- *Biología animal, vegetal (morfología y fisiología)*
- *Ecología e impacto ambiental, interacción de sistemas*
- *Tecnología y avances científicos.*

Nota: de cada tema se pueden complementar con los demás y desprender otros más específicos como biología evolutiva, embriología, molecular...

Ci.534-E6: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

Biología celular : - todos los reinos – morfología
- fisiología – bioquímica-termodinámica

Biología evolutiva:

- *contextualización*
- *teorías*
- *de - organismos-planeta*

Diversidad : reinos - anatomías
- morfologías

Ecología: - habitats
- poblaciones. } *Colombia*

Genética:- ADN
- clonación

Ci.535-E17: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *Taxonomía*
- *Anatomía*
- *Ecología*
- *Fisiología*
- *Botánica*
- *Nutrición*

CUESTIONARIO FINAL (Cf):

- Unidades de información correspondientes a las respuestas que los futuros profesores dan a la pregunta 7 del cuestionario:

Escribe un listado (en lo posible con temas y subtemas) de los contenidos de Biología que consideras fundamentales.

Cf.297-E4: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *Evolución*
- *Relaciones hombre – naturaleza - sociedad*
- *Procesos metabólicos*
- *Transformaciones de energía*

Cf.298-E15: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

Célula: animal, vegetal

Anexo 3. Unidades de Información

Organismos → *organización y mantenimiento (procesos)*

- *fotosíntesis*
- *homeóstasis.*

Evolución

Vida

Genética → *ADN*

Cf.299-E18: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *Evolución*
- *Clasificación de sistemática*
- *Fisiología (animal y vegetal)*
- *Genética*
- *Ecología*
- *Bioética*

Cf.300-E5: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:] [sic]

No lo puedo escribir, pues todo me parece fundamental, la célula, el metabolismo, mejor estamos sujetos al PEI [Proyecto Educativo de las Instituciones] y a realizarlos de la mejor manera!

Cf.301-E19: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

Evolución, bioquímica, ADN, etc. Primero debo ubicar un entorno en el cual voy a enseñar ciencias experimentales (en este caso biología) teniendo en cuenta el PEI [Proyecto Educativo de las Instituciones], ley general de educación, políticas estatales, grado, para luego sí poder dar temas de lo que quiero enseñar.

Cf.302-E21: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *Célula*
- *Sistemas*
- *Mantenimiento*
- *Ecología*

Cf.303-E27: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *Pensamiento sistémico*
- *Depende del contexto*

Cf.304-E29: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *Vivo y no vivo*
- *Medio ambiente*
- *Ecosistema*
- *Fisiología*

Cf.305-E7: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

Los mismos que escribí en el primer instrumento sumando a ellos las posibles interacciones que luego de verlos y estudiarlos se puedan hacer.

Cf.306-E8: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

**Evolución*

homología
analogía
convergente
divergente

**fósiles*
**biología molecular*
ADN
**ecología*
**fisiología animal*
**fisiología vegetal*
**diversidad biológica*
**biofísica*
**bioquímica*
**hombre (fisiología humana)*
**taxonomía animal y vegetal*
**metabolismo*

Cf.307-E13: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *La dinámica de la vida*
- *Los sistemas en la naturaleza*
- *¿existen los sistemas aislados?*
- *El mecanismo y el pensamiento sistémico.*
- *Dinámica del planeta.*

Cf.308-E22: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *Evolución*
- *Selección natural*
- *Célula*
- *Fotosíntesis*
- *Anatomía humana*
- *Fisiología animal*
- *Embriología*
- *Glucólisis*
- *Atmósfera*
- *Ecología ambiental*
- *Ecología de la conservación.*
- *Sistemática*

Cf.309-E23: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

Célula
Anatomía y fisiología animal y vegetal
Selección natural
Evolución
Genética
Química orgánica.

Cf.310-E2: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

** Teoría de sistemas*
Universo como sistema

Anexo 3. Unidades de Información

Planeta como sistema

Organismos como sistema

Subsistemas del organismo

Célula como sistema

Interacción entre los sistemas

**Métodos y procedimientos para la investigación en biología*

Cf.311-E14: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *Evolución → célula - eras geológicas, primates-*
- *Oganización → diversidad animal y vegetal – taxonomía – reinos-*
- *Ecología → recursos- condiciones- individuos- comunidades- interacción*
- *Bioquímica → fisicoquímica*
- *Fisiología animal y vegetal → homeóstasis – sistemas.*

Cf. 312-E24 [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *Evolución → origen de la vida*
diversidad biológica
- *Ecología → relación organismo- ambiente.*
- *Taxonomía → morfología → clasificación → reinos*
- *Fisiología: → animal*
vegetal
- *Embriología*

Cf. 313-E25: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *Célula, tejidos, órganos, sistemas, organismos*
- *Reinos, protista, fungi, plantas, animales*
- *Biomás, ecosistemas*

Cf. 314-E11: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *Evolución de la vida*
- *Teoría general de los sistemas*
- *Genética*
- *Fisiología vegetal y animal*
- *Relación hombre – naturaleza*
- *Ecología*
- *Etología*
- *Bioquímica.*

Cf. 315-E12: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *Célula*
- *Metabolismo*
- *Genética*
- *Ecología.*

Cf. 316-E9: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *célula, tejidos, órganos, sistemas*
- *genética*
- *organismos, relaciones entre estos (animales, vegetales, etc...)*
funcionamiento

Anexo 3. Unidades de Información

- *fotosíntesis*
- *humano – funcionamiento.*

Cf. 317-E1: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *Biología celular: Biología molecular y bioquímica*
- *Ecología.*
- *Genética: General y de poblaciones.*
- *Biogeografía.*
- *Evolución: con las perspectivas evolutivas que se requieren en todos los temas biológicos.*
- *Fisiología: animal y vegetal.*
- *Química: orgánica e inorgánica.*

Cf. 318-E3: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *Evolución:*
 - o *Selección natural*
 - o *Sistemática (taxonomía), categorización*
- *Fisiología: funcionamiento e interrelación (animal y vegetal)*
- *Epistemología de las ciencias*
- *Biología celular, vegetal.*

Cf. 319-E6: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *Teoría de los sistemas: pensamiento sistémico*
- *Fisiología animal- vegetal: homeostasis- autoorganización- autorregulación – patrones de organización.*
- *Biología celular- molecular- bioquímica*
- *Ecosistemas*
- *Anatomía*
- *Epistemología.*

Cf.320-E17: [Los contenidos fundamentales de la Biología son:]

- *Taxonomía*
- *Evolución*
- *Histología*
- *Célula*
- *Fisiología*

**CATEGORÍA 2.: CONCEPCIONES SOBRE EL CONOCIMIENTO
DIDÁCTICO DEL CONTENIDO BIOLÓGICO**

**SUBCATEGORÍA 2.1.: CONCEPCIONES SOBRE LOS COMPONENTES
DEL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO BIOLÓGICO**

CUESTIONARIO INICIAL (Ci):

- Unidades de información correspondientes a las contestaciones que los futuros profesores dan a la pregunta 6 del cuestionario:

¿El conocimiento de un profesor de biología es diferente del conocimiento de un biólogo? Explica tu respuesta.

Ci.466-E15: [El profesor de Biología] *se apoya un poco más en la pedagogía, pero sin desconocer lo básico de ella misma, mientras, considero yo que la biología como carrera ya es más pura y concentrada en un fin común.*

Ci.467-E18: *Considero que el profesor de biología implementa la pedagogía como herramienta del trabajo en biología (enseñanza), el biólogo se dedica estrictamente al trabajo de la disciplina.*

Ci.468-E5: yo [como profesor de Biología] *no puedo solo dictar mi materia y salir, creo que sería bueno compartir experiencias, divulgar inquietudes, dinamizar procesos de enseñanza.*

Ci.469-E19: *el biólogo produce conocimiento y el profesor de biología lo enseña aunque esto es de doble vía entonces biólogo y profesor de biología deben estar en el mismo nivel.*

Ci.470-E21: *el biólogo puro “sabe” biología, la investiga y la escribe, el profesor solo la lee, repite “chapuza”.*

Ci.471-E27: *Pienso que un profesor de biología, debería estudiar dos carreras en una. No concibo a un profesor de biología que no sea biólogo porque, ¿qué va a enseñar? Y además debe tener pautas en educación.*

Ci.472-E29: *En términos normales un profesor de biología alberga 2 saberes, el pedagógico y el biológico para su desempeño, mientras el biólogo carece del pedagógico lo que lo limitaría a su ciencia, de ahí que para ser profesor se deben equilibrar*

Ci.473-E7: *el profesor de biología da un énfasis en pedagogía y un poco a la biología, mas que el biólogo es un 100% formado en la disciplina específica.*

Anexo 3. Unidades de Información

Ci.474-E8: *el profesor de biología tiene un conocimiento superficial [de la Biología], ya que le meten en la cabeza que es profesor y no biólogo y que las investigaciones son para los biólogos que son unos duros¹ (lo hago con admiración) en ciencias y en investigaciones que aportan el conocimiento.*

Ci.475-E13: *mientras el profesor se inclina hacia los aspectos pedagógicos en relación con la biología esencia, el biólogo (considero) se especializa en ramas determinadas con esta ciencia, no trastocando la importancia de una pedagogía o una enseñanza con elementos constitutivos para realizarla.*

Ci.476-E22: *[al comparar el conocimiento de un profesor de Biología con el de un biólogo] el biólogo no tiene las bases pedagógicas que hacen fácil la comprensión de conceptos en alumnos, sin desmeritar y viceversa el profesor de biología no tiene los mismos conocimientos del profesor de biología.*

Ci.477-E23: *[profesor de Biología y biólogo] ambos de base saben lo mismo básicamente de la asignatura pero ambos son excelentes en lo que hacen uno en la enseñanza y el otro en (herpetología, entomología, etc...)*

Ci.479-E14: *un profesor está en todo el deber y derecho de conocer muy bien el campo en el que se desempeña y construir las herramientas pedagógicas para comunicar lo que el sabe, pero hay muchos profesores que se quedan cortos y por eso la biología se convierte en una materia menos importante.*

Ci.480-E24: *En lo que corresponde al profesor de biología es indudable que el conocimiento debe ser diferente ya que este debe identificar los parámetros que ayuden a articular el saber biológico con la realidad social, política del contexto en el cual va a desempeñar su labor. En lo disciplinar [biológico] particularmente pienso que el conocimiento debería ser igual [para el profesor de biología y para el biólogo] en cuanto a los conceptos, teorías y temáticas de la biología, pero en la parte de exigencia debería ser mayor para las personas que eligen la formación de profesores ya que los conocimientos que van a compartir en el proceso de guía en el aprendizaje de los estudiantes no debe ser confuso y mucho menos erróneo.*

Ci.481-E2: *[sic] El conocimiento conceptual [de Biología] debe ser el mismo [para el profesor de Biología y para el biólogo] pero el profesor debe ser mas humano, para el trato con sus estudiantes.*

Ci.482-E11: *los biólogos enfatizan en la investigación solamente, mientras los docentes [de Biología] no dejamos de lado y es primordial la pedagogía y la didáctica.*

¹ Quiere decir idóneo.

Anexo 3. Unidades de Información

Ci.483-E12.: *mientras que el biólogo se especializa en investigación en producir conocimiento, el profesor de biología se especializa en darlo a conocer a sus alumnos y en enseñar a investigar.*

Ci.484-E9: *el maestro aparte de tener conocimiento de biología, tiene conocimiento en pedagogía (método de enseñanza). Los conocimientos que tiene en biología no son tan profundos como los de un biólogo puro.*

Ci.486-E1: *es más globalizado [el conocimiento de un profesor de biología] un docente de biología conoce áreas de humanidades y pedagogía que un biólogo no conoce y un biólogo profundiza, mas en áreas científicas que un docente tal vez no toca.*

Ci.487-E3: *el biólogo es riguroso en sus investigaciones y su enfoque es diferente debido a que le debe importar el impacto en el ambiente y en el hombre como especie; mientras que el profesor [de Biología] debe tener más conciencia hacia la sociedad, es decir, el pensamiento y así mismo su desarrollo. Pienso que eso todavía no lo entienden las personas que se están educando para docentes!!*

Ci.488-E6: *los biólogos tienen un conocimiento mas amplio y profundo de los temas, en biología. El docente [de Biología] además de conocimiento biológico debe tener una formación en pedagogía cosa que permite la optimización para la aproximación al conocimiento biológico.*

Ci.489-E17: *el conocimiento de un biólogo debe ser mas avanzado y completo, mientras el del profesor [de Biología] se divide en la formación docente y la Biología.*

- Unidades de información correspondientes a las contestaciones que los futuros profesores dan a la pregunta 8 del cuestionario:

Qué piensas de la siguiente afirmación: **“Para enseñar Biología, basta con saber Biología”**. Explica tu respuesta.

Ci.540-E4: *no todas las personas tienen las mismas formas de ver, aprender y comprender los temas, por lo cual resulta pertinente e importante [para el profesor de Biología] conocer estrategias que potencialicen la manera de enseñar y guiar hacia la construcción del conocimiento.*

Ci.541-E15: *[además de saber la disciplina, para enseñar Biología] Se necesita un poco más, no es solo apropiar conceptos e ideas, si no potenciar aquellos fundamentos de la pedagogía que son alternativas útiles para una completa formación*

Ci.542-E18: *Considero que el saber disciplinar es fundamental lo mismo que la didáctica de la enseñanza. En tal caso para la enseñanza de la*

biología es fundamental tanto el saber disciplinar, como el adquirir un buen estilo o modelo pedagógico para su enseñanza.

Ci.543-E5: [“Para enseñar Biología, basta con saber Biología”] *si se biología y no me limito sino a eso, pues no soy “profe”, el carácter humano y la pasión por este “estilo de vida” son únicas y me hacen diferente ante los que solo “ dictan clase”.*

Ci.544-E19: [“Para enseñar Biología, basta con saber Biología”] *Anteriormente si, ahora esa afirmación es rebatible, porque las comunidades científicas en el mundo hablan mucho de interdisciplinariedad y lo fundamental del conocimiento de la época para tener bases suficientes y dar una buena explicación o guía al alumno.*

Ci.545-E21: *Basta con querer enseñar lo que se sabe, con gusto, paciencia, amor y conocimiento.*

Ci.546-E27: [saber Biología] *hace parte (importante). La sola ciencia no nos permite saber como se hace una clase amena, por ejemplo tampoco nos facilita saber como las personas aprenden (si es que interesa)*

Ci.547-E29: [“Para enseñar Biología, basta con saber Biología”] *Cabría preguntar y ¿cómo la enseñas?, por el simple hecho de saber, no se puede enseñar hay que saber también como enseñarla*

Ci.548-E7: *El saber biología es vital, pero el saber como se enseña tiene un mismo nivel de importancia saber hacerse entender, llegar a los estudiantes de forma clara etc.*

Ci.549-E8: *se debe saber enseñar porque no basta con el conocimiento en la materia, sino con poder explicar y que los estudiantes entiendan.*

Ci.550-E13: [además de saber la disciplina, para enseñar Biología] *También la preparación en los campos de la pedagogía nos brindan las herramientas para el como abarcar un tema y desarrollarlo, saliendo un poco de la educación o formación lineal en la que los contenidos en su valor cuantitativo es lo mas importante.*

Ci.551-E22: *si no tienes buenas metodologías de enseñanza difícilmente te haces entender.*

Ci.552-E23: [además de saber la disciplina, para enseñar Biología], *se necesita pasión por enseñar y saber hacerlo. Ser profesionales en que confiar una formación de la persona.*

Ci.553-E2: *Para enseñar biología es importante saberla pero no solo eso, es muy importante el desarrollo humano, la vocación, tener herramientas pedagógicas para hacerlo.*

Anexo 3. Unidades de Información

Ci.554-E14: *un profesor de biología debe tener un conocimiento holístico esta bien que sepa su disciplina pero debe estar en capacidad de poder asumir roles desde otros campos o visiones, o ¿cómo explicar que llegue un estudiante con un problema o situación y el profesor no sepa cómo resolverlo si no es de biología.*

Ci.555-E24: *pienso que para enseñar Biología no es suficiente conocerla, sino conocer de qué manera el conocimiento disciplinar puede aplicarse en una realidad específica para a partir de su aprovechamiento o aplicabilidad se comprenda e interprete logrando reafirmar el conocimiento y a su vez generando conocimiento nuevo.*

Ci.556-E25: *un profe de biología debe tener conocimiento en pedagogía y de relaciones interpersonales con los estudiantes, primero debe ser amigo de ellos para crear un buen ambiente y todos aprendan juntos.*

Ci.557-E11: *no solo basta manejar los conceptos y conocimientos científicos, esos me pueden dar seguridad al enfrentarme como docente pero la pedagogía es fundamental.*

Ci.558-E12: *Para enseñar biología es fundamental el conocimiento conceptual [de Biología] pero además se deben tener en claro unas estrategias para transmitir este conocimiento porque no es lo mismo tener en claro los conceptos para uno mismo que para transmitirlos.*

Ci.559-E9: *[además de saber la disciplina, para enseñar Biología] hay que saber “enseñar” transmitir esos conocimientos y dar bases para la resolución de problemas.*

Ci.561-E1: *me parece que el estar lleno de información no significa saber cómo transmitirla correctamente, para poder lograr esto el conocimiento biológico debe complementarse (nunca reemplazarse) por conocimiento pedagógico y sus diferentes corrientes.*

Ci.562-E3: *Para mí, es obvio que si se quiere enseñar biología se debe conocer la disciplina, pero también se debe complementar con conocimientos en química, física, etc. aunque no se pueden desprender los otros saberes.*

Ci.563-E6: *[Para enseñar Biología] Hay que tener una formación pedagógica y didáctica, cosa que permite una mayor probabilidad de éxito, ya que se tiene manejo de los métodos y metodologías en el los procesos de enseñanza y aprendizaje.*

Ci.564-E17: *[Para enseñar Biología] Es fundamental saber biología, pero no basta con eso, hay que tener conocimientos también de pedagogía.*

CUESTIONARIO FINAL (Cf):

- Unidades de información correspondientes a las contestaciones que los futuros profesores dan a la pregunta 6 del cuestionario:

¿El conocimiento de un profesor de Biología es diferente del conocimiento de un Biólogo? Explica tu respuesta.

