

*Tesis Doctoral*  
*Eduardo Ravanal Moreno*



Universidad Academia Humanismo Cristiano  
Programa de Doctorado en Educación

Tesis Doctoral

**RACIONALIDADES EPISTEMOLÓGICAS Y DIDÁCTICAS DEL  
PROFESORADO DE BIOLOGÍA EN ACTIVO SOBRE LA ENSEÑANZA Y  
APRENDIZAJE DEL METABOLISMO:  
APORTES PARA EL DEBATE DE UNA NUEVA CLASE DE CIENCIAS**

Autor

Luis Eduardo Ravanal Moreno

Director de Tesis

Ph D. Mario Quintanilla Gatica

Santiago de Chile

Año 2009



Universidad Academia Humanismo Cristiano  
Programa de Doctorado en Educación

**RACIONALIDADES EPISTEMOLÓGICAS Y DIDÁCTICAS DEL  
PROFESORADO DE BIOLOGÍA EN ACTIVO SOBRE LA ENSEÑANZA Y  
APRENDIZAJE DEL METABOLISMO:  
APORTES PARA EL DEBATE DE UNA NUEVA CLASE DE CIENCIAS**

Esta Tesis Doctoral ha sido posible gracias al aporte de CONICYT a través del proyecto FONDECYT 1070795 (2007-2009) que ha dirigido el Dr. Mario Quintanilla Gatica. Profesor Asociado del Departamento de Didáctica y Director del Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (GRECIA) de la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Institución albergante de este proyecto de investigación.

Autor  
Luis Eduardo Ravanal Moreno

Director de Tesis  
Ph D. Mario Quintanilla Gatica

Santiago de Chile  
Año 2009

---

# AGRADECIMIENTOS

---

Deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a:

- Dr. Mario Quintanilla, quien hace un poco más de tres años se atrevió a recibirme en su oficina y atender a mi proyecto. Infinitas gracias por su apoyo, orientación, sabiduría y las múltiples oportunidades de crecimiento profesional y personal; así también la valiosa oportunidad de desarrollar mi estancia doctoral en la Pontificia Universidad Católica de Chile....*Profe...Gracias.*
- Dr. Alberto Labarrere, por su constante colaboración y orientaciones teóricas que hicieron posible la consolidación de muchas de nuestras ideas.
- A mis compañeros del grupo GRECIA por su amistad, apoyo y preocupación por hacer de