Cf.273-E4: *El conocimiento del profesor tiene muchas más facetas, ya que necesita de otras fuera de los de la biología; el conocimiento biológico debe ser igual pero complementado con otros.*

Cf.274-E15: *[para el profesor de biología y para el biólogo] los conceptos pueden ser los mismos, la diferencia podría radicar en la metodología o estrategias que utilicen para hacer uso de ellos.*

Cf.275-E18: *Considero que si el profesor [de Biología] ha hecho análisis pedagógico del cómo enseñar. En otras palabras en este ejercicio se alterna el saber pedagógico y el saber disciplinar el biólogo solo se limita al saber disciplinar.*

Cf.276-E5: *[el profesor de Biología] ...en la capacidad que tiene para manejar un grupo estudiantil, para exponer relaciones entre el hombre y la naturaleza y la manera en que afecta a todo el entorno. Es capaz de “ser” un ser humano y de incluirse en todo proceso de transformación histórica y biológica.*

Cf.277-E19: *el profesor tiene como base el conocimiento del biólogo y lo complementa con la pedagogía que maneja para enseñar.*

Cf.279-E27: *el profesor de biología no solo debe tener una formación disciplinar, sino también pedagógica.*

Cf.280-E29: *un biólogo sabe la complejidad de la vida, un profesor de biología sabe como enseñarla y un poco más a grandes rasgos.*

Cf.281-E7: *Para el profesor de biología la biología puede ser un poco más superficial como es de suponer ya que su formación incluye la pedagogía.*

Cf.282-E8: *un biólogo tiene solamente el conocimiento disciplinar y le falta el pedagógico y humanístico y al profesor de biología en muchos casos le sobra pedagogía y humanismo y le falta el disciplinar, pero creo que se complementan. Eso depende de cada persona.*

Cf.283-E13: *en cuanto a conceptos [de Biología], puede que se halle la diferencia [entre el profesor de Biología y el biólogo] en cuanto a la cantidad o profundidad, pero el maestro mantiene aspectos principales que tratar sin desmerearlos. Además posee la capacidad de darlos a conocer de una manera práctica y pedagógica, algo que muy posiblemente se le dificulte a un biólogo.*

Cf.284-E22: *adicionalmente [a la formación en la disciplina biológica] el profesor de biología debe tener una formación integral pues en la interacción con los niños se hace necesario que conozca en qué etapa está el niño y según esta cuál es la mejor manera de enseñar.*

Cf.285-E23: *[entre el profesor de Biología y el biólogo] conocen los mismos principios lo que varía es que el profesor está capacitado para poder comunicar e instruir mejor a sus estudiantes.*

Cf.286-E2: *El manejo disciplinar debe ser completo en ambos casos [profesor de Biología y biólogo], el biológico debe manejar con mayor profundidad algunos aspectos, la diferencia está en el propósito con el cual se busca tener un manejo disciplinar adecuado en cada caso. Diferente en los aspectos más especializados en biología que maneja un biólogo y en aspectos pedagógicos y de desarrollo humano que maneja el profesor de biología.*

Cf.287-E14²: *[la formación del profesor de Biología y del biólogo] no debe ser diferente en la medida de el dominio conceptual o experimental, pero si en cuanto a la claridad y forma de aplicar el conocimiento. Aunque lamentablemente la diferencia en conocimiento que existe entre los dos no se puede negar, los profesores (algunos) tienen un conocimiento muy limitado y no están al margen de la comunidad científica.*

Cf.288-E24: *pienso que hay un básico [en la formación del profesor de Biología y del biólogo], esencial e importante que debe ser manejado por las personas que trabajen en la disciplina biológica, pero no se puede negar que el biólogo tiene la oportunidad de profundizar o especificar en una de las ramas de la biología.*

Cf.290-E11: *El conocimiento disciplinar es el mismo para los dos [profesor de Biología y biólogo], la diferencia es que el profesor de biología tiene una formación con énfasis en pedagogía, mientras que el biólogo como investigador.*

Cf.291-E12: *[profesor de Biología y biólogo] Difiere en la pedagogía, difiere en su objeto de estudio y trabajo.*

Cf.292-E9: *el profesor de biología aparte de tener conocimientos en cuanto a lo disciplinar, debe educarse en la parte pedagógica ya que debe lograr que sus futuros aprendices comprendan acerca del tema.*

Cf.293-E1: *En la realidad muchos biólogos son docentes, pero estos deberían poseer una educación pedagógica para realizar de mejor manera el ejercicio de la docencia.*

² No sistematizable para la presente subcategoría de investigación

Anexo 3. Unidades de Información

Cf.294-E3: *el profesor debe saber como hacer una transposición didáctica y precisamente para eso se estudia, pero el biólogo sabe los mismos conceptos pero no como aplicarlos en educación adecuadamente*

Cf.295-E6: *los profesores de biología además de tener dominio sobre los aspectos biológicos, deben tener un amplio conocimiento de la pedagogía y la didáctica.*

Cf.296-E17: *el profesor aprende pedagogía y el biólogo no aunque en lo disciplinar si debería ser muy similar.*

- Unidades de información correspondientes a las contestaciones que los futuros profesores dan a la pregunta 8 del cuestionario:

Qué piensas de la siguiente afirmación: **“Para enseñar Biología, basta con saber Biología”**. Explica tu respuesta.

Cf.321-E4: *la parte más difícil es enseñar y para eso se necesita desarrollar habilidades importantes en otros campos (las potencialidades desarrolladas en el trabajo pedagógico son muy importantes)*

Cf.322-E15: *[“Para enseñar Biología, basta con saber Biología”] los saberes son inútiles si no es posible que otros accedan a los mismos.*

Cf.323-E18: *Considero que para enseñar biología se debe saber la disciplina, lo mismo que saber enseñar la biología*

Cf.324-E5: *[“Para enseñar Biología, basta con saber Biología”] No!, basta con entender que tú eres una gota de lluvia entre tantas y tan diferentes! Se necesita conocer las características de los alumnos como humanos.*

Cf.325-E19: *creo que enseñar biología es también enseñar al alumno una forma de vida muy diversa que implica un cambio en la mentalidad.*

Cf.326-E21: *[“Para enseñar Biología, basta con saber Biología”] Es cierto en gran porcentaje, pues igual la forma de enseñar es muy subjetiva.*

Cf.327-E27: *[“Para enseñar Biología, basta con saber Biología”] el profesor tiene que saber como va a hacerse entender de sus estudiantes*

Cf.328-E7: *se puede saber mucha biología pero se debe aprender a enseñarla “echando mano” de todos los recursos disponibles, de ahí la creatividad con la que debemos contar los docentes.*

Cf.329-E8: *[para enseñar Biología] No basta con saber biología, es fundamental, pero no es lo único que se debe saber sino que se debe tener un conocimiento de la pedagogía a utilizar, y en la parte humanística una relación con el contexto.*

Anexo 3. Unidades de Información

Cf.330-E13: [“Para enseñar Biología, basta con saber Biología”] *No, por que caeríamos en la recitación de información, si es importante conocer la materia, pero además debe saberse como llevarla a los demás.*

Cf.331-E22: [para enseñar Biología] *Basta con saber biología y pedagogía, ya que para enseñar necesitas de saber hacerlo, para qué hacerlo, cuándo hacerlo... de lo contrario la biología pura se queda en el tablero o en el aire.*

Cf.332-E23: [para enseñar Biología] *Si nadie da de lo que no tiene, lo que agregaría sería que aparte de saber biología debe saber dar biología.*

Cf.333-E2: *creo que para la enseñanza, como primera medida, debe haber una base pedagógica y una formación humana, luego viene lo disciplinar.*

Cf.334-E14: [para enseñar Biología] *es necesario conocer biología. No se puede improvisar en el aula, pero la biología va de la mano con otras disciplinas [científicas] y debe ser comprendida, estudiada y enseñada de forma sistémica para que no sea vista como una clase costura³.*

Cf.335-E24: [para enseñar Biología] *no es suficiente tener conocimiento de la biología si no saber como explicarlo, mostrarlo, es como tener muchas cosas y no saber para que sirven, estoy segura que en la sociedad actual lo teórico no es relevante, si no va de la mano con elementos, estrategias que lo hagan asequible.*

Cf.336-E11: *para enseñar biología es necesario tener una formación como tal, que le permita utilizar herramientas didácticas, sensibilización y trabajo social.*

Cf.337-E12: [“Para enseñar Biología, basta con saber Biología”] *No basta, si es muy importante, pero hay que solo ponerse en los zapatos de los demás.*

Cf.338-E9: [para enseñar Biología] *hay que tener espíritu, facilidad de comunicación y alto grado de amor y disposición para enseñar.*

Cf.339-E1: *los contenidos disciplinares [biológicos] son fundamentales pero la enseñanza de la biología implica mucho más que el solo saberla, ya que el aprendizaje es muy complejo y los conocimientos pedagógicos deben incluirse.*

Cf.340-E6: [para enseñar Biología] *es necesario saber cómo enseñar y esto implica una formación en otras ciencias como la pedagogía y la didáctica.*

³ Trivial.

Anexo 3. Unidades de Información

Cf.341-E17: [para enseñar Biología] *No basta con saber biología únicamente, se necesita una formación en pedagogía para ser capaz de construir conocimiento junto con el alumno.*

SUBCATEGORÍA 2.2.: CONCEPCIONES SOBRE LAS FINALIDADES DE LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA

CUESTIONARIO INICIAL (Ci):

- Unidades de información correspondientes a las contestaciones que los futuros profesores dan a la pregunta 4.1 del cuestionario:

Escribe lo que piensas acerca de la siguiente afirmación expresada por un profesor de Biología de Secundaria: ***El principal propósito al enseñar Biología es conseguir que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad en la universidad y/o para acceder a un trabajo.***

Ci.164-E4: [“se enseña Biología para que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad y/o para acceder al trabajo”] *es respetable, más no lo comparto, el aprendizaje [y la enseñanza] de conceptos, temas y demás debe ser un medio no un fin, además estudiar para es poner un límite una barrera.*

Ci.165-E15: [el propósito de enseñar Biología] *cualquier ciencia, materia actividad que se haga por conseguir una nota, pierde su esencia. Los resultados no siempre son los que la nota expresa.*

Ci.167-E18: [“se enseña Biología para que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad y/o para acceder al trabajo”] *en este caso se enseña para cumplir un requisito no para la vida ni para conocimiento. En el enunciado tampoco se tiene en cuenta el ideal de ser cada vez mejor ser humano.*

Ci.169-E5: [el propósito de enseñar Biología] *...concientizar a los alumnos de quererse a si mismos y de amar y reconocerse frente al mundo...*

Ci.170-E19: [al enseñar Biología] *uno debe tener como propósito una interiorización de su realidad para hacer posible el aprendizaje de la biología, además actualmente no podemos decir que es solo para trabajo o estudio, es un estilo de vida.*

Ci.171-E21: [“se enseña Biología para que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad y/o para acceder al trabajo”] *demasiado seco, en algún momento práctico pero seco, sin trascendencia, creo que es un profesor que cumple por cumplir con su trabajo.*

Ci.172-E27: [“se enseña Biología para que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad y/o para acceder al trabajo”] *el hecho de aprobar exámenes no nos indica que el alumno se apropia o hizo una construcción de conocimiento. ... Antes de esto deberíamos indagar si hay filialidades hacia el estudio, pues sería un propósito motivarlos por la biología.*

Ci.173-E29: [el propósito de enseñar Biología] *en Colombia, en colegios se plantea la educación secundaria como elemento esencial en la*

prueba del ICFES⁴, y se dice que se enseña para lograr un buen resultado en este, pero a modo personal este hecho es bastante relevante en el sentido que tiene que trascender como interés en un estudiante, y no como un examen. Que se interese por una ciencia que en el futuro y desde ahora contribuye al progreso de todo el mundo.

Ci.174-E7: [el propósito de enseñar Biología] *me parece que más que aprobar exámenes es hacer que los estudiantes se apropien de lo que como profesores podemos ayudarles a conocer, [...] muchos de los estudiantes podrían pensar que si su trabajo y/o carrera universitaria no tiene nada que ver con la biología no habría porque aprenderla, es mostrar que nos sirve para la vida cotidiana.*

Ci.175-E8: [“se enseña Biología para que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad y/o para acceder al trabajo”] *es absurdo pensar que el profesor dicte su materia con el objetivo único de que sus estudiantes pasen a un mejor nivel social, sin dejarles una huella mas allá como el amor por nuestro entorno y con lo que vivimos y compartimos diariamente.*

Ci.176-E13: [el propósito de enseñar Biología] *el verdadero proposito a desarrollar en los estudiantes es el de investigar, reconocer su ambiente su lugar en donde habitan, reconocer que no somos el centro del planeta, que lo compartimos con los demás organismos.*

Ci.179-E22: [el propósito de enseñar Biología] *La biología no te ayuda a conseguir trabajo o cupo universitario, te ayuda a elegir una forma de vida. La biología te ayuda a ser más consciente del entorno.*

Ci.181-E23: [“se enseña Biología para que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad y/o para acceder al trabajo”] *el profesor que dijo esto, creo yo tiene una mentalidad netamente productiva, solo de transmisión de información para un objetivo, pero olvida que el conocimiento es más que eso, es alegría por entender el mundo que nos rodea.*

Ci.182-E2: *el fin de la enseñanza de la biología para mi debe ser amplio, trascendente para la persona.*

Ci.183-E14: [“se enseña Biología para que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad y/o para acceder al trabajo”] *no estoy de acuerdo. No es conseguir solo que aprueben un examen, esto puede lograrse de X manera y no indica que hayan aprendido realmente, NO SE DEBE ESTUDIAR POR NOTA.*

Ci.184-E24: [“se enseña Biología para que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad y/o para acceder al trabajo”] *no considero que para aprobar un examen o tener un trabajo se utilice la biología, pienso que esto subyace si se hace plantea la biología no como requisito en estos grados.*

⁴ Prueba de selectividad para acceder a los estudios universitarios.

Anexo 3. Unidades de Información

Ci.186-E11: [“se enseña Biología para que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad y/o para acceder al trabajo”] *no estoy de acuerdo con este propósito puesto que no se toman en cuenta los gustos afinidades o forma de ser de los estudiantes, solo se estudia por un examen*

Ci.187-E12: [“se enseña Biología para que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad y/o para acceder al trabajo”] *es un concepto demasiado simplista y pobre porque me gustaría preguntarle al profe: ¿cuando acabemos con el planeta, podremos comer billetes?*

Ci.188-E9: *el propósito [al enseñar Biología] debe ser la interacción del ser humano con su entorno y consigo mismo. El enseñar biología sin importar su propósito debe ser mas que una cuestión de notas es casi como cultura general, esta en todo nuestro entorno.*

Ci.192-E1: *la enseñanza de la biología debe implicar el que los estudiantes vean que esta les aporta a su vida [cotidiana] conocimiento que pueden utilizar para algo mas que aprobar un examen.*

Ci.193-E3: *la enseñanza de ciencias naturales lo que busca es mejorar la actitud y pensamiento de las personas con respecto a su ambiente*

Ci.194-E6: [el propósito de enseñar Biología] *la biología es algo que esta en todo momento de nuestras vidas, somos seres vivos y que mejor que lograr conocernos.*

Ci.195-E17: *pienso que es mas importante [enseñar Biología] hacerlo para comprender el mundo.*

CUESTIONARIO FINAL (Cf):

- Unidades de información correspondientes a las contestaciones que los futuros profesores dan a la pregunta 4.1 del cuestionario:

Escribe lo que piensas acerca de la siguiente afirmación expresada por un profesor de Biología de Secundaria: ***El principal propósito al enseñar Biología es conseguir que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad en la universidad y/o para acceder a un trabajo.***

Cf.67-E23: [el propósito al enseñar Biología] *es la rigurosidad acerca del trabajo y la preparación para mejorar la vida.*

Cf.68-E12: [“se enseña Biología para que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad y/o para acceder al trabajo”] *Idea pobre, mediocre, simplista y materialista, no cumple ninguno de los objetivos de la biología más que es de sobrevivir egoístamente.*

Anexo 3. Unidades de Información

Cf.69-E19: [“se enseña Biología para que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad y/o para acceder al trabajo”] *Si se logra un proceso de enseñanza significativo no hay necesidad de preocuparse por un examen, además ese sería un objetivo inmediatista. Es un mediocre*

Cf.71-E21: [“se enseña Biología para que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad y/o para acceder al trabajo”] *En cierto sentido tiene razón, aunque es un visión muy triste y pobre sobre su trabajo como docente*

Cf.72-E4: [“se enseña Biología para que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad y/o para acceder al trabajo”] *No estoy de acuerdo, por el contrario este es un gran obstáculo en el desarrollo de cualquier área.*

Cf.73-E15: [“se enseña Biología para que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad y/o para acceder al trabajo”] *No en todas las universidades se requiere tener un conocimiento biológico para ingresar. La biología que se enseña debe servirle al estudiante para resolver los problemas de su vida diaria.*

Cf.74-E18: *considero que uno de los principales propósitos de la biología [de enseñarla] es sensibilización por la vida y desde esta forma un ser más humano con una buena relación hombre-naturaleza.*

Cf.75-E5: [“se enseña Biología para que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad y/o para acceder al trabajo”] *Eso no es profesor... demasiado conductista para mi, creo que el propósito de la disciplina y el rigor, es lograr responsabilidad sin tensión ni estrés, de esta manera los alumnos utilizan su autonomía y acceden a las evaluaciones sin el “mero” pensamiento de una nota.*

Cf.76-E29: *No me parece que un examen sea el propósito de enseñar, es más el que un estudiante logre comprender y relacionar lo que se le esta enseñando con lo cotidiano.*

Cf.77-E7: [el propósito de enseñar Biología] *en este momento y como debió haber sido desde un comienzo la educación debe preparar para la cotidianidad no para un examen. No, tanto la biología como cualquier otra disciplina que se aprenda debe servir para su aplicabilidad en el diario vivir.*

Cf.78-E8: *considero que el enseñar biología va más allá de una aprobación de exámenes, es un cambio de pensamiento para mejorar la calidad de vida.*

Cf.79-E13: *uno de sus propósitos [al enseñar Biología] es ayudar en la comprensión de que la vida no se da de manera aislada, que todo el medio influye en su desarrollo, y es más importante “enseñar” que somos estructuras que dependemos de muchas variables, que es mucho más que memorizar conceptos sin construir conocimiento.*

Anexo 3. Unidades de Información

Cf.80-E22: [el propósito de enseñar Biología] *La biología tiene un trasfondo mas amplio- es la ciencia de la vida para mejorar la vida.*

Cf.81-E2: [“se enseña Biología para que los alumnos aprueben exámenes para la selectividad y/o para acceder al trabajo”] *Yo no creo que ese sea el propósito principal, creo que a este profesor solo le interesa el beneficio económico o social que pueda traer el aprendizaje, lo instrumentaliza. Es un planteamiento retrógrado y simplista que carece de trascendencia. Ve la educación como un medio para un fin práctico y pecuniario.*

Cf.82-E14: *El objetivo de la enseñanza de la biología debe salir del transmisionismo pues esto es un factor limitante para el pensamiento de los alumnos, el objetivo no es estudiar por una nota o para pasar un examen, por el contrario cualquier cosa que se enseñe debe servir para la vida, para sentar bases de pensamiento crítico y reflexivo.*

Cf.83-E24: *pienso que el propósito de enseñar biología es mostrarle y motivar procesos de concientización a los estudiantes que lo natural no es algo que esta para utilizar, si no que al igual que nosotros, en la naturaleza hay organismos con los cuales compartimos características y que no somos tan diferentes. Luego si los estudiantes han comprendido será más fácil que lo apliquen.*

Cf.84-E27: [el propósito de enseñar Biología] *debe ser crear un conocimiento llevando a cabo proceso de experimentación, formulación de hipótesis, sea capaz de interpretar, argumentar y comprender un tema determinado.*

Cf.85-E11: [el propósito de enseñar Biología] *interiorizar y construir conocimiento de cada uno de los estudiantes*

Cf.86-E9: *el principal propósito [de enseñar Biología] es el de crear un ser humano integro, alguien con bases para poder desempeñarse en el medio. creo que el propósito mencionado por el maestro es el que se esperaba cumplir hace unos años atrás, el de ahora es el que el estudiante tenga bases para entender el por qué existe, para qué y cómo, además cuales son sus relaciones con el medio.*

Cf.87-E1: *creo que el principal propósito de la enseñanza de la biología es el de generar perspectivas científicas en el estudiante para que pueda interiorizarlas y así enriquecer sus saberes.*

Cf.88-E3: *El principal propósito [de enseñar Biología] no es conseguir que el estudiante pase los exámenes y mucho menos que esas notas sea lo único en tener en cuenta para el futuro del estudiante, lo principal al enseñar biología es que el estudiante cambie su forma de pensar hacia la ciencia y eso le sirva para su cotidianidad.*

Anexo 3. Unidades de Información

Cf.89-E6: [el propósito de enseñar Biología] *somos organismos vivos que es muy importante entender la magnitud de lo que significan las relaciones que lo permiten.*

Cf.90-E17: *Es equivocado pensar que el único fin de la enseñanza en biología es acceder a un trabajo o universidad y la utilización de un examen como forma de discriminación de todo un proceso no me parece lo más adecuado.*

SUBCATEGORÍA 2.3.: CONCEPCIONES SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA

CUESTIONARIO INICIAL (Ci):

- Unidades de información correspondientes a las contestaciones que los futuros profesores dan a la pregunta 4.3 del cuestionario:

Escribe lo que piensas acerca de la siguiente afirmación expresada por un profesor de Biología de Secundaria: ***En las clases de Biología lo que se debe hacer primero es explicar los conceptos teóricos y luego comprobarlos en la práctica mediante la realización de prácticas de laboratorios.***

Ci.232-E4: [al enseñar Biología] *no todos los temas se pueden comprobar en un laboratorio, además pienso que muchas de las cosas no es necesario comprobarlas [...]*

el orden la secuencialidad no es algo inalterable y este se da según el ritmo del momento.

Ci.233-E15: [al enseñar Biología primero se explican los conceptos teóricos y luego se comprueban en la práctica] *No solo explicar, pero a partir de la práctica también se pueden obtener conceptos.*

Ci.235-E18: *el orden en cuanto a la metodología de enseñanza de la biología se podía iniciar empleando los dos sistemas [primero la práctica y luego la teoría, ó viceversa] sin importar cual es primero se podrían alternar.*

Ci.236-E27: [al enseñar Biología primero se explican los conceptos teóricos y luego se comprueban en la práctica] *me parece una forma viable mas no necesariamente “ lo que se debe hacer”. Existen muchas formas de explicar la vida, y la historia nos muestra que la observación es una de ellas.*

Ci.238-E29: [al enseñar Biología primero se explican los conceptos teóricos y luego se comprueban en la práctica] *es una buena forma, sin embargo, la practica aparece como una forma de reforzar y esta podría ser una forma de llegar a los conceptos mediante la comprobación de sucesos.*

Ci.239-E7: [...] *me parece que el trabajo teórico es tan importante como el practico, pero debe ir primero en el proceso de la enseñanza. Una buena base teórica incrementa la probabilidad de éxito de las prácticas de laboratorio.*

Ci.241-E8: [al enseñar Biología] *no se puede desligar la practica de la teoria, pero no es una ley primero la teoría y luego la practica, se puede experimentar y luego que los estudiantes investiguen que paso con ese resultado y no darles todo “masticado”.*

Anexo 3. Unidades de Información

Ci.242-E13: [al enseñar Biología primero se explican los conceptos teóricos y luego se comprueban en la práctica] *No necesariamente, acaso no se logra comprender mejor los fenómenos si a partir de la practica se desarrollan conceptos?, que posteriormente se confrontaran con discursos de los biologos*

Ci.244-E22: [al enseñar Biología] *nuestro esquema memoristico nos ha traido muchos problemas, tanto que aun no entendemos la importancia de lo que hacemos a la naturaleza y no perpetuamos conocimientos sino lo repetimos. Sin ningún gusto por explotarlo.*

Ci.245-E19: [al enseñar Biología] *este será un tema de polémica ya que se cae en la situación “ si primero el huevo o la gallina” a mi forma de ver esta situación los 2 métodos [primero la práctica y luego la teoría, ó viceversa] pueden dar resultados, pero acorde al proceso científico sería primero explicar esa teoría y luego corroborarla y discutirla con la práctica experimental.*

Ci.246-E14: [al enseñar Biología] *creo que el alumno debe tener la oportunidad de interactuar con lo que aprende y la practica es una herramienta de aula que complementa el aprendizaje. Pero no creo que siempre deba ir primero la teoria [y después la práctica].*

Ci.247-E24: [al enseñar Biología] *la teoría y la practica van de la mano para que haya continuidad.*

Ci.248-E23: [al enseñar Biología] *primero, los estudiantes deberían traer [a clase] preparados los temas y no convertirse en una típica clase en que el profe dicta los conceptos.*

Ci.249-E11: [al enseñar Biología] *me parece que si es indispensable la teoría y la practica pero existen muchas mas herramientas pedagogicas para hacer una clase.*

Ci.250-E12: [al enseñar Biología primero se explican los conceptos teóricos y luego se comprueban en la práctica] *no siempre debe ser así. En muchas ocasiones se debe partir de una experiencia de los alumnos con el mundo y debemos tener en cuenta en qué contexto fue criado el muchacho ¿ que conoce del mundo?*

Ci.251-E9: [al enseñar Biología primero se explican los conceptos teóricos y luego se comprueban en la práctica] *completamente de acuerdo aunque podrian realizarse al tiempo y seria mucho mas enriquecedor ya que se explicarian los conceptos y a su vez se podria realizar la practica donde se evidencia el objeto de estudio.*

Ci.254-E1: [al enseñar Biología primero se explican los conceptos teóricos y luego se comprueban en la práctica] *la rigurosidad de seguir ese orden no me parece necesaria en todas las clases, sin embargo este orden propuesto me parece bueno y práctico.*

Anexo 3. Unidades de Información

Ci.255-E3: [al enseñar Biología] *el laboratorio lo que hace es acercar el conocimiento a nuestra vida diaria, así el estudiante aprende y relaciona lo teórico con lo práctico. El comprobar en la práctica pienso que se refiere a entender la teoría.*

Ci.256-E6: [al enseñar Biología] *creo que se debe acercar al estudiante a una concientización de la importancia que tiene la biología y de ahí buscar construir preguntas hipótesis, luego usar referencias bibliográficas y las corroboraciones el alumno debe estar en capacidad de buscarlas.*

Ci.257-E17: [al enseñar Biología primero se explican los conceptos teóricos y luego se comprueban en la práctica] *estoy de acuerdo, aunque también se podría hacer lo contrario ya que las dos actividades siempre se van a contemplar.*

- Unidades de información correspondientes a las contestaciones que los futuros profesores dan a la pregunta 4.6 del cuestionario:

Escribe lo que piensas acerca de la siguiente afirmación expresada por un profesor de biología de Secundaria: ***Enseñar biología consiste fundamentalmente en explicar con claridad los principales contenidos de la asignatura.***

Ci.338-E4: [...] *pienso que “enseñar” ya sea biología, matemáticas o cualquier otra área encierra un significado mayor [que explicar con claridad los principales contenidos]; buscar el crecimiento personal del estudiante, hacer más grata su vida, incentivarlo para que transforme lo que siente que no está bien y cultive lo que sí, que comprenda y respete otras ideas y situaciones que no dependen solo de él podría ser el fin de enseñar biología.*

Ci.340-E18: *Considero que en las ciencias experimentales para su enseñanza-aprendizaje es indispensable alternar entre la teoría y práctica (laboratorios). No solo explicar.*

Ci.341-E5: ... *pienso que enseñar biología no es solo explicar, determina un proceso de concientización tanto para la materia como para la formación como persona.*

Ci.342-E27: [al enseñar Biología] *yo estoy de acuerdo con que toda asignatura debe tener contenidos, pero esos contenidos deben ser útiles para la vida y si eso se demuestra, de pronto es más fácil que los estudiantes se apropien del conocimiento y en dado caso lo produzcan.*

Ci.343-E29: [enseñar Biología] *Consiste en explicar los fenómenos naturales que nos rodean y relacionarlos con los intereses de los estudiantes.*

Ci.344-E7: [enseñar Biología] *es fundamental la explicación clara de los conceptos pero también lo es el hecho de poder apropiarlos para la vida cotidiana y lograr vincularlos no solo con los otros contenidos de la disciplina sino también con los de otras asignaturas.*

Anexo 3. Unidades de Información

Ci.345-E8: *considero que el enseñar biología va más allá del simple contenidos (de su explicación), es ver y pensar el mundo de una forma distinta concientizarnos de que nuestro entorno es afectado por nosotros y veseversa, la ventaja de la biología es de que tratamos con seres vivos y su relación sistémica.*

Ci.346-E13: [Enseñar Biología consiste fundamentalmente en explicar con claridad los principales contenidos de la asignatura] *No necesariamente, pero si es preciso realizar una interpretación de los mismos, buscando construir una “red de asociación” en la que los estudiantes logren relacionar más de un concepto en una determinada situación problema.*

Ci.347-E22: [al enseñar Biología] *Los contenidos son importantes pero más aún es que lo poco lo puedan aplicar a lo cotidiano, muchas veces los contenidos carecen de cosas realmente importantes que hacen parte de la vida y por ausencia de ellos perdemos muchos alumnos.*

Ci.348-E21: [al enseñar Biología] *es importante el saber disciplinar de la asignatura y tener continuidad conceptual para explicar, se debe tener en cuenta las pequeñas cosas o “subtemas” importantes.*

Ci.349-E2: [Enseñar Biología consiste fundamentalmente en explicar con claridad los principales contenidos de la asignatura] *Creo que las palabras “contenidos de la asignatura” denotan una limitación muy grande que el docente le pone a su oficio, no me parece que explicar sea el fundamento.*

Ci.350-E14: [Enseñar Biología consiste fundamentalmente en explicar con claridad los principales contenidos de la asignatura] *Si es necesario y fundamental explicar con claridad, de esto depende que el estudiante pueda interpretar y comprender lo que se le enseña, pero la biología no se debe quedar en contenidos, también debe reflejar un aporte a un contexto que puede ser social.*

Ci.351-E24: [Enseñar Biología] *No es solamente explicar los contenidos [conceptuales], también es buscar la forma de que estos sean comprendidos desde una visión real, es decir fundamentados con ejemplos de la cotidianidad, tratando de establecer redes de relación entre unos y otros, para que así la biología en el colegio no sea solo vista como el conocer los animales, las plantas y nuestro organismo sino también qué tenemos que ver los unos con los otros y de qué manera se dan y funcionan la relaciones.*

Ci.352-E23: [Enseñar Biología consiste fundamentalmente en explicar con claridad los principales contenidos de la asignatura] *No, creo hay otros aspectos que entran en juego cuando uno es maestro, no debe limitar a explicar conceptos.*

Ci.353-E11: [Enseñar Biología consiste fundamentalmente en explicar con claridad los principales contenidos de la asignatura] *Lo anterior me genera una inquietud, ¿y dónde queda lo que yo se? O acaso soy una caneca donde solo se*

llena de conocimiento que me ofrece el profesor. No se promueve a construir y generar duda.

Ci.354-E12: *Enseñar biología consiste en despertar el interés por el planeta azul, significa generar conciencia de las necesidades del hombre y de las demás especies en pro de un sostenimiento sin deteriorar la tierra.*

Ci.355-E9: [Enseñar Biología consiste fundamentalmente en explicar con claridad los principales contenidos de la asignatura] *Tal vez, además es relacionar esos contenidos con lo que nos rodea y por que no salirse un poco del esquema y llevarlos a la realidad.*

Ci 357-E1: [al enseñar Biología] *Explicar los contenidos con claridad es fundamental, pienso que basándose en ellos una clase puede tomar alternativas didácticas para impartir el conocimiento.*

Ci.358-E3: *es importante enseñar el contenido temático pero la biología no solo se limita a esto, va más allá del contenido y trasciende a los proyectos de vida de cada estudiante.*

Ci.359-E6: [Enseñar Biología consiste fundamentalmente en explicar con claridad los principales contenidos de la asignatura] *Es más que eso, es inducir al estudiante a la comprensión de su entorno usando los referentes teóricos pero teniendo como principal herramienta el contacto vivencial del estudiante, propiciando su capacidad de asombro.*

Ci.360-E17: [Enseñar Biología] *Creo que consiste en enseñar contenidos en parte, pero también es importante hacer que se apropien de los temas y los asimilen con claridad para su vida diaria*

CUESTIONARIO FINAL (Cf):

- Unidades de información correspondientes a las contestaciones que los futuros profesores dan a la pregunta 4.3 del cuestionario:

Escribe lo que piensas acerca de la siguiente afirmación expresada por un profesor de Biología de Secundaria: ***En las clases de Biología lo que se debe hacer primero es explicar los conceptos teóricos y luego comprobarlos en la práctica mediante la realización de prácticas de laboratorios.***

Cf.115-E4: [al enseñar Biología primero se explican los conceptos teóricos y luego se comprueban en la práctica] *Es una secuencia muy lineal que no siempre funciona, y no es explicable en todas las prácticas. Pienso que el estudiante debe llegar a la construcción de conceptos por medio de experiencias y reflexiones, incluso prácticas de laboratorio (aunque no siempre son necesarias).*

Anexo 3. Unidades de Información

Cf.116-E15: [al enseñar Biología] *La teoría es muy importante en el proceso educativo, pero por medio de la práctica también es posible obtener conocimiento. La explicación no basta.*

Cf.117-E18: *Considero que en el “proceso” de enseñanza aprendizaje estos dos recursos [teoría y práctica] para la construcción de conocimiento se podrían alternar dependiendo del requerimiento que se manifieste por parte de los educandos. Lo único importante no es la explicación.*

Cf.118-E5: [para enseñar Biología] *No existen reglas ni pasos ni siquiera debería existir el tiempo, pero porque carajos nunca enseñamos nada de historia, no hablamos de la condición social y económica en que se produjeron los conocimientos.*

Tal vez es bueno relacionar la historia en el tiempo con los hechos y lograr sensibilizarnos con las actitudes diarias.

Cf.119-E19: [al enseñar Biología primero se explican los conceptos teóricos y luego se comprueban en la práctica] *Eso siempre se esta haciendo y nunca es tan rígido. No sólo explicación.*

Cf.120-E21: [al enseñar Biología primero se explican los conceptos teóricos y luego se comprueban en la práctica] *No solo explicar. Es una buena idea, aunque puede ser mejorada para integrar las dos actividades en una sola.*

Cf.121-E27: [al enseñar Biología] *Las prácticas de laboratorio son un buen instrumento para el aprendizaje, pero no quiere decir que sea el único método exitoso, ni la explicación, o que lo sea para todos*

Cf.122-E29: [al enseñar Biología] *Me parece que se aprenden primero si son tangibles es decir si se ve el fenómeno y luego se le pueden anexar las adecuaciones.*

Cf.123-E7: [al enseñar Biología primero se explican los conceptos teóricos y luego se comprueban en la práctica] *No, aunque considero que esa metodología es buena, también se puede invertir el proceso. Considero que esto no es tan estricto, pero si deben hacer con mayor frecuencia en este orden, aunque el invertir el proceso también puede darnos resultados significativos.*

Cf.124-E8: [al enseñar Biología] *El orden de los factores no altera el resultado, porque depende de la metodología que se lleve a cabo, pues primero se puede experimentar y luego realizar el trabajo teórico y viceversa, lo importante es que los estudiantes aprendan no importando en mucho el método.*

Cf.125-E13: [al enseñar Biología] *Más allá de recitar todo un conjunto de conceptos, considero que es pertinente, que se conozca de donde salen; que se identifiquen y se desarrollen en cada mente; no decir tal concepto es dos puntos..... y empezar a recitarlos, preferiblemente indagar, descubrir y construir.*

Anexo 3. Unidades de Información

Cf.126-E22: [al enseñar Biología primero se explican los conceptos teóricos y luego se comprueban en la práctica] *es un buen procedimiento ya que no todo se puede corroborar en clase habría ciertas inconsistencias en la afirmación. La explicación no es todo.*

Cf.127-E23: [al enseñar Biología primero se explican los conceptos teóricos y luego se comprueban en la práctica] *Puede ser en doble vía ya que se puede hacer una fundamentación (no solamente explicar) y luego una práctica o práctica y luego teoría.*

Cf.128-E2: [al enseñar Biología primero se explican los conceptos teóricos y luego se comprueban en la práctica] *Esta manera de trabajo es, por lo menos, un poco más consecuente con el aprendizaje, a pesar de que para mí no es lo ideal. Es una manera cuadriculada y rígida de manejar la enseñanza de la biología, pero está vigente y en ciertos aspectos no me parece del todo inválida.*

Cf.129-E14: [al enseñar Biología] *creo que en el método científico, el primer paso de la observación, debe dar pautas para que los alumnos se inquieten y quieran conocer más. Aunque en el aula no se realiza el método científico como lo hace un científico, se puede partir de la experiencia para comprender un concepto, esto depende del profesor, pero lo importante es que ese concepto teórico sea familiar, para los alumnos y comprendan el ¿por qué?, ¿cómo?, y ¿para qué? De lo que aprenden.*

Cf.130-E24: [al enseñar Biología] *se puede empezar de un elemento (ejemplo) práctico o cotidiano para llegar a los conceptos teóricos, teniendo la posibilidad de que los estudiantes potencialicen la capacidad de abstracción y no solo la repetición de los conceptos.*

Cf.132-E11: [al enseñar Biología primero se explican los conceptos teóricos y luego se comprueban en la práctica] *No siempre los dos pueden complementarse y utilizarse simultáneamente como herramientas didácticas de aprendizaje.*

Cf.133-E12: [al enseñar Biología primero se explican los conceptos teóricos y luego se comprueban en la práctica] *No es camisa de fuerza, se puede proceder de maneras diferentes dependiendo del profesor y la disposición del alumno además de sus conceptos previos.*

Cf.134-E9: [al enseñar Biología primero se explican los conceptos teóricos y luego se comprueban en la práctica] *es una manera pero depende de la capacidad de comprensión del estudiante pues para algunos es mejor así, pero para mi por ejemplo es más fácil aprender los conceptos teóricos mediante ejemplo que luego se pueden corroborar con la realidad.*

Cf.135-E1: [al enseñar Biología primero se explican los conceptos teóricos y luego se comprueban en la práctica] *Me parece que esto es efectivo, sin embargo puede hacerse a la inversa para que un estudiante comprenda los resultados de sus experimentos, pero creo que esto requiere de una autonomía por parte de*

ellos que muchas veces no se logra sino con exigencias previas que en este caso sería la apropiación de conceptos antes de un laboratorio.

Cf.136-E3: *Debido a que la biología es una ciencia experimental, es obligatorio tener una etapa práctica relacionada con la observación, pero en el aula el orden no es necesario, desde que se realice la confrontación de lo observado con lo teórico.*

Cf.137-E6: [al enseñar Biología primero se explican los conceptos teóricos y luego se comprueban en la práctica] *No creo que debe ser así de riguroso, aunque estas dos cosas deben ir de la mano, pienso que la dinámica del grupo es la que señala cuando y como se deben acoplar las cosas.*

Cf.138-E17: *El conocimiento y aprendizaje no tiene un proceso lineal, lo anterior [al enseñar Biología primero se explican los conceptos teóricos y luego se comprueban en la práctica] sería algo aceptable pero no estricto.*

- Unidades de información correspondientes a las contestaciones que los futuros profesores dan a la pregunta 4.6 del cuestionario:

Escribe lo que piensas acerca de la siguiente afirmación expresada por un profesor de Biología de Secundaria: ***Enseñar Biología consiste fundamentalmente en explicar con claridad los principales contenidos de la asignatura.***

Cf.183-E4: [Enseñar Biología consiste fundamentalmente en explicar con claridad los principales contenidos de la asignatura] *No comparto la afirmación ya que los contenidos son importantes pero no lo es todo, además no deben ser un fin sino un medio. Como lo dije anteriormente se debe llegar al concepto no que el maestro lo explique.*

Cf.185-E5: [Enseñar Biología] *consiste en permitir que los alumnos evidencien que existen relaciones entre la ciencia, tecnología y sociedad y que lo importante no es que yo “sepa explicar” sino que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea de dos miembros no de uno solo.*

Cf.186-E27: *En los últimos días he estado cuestionándome si [al enseñar Biología] es mejor el conocimiento por lo práctico, lo cotidiano, o si el conocimiento por el placer de conocer, el gusto.*

Cf.187-E29: [Enseñar Biología] *Consiste en explicar fenómenos, en acercar a la relación hombre-naturaleza.*

Cf.188-E7: [Enseñar Biología consiste fundamentalmente en explicar con claridad los principales contenidos de la asignatura] *Más que explicarlos, es lograr que se hagan prácticos en la vida de los estudiantes y desde la biología fomentar una formación integral. Más que explicarlos que es importante es lograr establecer las relaciones entre estos.*

Anexo 3. Unidades de Información

Cf.189-E8: [Enseñar Biología consiste fundamentalmente en explicar con claridad los principales contenidos de la asignatura] *No es suficiente, pues es necesario que esta “materia” o “asignatura” trascienda en la mente de los estudiantes, para que cambien de forma de pensar y puedan ver más allá de lo común, y de la cotidianidad y tengan la alternativa de cambiar esta sociedad con la investigación y el pensamiento biológico.*

Cf.190-E13: [Enseñar Biología consiste en] *saber cómo relacionar los conceptos y tejer una dinámica con los mismos posibilita una aproximación a la interpretación y apropiación de los fenómenos que suceden*

Cf.192-E2: [Enseñar Biología consiste fundamentalmente en explicar con claridad los principales contenidos de la asignatura] *creo que con una explicación que se limite a los contenidos no es para nada parecida al aprendizaje ideal. Esta idea no es en resumen lo que debe ser la enseñanza/aprendizaje de la biología, pero sí es un aspecto importante el de una explicación clara.*

Cf.193-E14: [explicar con claridad los principales contenidos] *esto es parte de enseñar biología. Se parte de conceptos para enseñar biología, pero además se deben comprender e interrelacionar con la explicación de la vida, la biología no se debe enseñar aislada de otras asignaturas pues su comprensión implica tener un conocimiento holístico en ciencias.*

Cf.194-E24: [Enseñar Biología consiste fundamentalmente en explicar con claridad los principales contenidos de la asignatura] *en parte es importante que los contenidos sean claros, pero no es lo único, insisto que necesita algo complementario que muestre la claridad y acertados que son los contenidos para la cotidianidad de los estudiantes.*

Cf.196-E11: *Enseñar biología consiste en abrir espacios que les permita a los estudiantes participar aceptarse, valorarse y transformar conceptos cotidianos a científicos, desde su propio proceso y la orientación docente. Además de eso [explicar con claridad los principales contenidos de la asignatura] consiste en contextualizar esos contenidos en la vida diaria.*

Cf.198-E9: *enseñar biología, es enseñar el origen de la vida, su funcionamiento y relaciones, de acuerdo a unos parámetros dados por el programa curricular.*

Cf.199-E1: [al enseñar Biología] *Los contenidos son importantes y fundamentales pero creo que esa no debe ser la finalidad de la biología ni de las otras disciplinas científicas, puesto que desde ellas se puede y debe generar una actitud de conciencia crítica y no de aprendizaje memorístico; por medio de las relaciones CTS puede darse un acercamiento.*

Cf.201-E3: [Enseñar Biología consiste fundamentalmente en explicar con claridad los principales contenidos de la asignatura] *Además de eso, es contextualizarlo y aplicarlos. El papel del docente no es explicar sino enseñar.*

Anexo 3. Unidades de Información

Cf.202-E6: [enseñar Biología] *Para mí es la capacidad que tiene el maestro de orientar en sus estudiantes la posibilidad que cada uno construya sus explicaciones y arme un discurso.*

Cf.203-E17: [al enseñar Biología] *lo fundamental es el construir una capacidad crítica y pensamiento científico en el alumno.*

SUBCATEGORÍA 2.4.: CONCEPCIONES SOBRE EL CONOCIMIENTO BIOLÓGICO ESCOLAR

CUESTIONARIO INICIAL (Ci):

- Unidades de información correspondientes a las contestaciones que los futuros profesores dan a la pregunta 4.7.a. del cuestionario:

Escribe lo que piensas acerca de la siguiente afirmación expresada por un profesor de Biología de Secundaria: ***La Biología que se enseña en Secundaria debe ser un resumen de la que se aprende en la carrera de Biología en la Universidad.***

Ci.363-E18: [la Biología que se enseña en Secundaria] *Deberían ser bases o nociones por ejemplo determinar un sistema vivo y su relación con el entorno.*

Ci.381-E4: *...En conclusión la biología enseñada en secundaria debe estar de acuerdo con el momento, edad e intereses de los estudiantes en ese proceso. Tener el mismo rigor de los científicos.*

Ci.383-E5: *... como así?, osea que si no voy a cursar biología en la U [Universidad] entonces, de malas, el resumen en secundaria me lo da!, no!, todo se entiende y se aprende en su debido momento, la biología de secundaria, pienso!, debe generar intriga y a la vez satisfacción.*

Ci.384-E19: *Implemente hasta donde más se pueda [contenidos de Biología, en comparación con los que se aprenden en la Universidad] además recordar que son estudiantes de secundaria debe saber que es obligación del maestro guiar al alumno y por ende a futuro.*

Ci.385-E21: [la Biología que se enseña en la Secundaria en comparación con la se aprende en la Universidad] *Pues no es resumen pero si una aproximación.*

Ci.386-E27: [la Biología que se enseña en la Secundaria no debe ser un resumen de la se aprende en la Universidad] *No, creo que hay que tener en cuenta las necesidades inmediatas de los estudiantes y las pautas que la sociedad les exige para sobrevivir. ... Además, mas que enseñar biología es como darles unas pautas que les sirvan para vivir, no creo que muchos quieran ser biólogos. Hay que tener en cuenta sus intereses. Tal vez no debería ser así [que la Biología enseñada en Secundaria sea un resumen de la impartida en Universidad] por el contrario deberían implementarse otras cosas como aquellas que son vivo debate al momento de enseñar, aunque se debe tener en cuenta que las limitaciones de tiempo lleven a los maestros a hacer resumen extremado de la disciplina.*

Ci.389-E8: *Puede que si [la Biología que se enseña en Secundaria debe ser un resumen de la se aprende en la Universidad], pero el objetivo principal no es ese*

Anexo 3. Unidades de Información

sino que los estudiantes comprendan su mundo y valoren la vida, y si es necesario que sea un resumen de la carrera que se haga.

Ci.390-E13: [la Biología que se enseña en Secundaria] *Tanto como un resumen [de la Biología que se aprende en la Universidad] no, mejor una introducción fundamentada con suficientes argumentos interpretativos y formativos, para lograr si no un completo dominio de ellos, mínimo una comprensión lógica e interiorizada.*

Ci.391-E22: *No, la biología no debe ser resumida si no expuesta de tal forma que no tenga peso la cantidad si no la calidad de los conceptos, un buen concepto resumido puede perder la calidad de su “esencia”.*

Ci.394-E14: *No un resumen [de la Biología que se aprende en la Universidad], en secundaria debe existir un muy buen nivel académico y lo que se ve en biología debe ser muy básico, para que contribuya en el proceso de formación de cualquier persona, si es para que luego se convierta en profesional, debe dar puertas abiertas para ampliar y profundizar el conocimiento.*

Ci.395-E24: *No [la Biología que se enseña en Secundaria debe ser un resumen de la se aprende en la Universidad], la biología de la secundaria debe ser la base conceptual en lo teórico y práctico sobre la cual en la universidad se pueda seguir en secuencia de conceptos y avanzar en complejidad (entendida esta como la confluencia de múltiples factores que se relacionan entorno a determinada situación). [...] Para que exista mayor comprensión del mundo biológico que permita su utilización racional y una conservación adecuada.*

Ci.400-E11: *La biología no es solo contenido [conceptual], es un camino abierto para comprender la naturaleza, y eso es lo que se debe generar a los estudiantes. No estoy de acuerdo con lo anterior [la Biología que se enseña en Secundaria debe ser un resumen de la se aprende en la Universidad].*

Ci.404-E9: *No!!! Pues la biología de la U. [Universidad] no tiene que ver con la del colegio ya que en este se aprende la biología a un nivel general donde se abordan temáticas específicas del hombre y su entorno. Y en la U. el estudio es más profundo además se estudia con un fin “ser maestros de biología”.*

Ci.407-E1: [la Biología que se enseña en Secundaria debe ser un resumen de la se aprende en la Universidad]; *No! Seria terrible donde ocurriera eso pues pasar por cantidad de temas rápidamente y por encima dejaría enormes vacíos pues un estudiante de secundaria debe conocer a fondo la biología general para decidir si quiere profundizarla estudiando biología como carrera.*

Ci.408-E3 [la Biología que se enseña en Secundaria debe ser un resumen de la se aprende en la Universidad] *Si estoy de acuerdo, ya que sin importar que el estudiante bachiller quiera seguir la carrera de biología, el enseñarla bien en secundaria difunde un conocimiento y conciencia científica para la vida del mismo estudiante.*

Anexo 3. Unidades de Información

Ci.410-E6: [la Biología que se enseña en Secundaria debe ser un resumen de la se aprende en la Universidad] *No necesariamente; los temas como tal, deben ser orientados por los intereses de los estudiantes.*

Ci.411-E17: [la Biología que se enseña en Secundaria debe ser un resumen de la se aprende en la Universidad] *No necesariamente, hay temas que deben contener pero no creo que todo sea tan necesario de aprender para un alumno del colegio.*

- Unidades de información correspondientes a las contestaciones que los futuros profesores dan a la pregunta 4.7.b. del cuestionario:

Escribe lo que piensas acerca de la siguiente afirmación expresada por un profesor de biología de Secundaria. ***La Biología que se enseña en secundaria se debe hacer más simple (en comparación con la que se aprende en la carrera de Biología en la universidad), eliminando todo lo que sea muy difícil para el entendimiento de los alumnos.***

Ci.412-E4: *Como ya lo mencione el plan de enseñanza en cualquier nivel de educación debe estar acorde con el momento, la edad, y los intereses de los estudiantes involucrados en el proceso*

Ci.414-E15: *Considero que sea un poco más simple, la biología en el colegio [en comparación con la que se aprende en la Universidad], pero para nada eliminar todo aquello complejo para los alumnos [...] sino, acercarla a lo científico.*

Ci.416-E18: *Hay que observar la enseñanza de la biología teniendo en cuenta el nivel de desarrollo mental en la que se encuentra el estudiante, en el caso de la secundaria considero que podría enseñar biología con “elementos” sencillos y comprensibles para los alumnos.*

Ci.417-E5: [Al enseñar Biología] *No es eliminar [lo difícil], es tratar de amenizar lo difícil. Una clase de ADN la entenderían en grado 7º u 8º si trata de interactuar con los alumnos y mostrar dinámicas en los que ellos se hagan más partícipes.*

Ci.418-E21: *Falso [la Biología que se enseña en secundaria se debe hacer más simple que la que se aprende en la Universidad, eliminando todo lo que sea muy difícil], debe ser una aproximación a todos los temas, de manera amable pero conciente.*

Ci.419-E19: [la Biología que se enseña en secundaria se debe hacer más simple que la que se aprende en la Universidad, eliminando todo lo que sea muy difícil] *... no es bueno subestimar al alumno, bueno de por si el profesor se subestima a si mismo.*

Ci.420-E27: [la Biología que se enseña en secundaria se debe hacer más simple que la que se aprende en la Universidad, eliminando todo lo que sea muy difícil]

Anexo 3. Unidades de Información

No creo que haya algo que sea “muy difícil” algo para todos, unos comprenderán lo que otros no.

Ci.421-E27: *Si planteamos cosas muy fáciles [al enseñar Biología] entonces ellos no tendrían que pensar “mucho” y no tendría sentido.*

Ci.422-E29: [para enseñar Biología] *No se debe eliminar [lo más difícil], se debe trabajar de igual forma, utilizando lo básico de cada tema.*

Ci.423-E7: *Si se debe explicar de una forma más simple [al enseñar Biología en secundaria], si tenemos en cuenta los aportes piagetianos antes de los 16 años se haría difícil la comprensión de algunos temas, pero no por ello se deben eliminar sino crear metodologías que favorezcan su enseñanza y aprendizaje.*

Ci.424-E8: *El grado de la dificultad [de lo que se enseña] no hace a la universidad, ni al colegio y no se debe suprimir esto, pues no se debe caer en el facilismo, sin exigencias. Pues los estudiantes no se forman solamente para aprender biología, sino para la vida donde hay dificultades y benevolencias y se deben tomar decisiones.*

Ci.425-E13: [al enseñar Biología en Secundaria] *... se debe contar con los elementos suficientes para un aprendizaje y una interpretación adecuada a términos de que logre reconocer los mínimos aspectos de las ciencias biológicas y sus implicaciones en la actualidad.*

Ci.426-E22: [simplificar la Biología, eliminar lo difícil] *Eso sería limitar y afirmar que en secundaria no hay alumnos con excelentes capacidades no estoy de acuerdo con esta afirmación, hay muchas veces que entre más joven se facilita más el aprendizaje y si se espera a la universidad que sucede?*

Ci.427-E23: [simplificar la Biología que se aprende en la Universidad, eliminar lo difícil] *No es así porque cuando estás en secundaria te parece complicado lo “simple” que puedes ver en la universidad, ambos procesos son complicados sólo que en uno se profundiza más.*

Ci.428-E14: [la Biología que se enseña en Secundaria] *No debe ser simple, debe ser mas general, independientemente del grado de dificultad, es muy importante que existan estándares académicos, por ejemplo hay personas que ingresan a la universidad y no han visto temas que muchos si manejaron y eso se convierte en un obstáculo de nivelación “conceptual”.*

Ci.429-E24: [la Biología que se enseña en Secundaria requiere simplificar la Biología que se aprende en la Universidad, eliminar lo difícil] *no es que sea más simple si no que es lo fundamental, lo inicial en el estudio de la biología (tal vez si se hace una comparación con la construcción de una casa sea mucho más fácil levantar las columnas que construirla completamente con los detalles que ella implica, seguramente sea más simple, pero no por ello trivial ni menos importante pues de nada servirá conocer lo general y complejo si no existen herramientas para interpretarlo. En cuanto se refiere al entendimiento de los*

alumnos considero que no radica en decir es difícil y no lo entienden y ya, sino por qué no se entiende e identificar los factores que imposibilitan en realidad el entendimiento.

Ci.432-E11: *El conocimiento en secundaria debe ser sencillo y entendible a los estudiantes, para incentivarlo al conocimiento, pero cada alumno es libre de escoger lo que quiera aprender así se le dificulte un poco, pero no se debe eliminar, más bien facilitar la forma para que entienda.*

Ci.433-E12: *[en la Biología que se enseña en Secundaria] se debe eliminar todo aquello que no va a ser útil en la vida que lleve al alumno y todo aquello que no va a poner en práctica en la carrera que escoja.*

Ci.434-E9: *[la Biología que se enseña en Secundaria requiere simplificar la Biología que se aprende en la Universidad, eliminar lo difícil] Si debe ser un poco mas simple pero no hay necesidad de eliminar lo complicado pues hay maneras didácticas para que sea un poco mas simple y entendible.*

Ci.435-E1: *No se si “simple” sea el término correcto pues un tema complejo si se hace “simple” se sesga demasiado y no se entiende del todo, creo que la biología de la secundaria debe ser elemental y general pero no “simple” pues es importante entender un proceso o concepto complejo para tener una formación científica.*

Ci.436-E6: *Creo que las dificultades [de los temas de Biología que se enseñan en Secundaria] a veces están no en el tema en sí, si no en el lenguaje que se usa, este debe ser acorde a la edad y necesidades del estudiante.*

Ci.437-E3: *[la Biología que se enseña en Secundaria requiere simplificar la Biología que se aprende en la Universidad, eliminar lo difícil] No se debe eliminar lo difícil, pero considero que hay cosas que no se deben profundizar, ni discernir tanto como en la universidad.*

Ci.438-E17: *No diría que simple [la Biología que se enseña en Secundaria], yo diría que fundamental, sin decir que fundamental quiera decir simple o fácil.*

- **Unidades de información correspondientes a las contestaciones que los futuros profesores dan a la pregunta 5 del cuestionario:**

¿En la educación secundaria se enseñan y se aprenden los mismos contenidos de la biología que produce la comunidad científica (los biólogos)?. Explica tu respuesta.

Ci.439-E4: *[los contenidos de Biología que se enseñan en Secundaria son los mismos que produce la comunidad científica] el cambio de significado, importancia, interés, es el que permite o no un trabajos es posible que se trabajen o se puedan trabajar los mismos contenidos, pero la forma y significado de diferentes por lo cual no se puede hablar de igualdad en este caso; sin ignorar que el trabajo en el aula se constituye en una comunidad científica.*

Anexo 3. Unidades de Información

Ci.440-E15: *Lo que se intenta es realizar aproximaciones a los avances de la biología en la vida moderna, lo cual se hace benéfico para nosotros los estudiantes porque nos empapamos y entendemos mejor los elementos que nos rodean.*

Ci.441-E18: *Se enseña en este caso contenidos adecuados para el nivel escolar de los estudiantes la rigurosidad de contenidos en ciencias naturales en una comunidad científica se maneja con otro lenguaje mas complejo y elaborado (con mayor profundidad).*

Ci.442-E5: *De cierta forma [los contenidos de Biología que se enseñan en Secundaria deben ser los mismos que produce la comunidad científica], si no sobre qué base fundamento lo que digo?, que no profundice es algo, pero que mienta y manipule es otra cosa.*

Ci.443-E19: *Debe ser así [los contenidos de Biología que se enseña en Secundaria son los mismos que produce la comunidad científica] para que tanto el alumno como el profesor mantengan informados además de entender el porque de lo que hace la comunidad científica y como puede influir en su vida diaria.*

Ci.445-E27: *[La Biología que se enseña en Secundaria] No creo que se haga con la misma especificación y minuciosidad que un científico; además no creo que a muchos les interese. Cuando uno tiene entre 12-17 años tiene más dimensiones, aparte de la académica por las cuales preocuparse.*

Ci.446-E29: *No, la biología manejada por la comunidad científica [en comparación con la Biología que se enseña en Secundaria] es profunda, se basa en los saberes que abarca toda la biología y no solo los básicos.*

Ci.447-E7: *[en Secundaria] se enseña una serie de contenidos básicos dados por los científicos, pero al ser el conocimiento de la biología tan extenso es imposible explicarlos todos, en otras palabras lo que se enseña es el resultado de trabajo científico.*

Ci.448-E8: *[...] a los estudiantes [de Secundaria] se les enseñan conceptos básicos pero no se les da a conocer los avances científicos y la vanguardia de la comunidad científica, incentivando su interés en realizar lo mismo.*

Ci.450-E23: *[la Biología que se enseña en Secundaria es la producida por la comunidad científica] [...] sí, pero seleccionado ya por ejemplo los textos tienen contenidos y conceptos que obviamente deben estar aprobados por la comunidad científica.*

Ci.451-E2: *[que la Biología que se enseña en la Secundaria sea la producida por la comunidad científica] Creo que eso depende de el docente, pero debería ser así, claro que con ayuda de metodologías y didácticas para poner esos conocimientos al alcance de los adolescentes.*

Anexo 3. Unidades de Información

Ci.452-E14: [...] *por lo general el curso de biología se traduce a aprender, memorizar, repetir o refutar lo que ya está dicho y comprobado en un libro, es importante que se conozca lo que publica la comunidad científica, [...]*

Ci.454-E24: *Se supone que lo que se aprende en biología tanto como en secundaria y universidad son los avances, paradigmas o teorías, fundamentados, aceptados y argumentados por la comunidad, reiterando que se deben dar a conocer de forma consecutiva, partiendo de lo fundamental a lo complejo.*

Ci.456-E11: [en Secundaria] *No se enseñan ni se aprenden los mismos contenidos [producidos por los científicos] porque en la comunidad científica buscan crear conjeturas y así teorías con rigor experimental, mientras en la secundaria solo se dan nociones y bases.*

Ci.457-E12: [en Secundaria] *Se enseñan los conceptos básicos para comprender la metodología científica pero no se profundiza tanto como para afirmar que son los mismos conceptos de la comunidad científica debido a que no todos los alumnos poseen el mismo interés.*

Ci.458-E9: [en la Secundaria] *si se aprenden los mismos contenidos [que produce la comunidad científica en Biología] pues son la base de muchas explicaciones.*

Ci.460-E1: [que la Biología que se enseña en la Secundaria sea la misma que produce la comunidad científica] *Creo que si no es así hay un problema grave pues un joven debe instruirse científicamente con los contenidos que han sido y son aun aceptados por personas altamente calificadas en ciencia.*

Ci.461-E3: *Sin embargo en la comunidad científica se realizan investigaciones de gran envergadura que deben seleccionarse para la secundaria.*

Ci.462-E6: *Considero que [en Secundaria] si se deben enseñar los acuerdos a los que llegan la comunidad científica en la vanguardia, ya que de esta forma se imparte una enseñanza que le sirve al estudiante para estar al nivel mundial y no regional.*

Ci.464-E17: [...] *la producción de conocimiento de la comunidad científica es algo mucho mas complicado y completo y en la escuela no se habla de producción sino de enseñanza.*

CUESTIONARIO INICIAL (Cf):

- Unidades de información correspondientes a las contestaciones que los futuros profesores dan a la pregunta 4.7.a. del cuestionario:

Escribe lo que piensas acerca de la siguiente afirmación expresada por un profesor de biología de Secundaria: ***La Biología que se***

enseña en Secundaria debe ser un resumen de la que se aprende en la carrera de Biología en la Universidad.

Cf.204-E4: *Cada momento tiene unos mecanismos, formas y estrategias [para aprender]; cada ciencia tiene contenidos y de acuerdo a la pertenencia de los mismos y el desarrollo cognitivo de los estudiantes se ubica en cada curso [de Secundaria] .*

Cf.205-E18: *Considero que no [que la Biología que se enseña en Secundaria sea la misma que se aprende en la Universidad], puesto que en cada nivel educativo los requerimientos de los temas en biología varían dependiendo del proceso*

Cf.206-E5: *No [la Biología que se enseña en Secundaria es la misma que se aprende en la Universidad], debe ser pertinente para permitir una base de conocimientos y un desarrollo de destrezas y habilidades actitudinales y procedimentales, de esta manera la “u” se convierte en un espacio de refuerzo y de nuevos aprendizajes.*

Cf.207-E19: *[la Biología que se enseña en Secundaria] [sic] Debe ser un inicio el aprender biológico ya como universitario.*

Cf.208-E21: *[la Biología que se enseña en Secundaria es la misma que se aprende en la Universidad] Estoy de acuerdo con eso, aunque es difícil en secundaria.*

Cf.209-E27: *[la Biología que se enseña en Secundaria] Yo se que no debe ser un resumen de lo que se aprende en la universidad; pero [...] tampoco sabría que. Lo que si me parece es que debe ser algo que pueda despertar el gusto y la curiosidad.*

Cf.210-E29: *[la Biología que se enseña en Secundaria] No es un resumen [de la que se aprende en la Universidad] pero en síntesis un punto clave para la de la universidad, como las visiones generales.*

Cf.212-E8: *[la Biología que se enseña en Secundaria es la misma que se aprende en la Universidad] No, pues debe haber unos temas específicos y debe haber relación con la cotidianidad de los estudiantes, el objetivo no es hacerles un resumen, sino que comprendan los conceptos manejados en biología y que los puedan aplicar.*

Cf.213-E13: *[la Biología que se enseña en Secundaria es la misma que se aprende en la Universidad] No, debe ser la estructura, la base que permita identificar la sistémica del mundo.*

Cf.214-E22: *[la Biología que se enseña en Secundaria es la misma que se aprende en la Universidad] No, considero deben ser las bases de la ciencia como tal el “abre-bocas” ya que la biología como tal es extensa y ni la universidad, ni*

el colegio la abarcan en su totalidad. Así mismo no es comparable el aprendizaje escolar con el superior... hay marcadas diferencias.

Cf.215-E2: [...] *si un estudiante no maneja aspectos de base le va a resultar muy difícil abordar otros tan complejos como los que se pretende y sobre todo a la velocidad que se pretende.*

Cf.217-E14: *En el colegio la calidad de la enseñanza en biología debe ser igual o mejor que en cualquier universidad. No un resumen porque cualquier alumno merece garantías académicas en lo que Aprende pero si debe enseñarse lo elemental y no superficialmente para que un alumno que quiera continuar en biología al entrar a la universidad tenga herramientas suficientes para profundizar su conocimiento.*

Cf.218-E24: *La biología del colegio debe ser en sentido figurado el abono para la biología de la universidad, es decir que en el colegio se debería conocer las principales teorías y paradigmas de la biología, como el origen de la vida, y primeras formas de organización del mundo natural.*

Cf.220-E12: *En secundaria se aprenden los principios básicos, no es tanto un resumen [de la Biología que se aprende en la Universidad]*

Cf.221-E9: *Son bases generales lo que se ve en la secundaria, en la universidad es más profundo y con énfasis en algunos temas*

Cf.222-E1: *lo que se aprende en el bachillerato se debería basar en un aprendizaje de lo que trata la biología a grandes rasgos, mientras que lo que se aprende en la universidad debe profundizar en las ramas biológicas.*

Cf.223-E3: *No es un resumen, la biología en secundaria son los conceptos que aprueba la comunidad científica pero a nivel (lenguaje y coherencia) relacionados con la capacidad de pensamiento del grupo de estudiantes.*

Cf.224-E6: *Se deben tocar muchos puntos comunes [de la Biología que se aprende en la Universidad y la que se enseña en Secundaria], pero creo que no se pueden todos, por la misma intensidad horaria.*

Cf.225-E17: [la Biología que se enseña en Secundaria es la misma que se aprende en la Universidad] *No estrictamente, es aproximado, pero me parecería muy bueno que fuera así.*

- Unidades de información correspondientes a las contestaciones que los futuros profesores dan a la pregunta 4.7.b. del cuestionario:

Escribe lo que piensas acerca de la siguiente afirmación expresada por un profesor de biología de Secundaria: ***La Biología que se enseña en secundaria se debe hacer más simple (en comparación con la que se aprende en la carrera de biología en la universidad),***

eliminando todo lo que sea muy difícil para el entendimiento de los alumnos.

Cf.226-E4: *En la carrera de biología en la universidad se busca profundizar en los temas, pero la rigurosidad debe ser igual [cuando se enseña en Secundaria].*

Cf.227-E18: *Considero que no se deberían eliminar contenidos [los difíciles] por el contrario los contenidos se deberían adecuar al nivel académico de los estudiantes lo cual se facilita con una adecuada metodología de enseñanza.*

Cf.228-E5: *[al enseñar Biología en Secundaria se debe eliminar lo difícil] O sea que si eliminamos lo difícil los tenemos contentos!, pues no!, me parece que debe ser pertinente y si existe algo difícil pues... investigamos más.*

Cf.231-E27: *[para enseñar lo difícil en Secundaria] Solo hay que colocarlo en contextos y lenguajes comprensibles para ellos. Igual lo que es difícil para algunos no lo es tanto para otros*

Cf.232-E29: *[al enseñar Biología en Secundaria se debe eliminar lo difícil] No lo difícil pero de antemano no hacer tan complejo sino mas general*

Cf.233-E7: *[...] la tarea del profesor debe consistir en hacer eso que se considera difícil o complicado más fácil de entender basándose en ejemplos, analogías y cambio de lenguaje a uno más coloquial. Los conceptos se deben enseñar las temáticas sean complicadas o sencillas de entender deben involucrarse en el proceso cognitivo, por si fuera poco la función del maestro es hacer las cosas complicadas mucho más sencillas para que sus estudiantes sin importar su edad entiendan*

Cf.234-E8: *[...] el objetivo es que los estudiantes entiendan y realicen las relaciones necesarias, no es relevante el hecho de que los conceptos sean fáciles o difíciles, ni que sea un resumen de la universidad, sino que los conceptos de biología que se le enseñen sean los que les den una visión amplia de la biología como ciencia experimental y que en su mayoría le sirva para su cotidianidad.*

Cf.236-E22: *no hay que eliminar lo “difícil” simplemente hay que brindar las bases o lo esencial sin excluir aquello llamado “ lo difícil”, ya que entre los estudiantes hay diversidad de inteligencias, por ello “ lo difícil” no para todos es difícil.*

Cf.237-E23: *[lo difícil del conocimiento biológico] Debe ser modificado con modelos pedagógicos acorde a los desarrollos de los estudiantes de secundaria, sin eliminar cosas ya que se caería en el error de la no articulación.*

Cf.238-E2: *[la Biología que se enseña en Secundaria] Creo que debe no ser más simple, si no tratar de adaptarse a los modelos explicativos de los fenómenos a el desarrollo psicológico, mental, cognitivo, y físico de los estudiantes dependiendo de su etapa de desarrollo. [...] si un estudiante no*

maneja aspectos de base le va a resultar muy difícil abordar otros tan complejos como los que se pretende y sobre todo a la velocidad que se pretende.

Cf.240-E14.: [la Biología que se enseña en Secundaria] *no debe ser más simple, debe ser una introducción al interesante y complejo mundo de la ciencia.*

Cf.241-E24: [...] *no se trata de lo más simple o difícil, se trata de un proceso de aprendizaje en el cual a medida que se profundiza en el contenido se requieren otros elementos que facilitan el abordaje de dichos contenidos.*

Cf.243-E11: *No existe una biología simple y difícil, considero que esta es compleja y de acuerdo esto se da a conocer en secundaria con menor énfasis que como carrera en la universidad.*

Cf.244-E12: [La Biología que se enseña en Secundaria debe ser simple] *Simple no, debe tener en cuenta el manejo conceptual y el desarrollo cognitivo del alumno, debe ser de fácil acceso.*

Cf.245-E9: [La Biología que se enseña en Secundaria] *si debe ser más sencilla.*

Cf.246-E1: [...] *me parece que el que sea general [La Biología que se enseña en Secundaria] no significa que sea simple, puesto que el conocimiento de éste a nivel básico es fundamental para una mayor comprensión de ésta en un futuro si se buscase profundizarla*

Cf.247-E3: [Enseñar Biología en Secundaria] *No es eliminar “lo más difícil”, sino volverlo de fácil entendimiento.*

Cf.248-E6: [al enseñar Biología en Secundaria se debe eliminar lo difícil] *¿eliminar lo difícil? ¿qué es difícil? Y ¿qué no lo es?, más bien creo que está asociado a la transformación didáctica que el maestro debe realizar para usar el lenguaje adecuado y buscar el nivel de explicación está acorde a si los jóvenes o niños se encuentran en pensamiento concreto o formal.*

Cf.249-E17: [al enseñar Biología en Secundaria se debe eliminar lo difícil] *No eliminándolo, mostrándolo de manera muy sencilla y rápida, lo principal, de forma que se pueda profundizar en la universidad.*

- Unidades de información correspondientes a las contestaciones que los futuros profesores dan a la pregunta 5 del cuestionario:

¿En la educación secundaria se enseñan y se aprenden los mismos contenidos de la biología que produce la comunidad científica (los biólogos)?. Explica tu respuesta.

Cf.250-E4: *Los conocimientos obtenidos por la comunidad científica se enseñan y aprenden en secundaria, ya que en ellos está la base de la ciencia.*

Anexo 3. Unidades de Información

Cf.251-E15: [La Biología que se enseña en Secundaria es la misma que produce la comunidad científica] *Hay saberes que son adaptados dependiendo el grado de comprensión. Sin duda hay otros igualmente utilizados en diferentes campos.*

Cf.252-E18: [...] *que en la comunidad científica el contexto biológico es más riguroso, y en la enseñanza secundaria de biología los contenidos son más flexibles y adecuados para el nivel académico.*

Cf.253-E5: [La Biología que se enseña en Secundaria es la misma que produce la comunidad científica] *No, se aproxima al obrar científico, se espera que las actitudes logren la generación de destrezas y habilidades de expresión, argumentación y manipulación de instrumentos, así no producimos ciencia, solo nos aproximamos.*

Cf.254-E19: [La Biología que se enseña en Secundaria] *Se aproxima mediante la enseñanza de contenidos muy aproximados al saber científico.*

Cf.255-E21: [La Biología que se enseña en Secundaria es la misma que produce la comunidad científica] *No son los mismos contenidos, son algunos conceptos.*

Cf.256-E27: *En la educación hay un acercamiento a la forma de laborar de el científico.*

Cf.257-E29: [...] *la comunidad científica es “exacta”, es decir hace ciencia y en el aula no.*

Cf.258-E7: [La Biología que se enseña en Secundaria] *es solo una aproximación al conocimiento científico.*

Cf.259-E8: [La Biología que se enseña en Secundaria] *Considero que no son los mismos contenidos que produce la comunidad científica, sino algunos pues son más densos por así decirlo, y si se deben adaptar a la etapa del desarrollo de cada grupo de estudiantes, para que haya una mejor comprensión.*

Cf.260-E13: [La Biología que se enseña en Secundaria] *es una aproximación a la dinámica de los procesos que se cumple en el planeta, pero como tal no es un conocimiento científico.*

Cf.261-E22: [La enseñanza de la Biología en Secundaria] *hace un acercamiento al conocimiento escolar científico, pero no es equiparable con el conocimiento que se desarrolla en la comunidad científica.*

Cf.262-E23: [La Biología que se enseña en Secundaria es la misma que produce la comunidad científica] *se reproducen los contenidos ya que gracias a la comunidad científica estos son universales, pero son modificados y se enseña lo elemental.*

Cf.263-E2: [...] *en el colegio se realiza una aproximación a esos contenidos [los producidos por la comunidad científica] adaptándolos y contextualizándolos*

Anexo 3. Unidades de Información

en su aplicabilidad. [...] en la escuela se hace aproximación a los modos de obrar de los científicos y se busca poner en contexto y hacer más didácticas algunos de tales contenidos.

Cf.265-E14: *En la educación secundaria se enseña parte de la biología que se produce en la comunidad científica. se trabajan contenidos de la disciplina correspondientes a estándares académicos, pero no se enseña lo mismo, por ejemplo la rigurosidad y el lenguaje son diferentes en los dos contextos.*

Cf.266-E24: *En la secundaria se enseñan los consensos generales (paradigmas y teorías) a los cuales ha llegado la comunidad científica, pero no podríamos afirmar que sean abordados con la misma rigurosidad.*

Cf.267-E11: *[En la secundaria] Si se enseñan y aprenden los mismos contenidos de los que produce la comunidad científica solo que en secundaria también se tienen en cuenta sus conceptos cotidianos.*

Cf.269-E1: *[...] las ciencias son un patrimonio cultural y por lo tanto debe estar al alcance de todos aunque este conocimiento debe seleccionarse pues no todo es de fácil entendimiento y es relevante para las edades de un muchacho en bachillerato. [...] los contenidos que se aprenden en el bachillerato son producidos por científicos, de lo contrario no son considerados ciencia.*

Cf.270-E3: *[La Biología que se enseña en Secundaria es la misma que produce la comunidad científica] Si son los mismos conceptos, ya que estos son únicos, pero no en el mismo lenguaje ni los mismos contenidos.*

Cf.271-E6: *[La Biología que se enseña en Secundaria es la misma que produce la comunidad científica] Si, debe ser de esta forma no se les debe quitar el rigor ni la complejidad, solo se debe ajustar a las condiciones de cada grupo.*

Cf.272-E17: *[...] en la educación secundaria se aprenden algunos contenidos pero no todos debido al rigor y profundidad que se exige en la comunidad científica.*

SUBCATEGORÍA 2.5.: CONCEPCIONES SOBRE EL APRENDIZAJE DE LA BIOLOGÍA

CUESTIONARIO INICIAL (Ci):

- Unidades de información correspondientes a las contestaciones que los futuros profesores dan a la pregunta 4.2 del cuestionario:

Escribe lo que piensas acerca de la siguiente afirmación expresada por un profesor de Biología de Secundaria: ***Cuando un alumno aprende un contenido de Biología es porque adiciona a su mente las explicaciones que el profesor le da.***

Ci.196-E4: [...], *aprender un tema a través de cualquier método lleva implícito un proceso reflexivo y analítico, según lo que el estudiante posea.*

Ci.198-E15: *Un alumno aprende cuando realiza y manifiesta lo entendido y lo compara con los otros, no comparto que aprenda solamente con la ayuda de el maestro.*

Ci.199-E18: *Seguramente el estudiante [cuando aprende Biología] asocia los contenidos con lo empírico, es decir lo relaciona con las experiencias que capta a través de los sentidos del medio externo “naturaleza”*

Ci.200-E5: [cuando un alumno aprende Biología adiciona a su mente las explicaciones del profesor] *si las adiciona entonces no aprende, solo el profesor “se las da”, un contenido biológico no sirve de memoria sino reflexivo.*

Ci.201-E19: *el alumno actualmente tiene muchas facilidades para encontrar conocimiento e interiorizar lo que mas le interese no todos los contenidos son adicionados a la mente del alumno.*

Ci.202-E21: [cuando se aprende Biología se adiciona a la mente las explicaciones del profesor] *evidentemente es un paso para aprender.*

Ci.203-E27: *el adicionar [a la mente las explicaciones, cuando se aprende], yo lo reemplazaría por relaciona. Existe muchas formas de aprender algo no necesariamente porque el profesor lo dice (personalmente relaciono más lo que leo, que lo que escucho). No se si memorizar sea una forma de aprender??*

Ci.204-E29: *aprender biología no es memorizarse lo que dice el maestro, es interiorizar y llevar a mi cotidianidad los temas, es dar respuesta a mis intereses, por lo tanto un alumno aprende porque experimenta las explicaciones del maestro y las interpreta.*

Ci.205-E7: [aprendizaje como la adición a la mente de las explicaciones del profesor] *en parte es cierto, pero considero que esto se refuerza con lo que el estudiante pueda experimentar y observar en su entorno.*

Anexo 3. Unidades de Información

Ci.206-E8: *el aprendizaje no es “adición” [a la mente de las explicaciones del profesor] como en la matemática, sino concientización del mundo [...] sino que la construcción [del conocimiento] es grupal estudiante-profesor-padres-escuela.*

Ci.207-E13: *[al aprender] interiorizar los conceptos y las definiciones a tal punto de poder desarrollarlos sin salirse del esquema del paradigma actual de la biología es más importante que memorizar cualquier texto. La relación entre lo que yo entiendo con el mundo real es la mejor herramienta para interpretarlo.*

Ci.208-E22: *[cuando el alumno aprende] es por que asocia y ha creado un imaginario de lo dado por el profesor, para ello tiene que haber contado con una base de datos ya adquirida a lo largo de su desarrollo escolar.*

Ci.210-E23: *El conocimiento [aprendizaje] no es llenar mentes, es dar herramientas para generar un conocimiento acorde con estándares mundiales.*

Ci.211-E2: *[aprendizaje como la adición a la mente de las explicaciones del profesor] me parece una afirmación retrógrada que viene de la educación tradicional y magistral.*

Ci.212-E14: *la palabra adicionar [en el aprendizaje] no me gusta, esto me refleja la idea de el profesor dice X el estudiante repite X. Es probable que si un alumno aprende, depende de la manera como el profesor le explica, pero no solo depende de esto, también de el interés del alumno frente al tema y sus capacidades.*

Ci.214-E24: *los estudiantes pueden aprender biología de forma autodidáctica y creando su propio conocimiento con apoyo bibliográfico.*

Ci.216-E11: *los estudiantes no son archivadores, un contenido es una puerta que se abre para más conocimiento.*

Ci.217-E12: *cuando un alumno aprende biología es porque el profe le ha dado buenas razones para hacerlo y le ha brindado también las herramientas adecuadas.*

Ci.218-E9: *[cuando un alumno aprende Biología] indaga acerca del tema y no precisamente al maestro, también, por que lo lleva a su vida diaria.*

Ci.221-E1: *[cuando aprende] el alumno debe interiorizar el conocimiento de una forma comprensiva y propia, no reproducirlo como una fiel copia de el maestro.*

Ci.222-E3: *los contenidos o temas de un área específica no se “dan”, [cuando aprende] se construyen a partir de preconceptos y a través de una guía docente.*

Ci.223-E6: *yo pienso que el aprendizaje es individual, solo se logra cuando soy yo mismo el que explica interpreta y se cuestiona acerca de algo.*

Ci.224-E17: *además [de adicionar a la mente cuando el alumno aprende biología] debe lograr conceptuar ese conocimiento en su vida diaria.*

- Unidades de información correspondientes a las contestaciones que los futuros profesores dan a la pregunta 4.5 del cuestionario:

Escribe lo que piensas acerca de la siguiente afirmación expresada por un profesor de biología de Secundaria: ***Los alumnos tienen algunas ideas acerca de determinados conceptos biológicos que se les enseñan en el colegio, dichas ideas son erróneas y es muy difícil quitárselas de la cabeza.***

Ci.292-E4: *las ideas [de los alumnos] no son erróneas, ya que son validadas por su autor (el que piensa y acepta) quizás estas no están dentro de un alineamiento o corriente especial de pensamiento, el trabajo debe enfocarse no en quitar estas ideas [de los alumnos], de la cabeza, sino por el contrario utilizarlas como apoyo en la construcción del conocimiento individual de cada estudiante.*

Ci.294-E15: *Considero que el estudiante, llega con un sinnúmero de preconceptos algunos errados entre ellos, la misión de un docente no es “quitarle” aquellos conceptos, sino enfrentarlos a ellos con el objetivo de que en ellos emerja el error que tienen*

Ci.296-E5: *En el colegio se acostumbra a memorizar, sin embargo los conceptos no resultan “del todo erróneos”, lo que pasa es que al realizar un ejercicio de interpretación puede terminar en todo un fracaso, para que quitárselas [las ideas] de la cabeza?, lo imprescindible aquí es saber que lo que se está diciendo forma parte de lo que hoy en día es argumentado por la ciencia y que yo lo entiendo.*

Ci.297-E21: *En ocasiones no es muy cierto, es un reto luchar contra las ideas erróneas que tienen los niños pues las creen porque muy seguramente los escucharon de sus padres.*

Ci.298-E27: *Pienso que a las personas hay que darles razones validas (que se pueda mostrar en el contexto, o que se les pueda demostrar) para que cambien sus concepciones respecto a algo.*

Ci.299-E29: *[las ideas de los alumnos] No son erróneas, para mi, son ideas básicas acerca de la biología, que en educación superior se deben profundizar.*

Ci.300-E7: *si bien es cierto que los estudiantes tienen ideas sobre algunos conceptos de biología, no siempre son erróneos y “quitárselas” no es tan fácil puesto que hace parte de los dogmas de cada quién y por ende salir de ellos es algo complicado.*

Ci.301-E8: *Considero que es erróneo el pensamiento de profesor [“Los alumnos tienen algunas ideas acerca de determinados conceptos biológicos que se les enseñan en el colegio, dichas ideas son erróneas y es muy difícil quitárselas*

Anexo 3. Unidades de Información

de la cabeza”], *pues si un estudiante tiene conceptos biológicos erróneos, se debe trabajar para que el llegue a la verdad, no es absoluta, pero no se puede como profesor dejar un estudiante con deficiencias y promoverlo como si nada, debe haber un trabajo teórico práctico.*

Ci.302-E13: *De cierta manera cada persona tiene sus ideas y pensamientos, que de los maestros dependa el calificarlos erróneos o no, es cuestión más de análisis que de opinión, considero que si los estudiantes poseen algunas ideas previas o ciertas situaciones y son erróneas a discusión de los actuales paradigmas, es labor de el docente acercarlo a una realidad más objetiva sobre lo que piensa.*

Ci.303-E22: [las ideas de los alumnos] *No son erróneas, son sus preconcepciones que pueden cambiar dependiendo el impacto causado en la clase de biología, si no cambian es muy probable que algo falle en la clase dada.*

Ci.304-E23: [...] *si bien es cierto que estas ideas [las ideas de los alumnos] son complicadas de extinguir completamente se deben utilizar conjuntamente para complementar el saber científico del profesor y el saber cotidiano del estudiante.*

Ci.305-E2: *Yo creo que habría que comenzar a construir el conocimiento y la conceptualización a partir de esas ideas previas [de los alumnos], que hay que tenerlas en cuenta y encararlas.*

Ci.306-E14: *se tienen ideas de lo que uno aprende en el colegio, pero no necesariamente son erróneas, creo que si es algo difícil modificar las preconcepciones o preconceptos que uno trae pero es relativo a los medios que se emplean para enseñar.*

Ci.307-E24: *Pienso que no todas las ideas que se traen al colegio acerca de los conceptos biológicos sean erróneas, tal vez la mejor forma no sea quitársela [al enseñar], considero que es más fácil y de mejor comprensión para los estudiantes estructurar las ideas, crear con ellos los conceptos partiendo de dichas ideas “erróneas” tomándolas como base para criticarla constructivamente y construir otra, o darle argumentos para mejorarla.*

Ci.309-E11: *considero que lo importante de enseñar es de acuerdo a los preconceptos y lo que expongo, crear un constructo propio de conocimiento.*

Ci.310-E12: *En vez de quitárselas [las ideas de los alumnos al enseñar], sería bueno comenzar a trabajar con base en ellas y hacerles ver que tienen fundamentos sólidos en sus anteriores creencias, por lo tanto sería bueno reformarlos, transformarlos.*

Ci.313-E1: *Creo que una ciencia debe enseñarse objetivamente independientemente de las creencias que cada uno tenga, pues impartiendo conocimiento correcto una persona tiene la oportunidad de decidir qué creer.*

Anexo 3. Unidades de Información

Ci.314-E3: [“Los alumnos tienen algunas ideas acerca de determinados conceptos biológicos que se les enseñan en el colegio, dichas ideas son erróneas y es muy difícil quitárselas de la cabeza”] *Estoy de acuerdo con la frase, ya que algunos conceptos recibidos en el colegio o en la misma familia llevan dosis de creencias, costumbres e ideas no enseñadas desde la ciencia.*

Ci.315-E6: *Todos tenemos preconcepciones no necesariamente erróneas pero en el proceso de aprendizaje es cuando y donde se trabaja para modificar, mejorar o afianzar estos conceptos previos.*

Ci.316-E17: [al enseñar Biología] *No es tan difícil quitar esas ideas de la cabeza de los alumnos cuando el maestro tiene buenos argumentos y una buena manera de explicar sus temas en clase.*

CUESTIONARIO FINAL (Cf):

- Unidades de información correspondientes a las contestaciones que los futuros profesores dan a la pregunta 4.2 del cuestionario:

Escribe lo que piensas acerca de la siguiente afirmación expresada por un profesor de Biología de Secundaria: ***Cuando un alumno aprende un contenido de Biología es porque adiciona a su mente las explicaciones que el profesor le da.***

Cf.90-E4: [Cuando se aprende] *Uno no adiciona las explicaciones de otro, sino la interpretación que uno le da a estas, respecto a sus ideas. Esta interpretación está medida por la reflexión, la comparación y la observación.*

Cf.91-E15: [Cuando se aprende] *se pone en duda lo que se enseña. No todo lo que se aprende se hace en clase o por medio de un profesor, importan sus ideas.*

Cf.93-E18: [Lo que se aprende] *lo relaciona con lo que ha concebido de su mundo inmediato en este sentido forja su aprendizaje significativo.*

Cf.94-E5: [el alumno] *aprende es porque tuvo un criterio para argumentar y reflexionar acerca de lo que el profe le dijo, y de esta manera aprendió “significativamente” un contenido.*

Cf.96-E19: [se aprende cuando se adiciona a la mente las explicaciones del profesor] *No solo eso, es también porque el alumno quiere conocer, el profesor lo único que debe dar es una guía.*

Cf.97-E27: *Creo que cuando un alumno aprende es porque relaciona a su estructura cognitiva un nuevo aspecto o conocimiento.*

Cf.98-E29: [aprender] *Es que el alumno interioriza los conceptos y los puede relacionar*

Anexo 3. Unidades de Información

Cf.99-E7: *cuando realmente aprende es porque a partir de lo dicho por el maestro logra establecer interrelación e interpretar fenómenos para su explicación. Además de esto porque logra desde estas explicaciones proponer y cuestionar.*

Cf.100-E8: *el aprender no se refiere a adicionar conocimiento, sino a poder apropiarse de este y dar una explicación, donde ese conocimiento le sirva para aplicarlo a la vida diaria, conocimiento procedimental que va más allá de saber que hacer, para llevarlo a la práctica.*

Cf.101-E13: *[lo que aprende el alumno] es preciso que lo identifique y lo relacione con aspectos de su vida, para que sean propios y no construcciones ajenas memorizadas.*

Cf.102-E22: *aprender un contenido de biología es relacionar con su entorno aquellos conceptos que el profesor comparte con el.*

Cf.103-E23: *[al aprender] se construye con experiencias y reflexiones.*

Cf.104-E2 *[se aprende cuando se adiciona a la mente las explicaciones del profesor] Es una manera muy plana de ver la dinámica de la enseñanza y el aprendizaje, es una idea acumulativa y sumativa del proceso de aprendizaje.*

Cf.105-E14: *Cuando uno aprende incorpora cosas nuevas o reafirma cosas que ya conoce, pero aunque las explicaciones del profesor son la guía para el estudiante, no deben ser la verdad absoluta. Un alumno aprende no solo por obligación, sino por que le gusta y aunque el profesor explique puede pasar por el aire los conocimientos. El aprendizaje es individual pero se puede construir en colectivo.*

Cf.106-E24: *cuando un alumno aprende un contenido es por que ha pasado por una serie de etapas de observar, analizar, probar y comprender lo que el contenido proporciona lo cual permite que el estudiante interiorice el contenido, por tanto no se limita a lo que el profesor dice o explica.*

Cf.108-E11: *[al aprender el alumno] es porque existe una confrontación preconceptos – conceptos científico, donde hay una transformación de teorías por parte de cada estudiante.*

Cf.109-E12: *Cuando un alumno aprende biología es por que le halla utilidad y sentido en su vida diaria.*

Cf.110-E9: *[al aprender el alumno] relaciona las explicaciones del maestro con su vida cotidiana, con lo tangible, con lo que conoce y sus experiencias de vida.*

Cf.111-E1: *[al aprender] me parece que un estudiante posee la entera libertad de crear sus propias explicaciones con elementos que el maestro le proporcione, sin esperar que copie fielmente sus ideas.*

Cf.112-E3: *Considero que cuando el alumno aprende un contenido de biología es porque es capaz de explicarlo e interrelacionarlo con otros aspectos en biología y hasta en otros contextos, aunque el profesor lo que hace es guiarlo para que entienda el concepto, más no decirle como se debe pensar.*

Cf.113-E6: [al aprender el alumno] *Construye con orientación del profesor, apropiando los conceptos, y generando relaciones, pudiendo de esta manera explotar ese conocimiento a otros contextos.*

Cf.114-E17: *desde el constructivismo [...] la educación y aprendizaje aquí tiene en cuenta lo conocido por el estudiante y cambios conceptuales.*

- Unidades de información correspondientes a las contestaciones que los futuros profesores dan a la pregunta 4.5 del cuestionario:

Escribe lo que piensas acerca de la siguiente afirmación expresada por un profesor de biología de Secundaria: ***Los alumnos tienen algunas ideas acerca de determinados conceptos biológicos que se les enseñan en el colegio, dichas ideas son erróneas y es muy difícil quitárselas de la cabeza.***

Cf.161-E4: [al enseñar Biología] *Lo que se busca no es quitarle ideas a los estudiantes, sino trabajar sobre estas con el fin de que el estudiante reflexione y compare los preconceptos con los nuevos que se conocen y generar transformaciones que partan del desarrollo individual*

Cf.162-E18: *Tales ideas [las de los alumnos] son a mi parecer las más fundamentales, de estas se generan nuevas ideas más claras como producto del refuerzo o profundidad que sobre los temas de biología esté adquiriendo el estudiante.*

Cf.163-E5: [“Los alumnos tienen algunas ideas acerca de determinados conceptos biológicos que se les enseñan en el colegio, dichas ideas son erróneas y es muy difícil quitárselas de la cabeza”] *Que sea difícil, si!, pero lo erróneo depende de su interpretación; talvez nuestra tarea es orientar y permitirles mediante investigación, que sean ellos mismos quienes se auto corrijan.*

Cf.164-E19: *No es difícil [eliminar las ideas que tiene el alumno] sino complicado no encontrar cómo puede confrontarlas el alumno con la ciencia y que vea en qué está fallando.*

Cf.107-E21: *Las ideas que tiene el estudiante no se deben eliminar [cuando él aprende] sino contrastar con lo que dice la ciencia.*

Cf.165-E27: *Se puede reestructurar el conocimiento que tiene el alumno por medio de la construcción del conocimiento en un proceso.*

Anexo 3. Unidades de Información

Cf.166-E29: [al enseñar Biología] *Se deben tener en cuenta ideas previas para así lograr generar inquietudes hacia el conocimiento.*

Cf.167-E7: *Es cierto que [los alumnos] tienen algunas ideas previas pero no todas son erróneas y yo no lo llamaría quitárselas [al enseñar Biología] sino acercarlo a la definición del concepto según la comunidad científica lo define, es decir es más una modificación del concepto. Comparto la postura al respecto que tiene el modelo constructivista, al decir que lo que se debe buscar es llegar a un consenso con el estudiante.*

Cf.168-E8: [...] *los estudiantes tienen ideas erróneas, pero no es muy difícil quitárselas, creo que no es imposible, sino que hay que utilizar una metodología clara y pertinente para que los conceptos sean los determinados por la comunidad científica.*

Cf.169-E13: *Trabajar a partir de las concepciones que tienen los estudiantes es un proceso que facilita la “enseñanza” de los temas en relación a lo biológico. Tratar de cambiarlos, cortándolos de raíz sin justificación y con imposición, considero que dificulta la producción de un conocimiento.*

Cf.170-E22: [al enseñar Biología] *Cambiar las concepciones, es complicado pero en la medida en que el estudiante se apropie de nuevas ideas, en esa medida la enseñanza a nivel superior va a ser benéfica, o sea si el estudiante quiere aprender no va a ser difícil cambiar las concepciones.*

Cf.171-E23: [las ideas de los alumnos] *No son erróneas, son sus conceptos previos, los cuales hay que poner en función de la acción pedagógica para transformarlos pero no quitarlos.*

Cf.172-E2: [“Los alumnos tienen algunas ideas acerca de determinados conceptos biológicos que se les enseñan en el colegio, dichas ideas son erróneas y es muy difícil quitárselas de la cabeza”] *Esta idea hace ver el conocimiento diferente al científico, y riguroso, como un conocimiento errado que debe ser demolido en su totalidad y si no, no hay aprendizaje “correcto”. No estoy de acuerdo. Esta opinión desconoce la importancia de las ideas previas como parte vital en la construcción del conocimiento.*

Cf.173-E14: [...] *no todas [las ideas de los alumnos] son erróneas, o éste por lo menos no sería el calificativo, pero modificarlas es complejo en la medida en que para haber llegado a ellas se invirtió un proceso, un tiempo y al enfrentarse con diferentes conceptos se genera un shock académico, pero la culpa no es solo del alumno, sino del sistema educativo. todavía se enseñan en el colegio cosas que no tienen vigencia o se han modificado.*

Cf.174-E24: [las ideas de los alumnos] *no siempre son erróneas, cabe la posibilidad que hayan sido aprendidas de forma limitada o en el sentido estricto del significado. El quitársela pienso que no es el objetivo, es más factible reestructurarla tomando elementos de esta que nos sirvan para demostrar las falencias.*

Anexo 3. Unidades de Información

Cf.176-E11: *Ninguna idea de los estudiantes es errónea, al contrario son explicaciones construidas por lo que observan y vivencian diariamente, [al enseñar Biología] lo que debe es orientarse para una transformación a un concepto científico.*

Cf.177-E12: *[al enseñar Biología, las ideas de los alumnos] No son ideas que se deban quitar, solo se debe mostrar otro tipo de conocimiento que es el científico.*

Cf.178-E9: *[las ideas de los alumnos] es lo que podríamos llamar preconceptos los cuales no solo vienen del colegio, si no de las enseñanzas de la casa de la familia, de los medios de comunicación.*

Cf.179-E1: *Pienso que gracias al sentido común todas las personas poseemos ideas sobre la naturaleza desligadas de las explicaciones científicas y creo que desde allí pueden enseñarse los conceptos biológicos, no con el fin de que reemplacen sus creencias sino con el propósito de generar una actitud crítica en el estudiante.*

Cf.180-E3: *las explicaciones previas [las ideas de los alumnos] son muy importantes para empezar el proceso de enseñanza-aprendizaje aunque algunas veces sean relacionados con el concepto biológico otros no y por eso se deben cambiar, ese proceso es muy difícil.*

Cf.181-E6: *[respecto a las ideas de los alumnos:] Todos tenemos explicaciones previas y aunque estén muy arraigadas cada uno tiene la posibilidad de cuestionarse y acercarse a las explicaciones avaladas por la comunidad científica.*

Cf.182-E17: *[las ideas de los alumnos] No son erróneas del todo y son difíciles de quitárselas de la cabeza [a los alumnos en el momento de enseñar] por lo cual es mucho mas viable buscar usarlas y transformarlas en lugar de quitarlas.*

SUBCATEGORÍA 2.6.: CONCEPCIONES SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES DE LA BIOLOGÍA

CUESTIONARIO INICIAL (Ci):

- Unidades de información correspondientes a las contestaciones que los futuros profesores dan a la pregunta 4.4 del cuestionario:

Escribe lo que piensas acerca de la siguiente afirmación expresada por un profesor de Biología de Secundaria: ***Al evaluar hago preguntas que me permitan calificar con precisión qué tanta Biología ha aprendido el alumno en el bimestre.***

Ci.260-E4: [al evaluar] *primero, el fin no debe ser calificar lo aprendido, además de ser imposible con precisión, segundo, se debe ver como lo aprendido le ha servido al estudiante para ser más feliz y mejorar su calidad de vida a la vez que crece como persona creando su propia “posición” y discurso.*

Ci.261-E15: [“Al evaluar se hacen preguntas para calificar con precisión qué tanta Biología ha aprendido el alumno”] *Considero que el maestro toma al alumno, como una máquina procesadora de conceptos, la cual debe imprimir información comprendida e interpretada. No debe ser así.*

Ci.262-E18: [al evaluar] *las preguntas me podrían dar una noción sobre la comprensión de los temas, pero podría idear otros medios para determinar el nivel de aprendizaje del alumno. Como por ejemplo, que el estudiante relacione lo que haya comprendido de su diario vivir, ó con lo que tiene a su alcance para que así lance a juicio propio lo comprendido e interpretado.*

Ci.263-E5: [se debe evaluar] *la construcción mental. El proceso de enseñanza se pierde cuando la educación premedita en números [las calificaciones] qué tanto alcanza a memorizar un alumno y de esto no se trata!.*

Ci.264-E19: [la evaluación mediante preguntas] *es una buena herramienta pero depende como se aplique y además, comprenda que cada alumno puede aprender o interiorizar algo diferente.*

Ci.265-E21: [“Al evaluar se hacen preguntas para calificar con precisión qué tanta Biología ha aprendido el alumno”] *yo creo que las ideas expresadas por los profesores no son las correctas o al menos las mejores para enseñar o invitar a la biología y sugieren cierto tipo de aburrimiento hacia su labor o tedio o peor aun.... amargura!*

Ci.266-E29: *el preguntar es evaluar, pero además puedo discutir un tema que albergue conceptos que el estudiante haya trabajado y necesite para defender ideas y así por medio de planteamientos puedo identificar si ha aprendido. Otra forma es la práctica, allí puedo poner a prueba lo que sabe.*

Anexo 3. Unidades de Información

Ci.267-E7: *["Al evaluar se hacen preguntas para calificar con precisión qué tanta Biología ha aprendido el alumno"] Si, aunque se debe hacer preguntas (creo yo) analíticas que permitan al estudiante echar mano de diversos términos para mirar si está en la capacidad de tejer una respuesta completa, estructurada donde se vea el dominio de varias materias.*

Ci.268-E8: *la evaluación es un proceso no solo que califica sino que debe valorar al estudiante y no con precisión pues ninguna disciplina es exacta el objetivo principal creo que es que ese conocimiento adquirido sea aplicado a su vida y se vea en su cotidianidad.*

Ci.269-E13: *anteriormente hablaba de los recursos memorísticos y con esta frase*

["Al evaluar se hacen preguntas para calificar con precisión qué tanta Biología ha aprendido el alumno"] caemos de nuevo en evaluar contenidos de memoria y no socializados en un entorno en un sistema específico.

Ci.270-E22: *["Al evaluar se hacen preguntas para calificar con precisión qué tanta Biología ha aprendido el alumno"] No , exactamente sabes qué ha memorizado pero no que ha aprendido en realidad.*

Ci.271-E23: *la evaluación es necesaria, al igual que sus preguntas, pero en un contexto como el de Colombia nuestra amada tierra, yo evaluaría con un contexto, algo cotidiano en donde pueda ver los avances de competencias en torno a la biología y sus conceptos, ya que no voy a preparar bases de datos sino personas críticas que afrontan las situaciones de la vida con 2 perspectivas: la científica y la práctica.*

Ci.272-E2: *["Al evaluar se hacen pregunta para calificar con precisión qué tanta Biología ha aprendido el alumno"] la evaluación de este profesor se limita a lo que dice aquí me parece insuficiente por si misma.*

Ci.273-E14: *[la evaluación] para mi debe existir un estándar, si vieron un curso deben estar en la capacidad y seguridad de ver como ha sido su proceso. No usaria el termino calificar, para mi la evaluación seria un proceso de retroalimentación y ver como han asimilado, interpretado y construido sus conceptos personales.*

Ci.274-E24: *[al evaluar] no tanta biología sino de qué manera ha interiorizado la tematica y como la aplica.*

Ci.275-E11: *considero que no solo con unas preguntas se puede evaluar qué tanta biología sabe un estudiante, porque la idea es que la interiorice y le sirva para su diario vivir.*

Ci.276-E12: *la biología no es solo conceptos, también se debe evaluar actitud frente al mundo y si mis clases en algo han alterado su actitud y su posición frente al mundo.*

Anexo 3. Unidades de Información

Ci.277-E9: [al evaluar] *estoy de acuerdo con hacer preguntas, pero estas deberían ser preguntas-problema [...]*

Ci.279-E1: *esta forma de evaluar [mediante preguntas] es buena para saber qué comprensión ha tenido el alumno, pero con precisión es complicado saber pues cada uno tiene su propia interpretación.*

Ci.280-E3: *evaluación (que es necesario) de tipo conceptual, pero se debe ampliar la idea diciendo que existen otros tipos de evaluación más integral.*

Ci.281-E6: *la evaluación es algo que nunca podrá ser preciso o exacto, es conveniente examinar el desarrollo de procesos en los que se oriente al estudiante acerca de sus fortalezas y debilidades generando el habito de la autocrítica.*

Ci.282-E17: *no estoy muy de acuerdo de evaluar todo el bimestre con unas preguntas al final, aunque esto ayuda a los estándares. Creo que la evaluación debe ser continua y de todos los días, esto sin dejar a un lado la evaluación tradicional.*

Ci.415-E27: *la evaluación no debe ser al final del bimestre, sino durante todo el tiempo.*

CUESTIONARIO FINAL (Cf):

- Unidades de información correspondientes a las contestaciones que los futuros profesores dan a la pregunta 4.4 del cuestionario:

Escribe lo que piensas acerca de la siguiente afirmación expresada por un profesor de Biología de Secundaria: ***Al evaluar hago preguntas que me permitan calificar con precisión qué tanta Biología ha aprendido el alumno en el bimestre.***

Cf.139-E4: [al evaluar] *Las preguntas pueden ser respondidas de manera mecánica evidenciando procesos memorísticos, lo que no indica el avance en el aprendizaje, estas preguntas deben estar apoyadas en procesos desarrollados durante todo el semestre.*

Cf.140-E15: [al evaluar] *un examen no siempre es el reflejo de todo un proceso educativo.*

Cf.141-E18: *la evaluación se hace necesario sea permanente en donde se avalué lo cognitivo, actitudinal, lo afectivo, y otros aspectos que devengan del proceso enseñanza aprendizaje.*

Cf.142-E5: [evaluar mediante pruebas con preguntas] *Qué tanta biología he aprendido?, bueno, si realizo preguntas concretas espero respuestas concretas y no logro profundizar ni interrelacionar nada de lo que he aprendido. Al evaluar*

debo pretender ser concisa pero lograr que mi alumno tenga grandes campos de reflexión e interpretación.

Cf.143-E19: [al evaluar] *Mejor al aplicar los conceptos aprendidos durante el semestre me permite visualizar que tanto ha aprendido sobre la biología.*

Cf.144-E29: *Evaluar debe ser un proceso continuo y no de un parcial⁵.*

Cf.145-E7: *Considero que la evaluación me permite saber hasta que punto el estudiante logra darle practicidad a lo aprendido para lo que obviamente debe saber biología o mejor haberla interiorizado.*

Cf.146-E7: [“Al evaluar se hacen pregunta para calificar con precisión qué tanta Biología ha aprendido el alumno”] *preguntando de manejo conceptual como la capacidad de establecer relaciones.*

Cf.147-E8: [al evaluar] *Considero que no solo las preguntas dan claridad de lo aprendido, pues no es calificar, sino evaluar un proceso, donde es importante saber biología pero también tener una buena formación en valores, ética, competencias y demás.*

Cf.148-E13: [al evaluar] *No es tanto lo que ha aprendido en forma cuantitativa, sino cómo esos conceptos se han construido. Cómo las interacciones entre los diferentes sistemas permiten desarrollar un concepto cualitativo.*

Cf.149-E22: *al evaluar [calificar al final del bimestre] puedo ver el manejo del tema pero no lo que se ha aprendido ya que eso es un proceso, que no lo determina la afirmación*

Cf.150-E23: [“Al evaluar se hacen pregunta para calificar con precisión qué tanta Biología ha aprendido el alumno”] *En cuanto a lo cognitivo es preciso y pertinente, pero además se debe evaluar para el desarrollo de habilidades, valores y competencias.*

Cf.151-E2: [“Al evaluar se hacen pregunta para calificar con precisión qué tanta Biología ha aprendido el alumno”] *La manera como se plantea esta idea no suena ser la más adecuada, suena como si en la biología no se hicieran relaciones interdisciplinarias [...] Es una posición que no comparto.*

Cf.152-E14: *la evaluación no debe medir la cantidad de información que almacena un alumno, debe ser un indicador valorativo del proceso, debe dar cuenta de las fortalezas y debilidades en el aprendizaje, es necesario saber el nivel de el alumno. pero del trabajo del profesor depende lo que el alumno logre y la evaluación no debe juzgar si el alumno es bueno o malo, por los paquetes de contenido que memoriza.*

⁵ Parcial: prueba escrita.

Anexo 3. Unidades de Información

Cf.153-E24: *pienso que el objetivo de la evaluación no es precisar la cantidad de contenido, más bien en la calidad de contenido y la facilidad que tenga para aplicar el contenido a una situación problema y si relaciona más de un elemento, mostraría que otros maneja*

Cf.154-E9: *Si es bueno ver por medio de preguntas qué tanto le quedó al estudiante. Pero no debe ser lo único que cuente pues debe ser un proceso continuo.*

Cf.155-E11: *La evaluación no debe ser cuantificable, sino cualificable donde se logre evidenciar el proceso de cada estudiante no solo en lo conceptual, sino de forma integral también en lo procedimental y actitudinal.*

Cf.156-E12: *La evaluación no se puede limitar solo a lo escrito, sino a lo actitudinal y a las prácticas de biología.*

Cf.157-E1: [al evaluar] *Creo que las preguntas no son tan malas, pero a mi modo de ver existe una forma de realizarlas más efectiva que el solo aprendizaje memorístico de conceptos; como por ejemplo el planteamiento de problemas que el estudiante puede de resolver por medio de sus conocimientos y de su criterio.*

Cf.158-E3: [...] *una parte de la evaluación voluntaria en cuanto a los conceptos biológicos, pero se debe entender que la evaluación es un proceso constante y no solamente es relacionada con lo conceptual sino con lo actitudinal y lo procedimental.*

Cf.159-E6: [al evaluar] *los procesos individuales son los que dan cuenta de los avances, las dificultades y los aprendizajes alcanzados, esto puede ser una de los instrumentos para evaluar el profesor, pero no el único.*

Cf.160-E17: [“Al evaluar se hacen pregunta para calificar con precisión qué tanta Biología ha aprendido el alumno”] *Es un paso en el proceso de evaluación pero no lo veo como el único posible o la forma correcta de evaluar todo un proceso, además esto sería algo memorístico lo cual no es el fin de la educación para mí. Esta debe ser continua.*

Cf.161-E21: *Se debe evaluar de diferentes maneras. Con juegos, proyectos, participación en clase, etc.*

Cf.162-E27: *Cuando evalúas, lo haces constantemente. Te das cuenta de las dificultades y las corriges.*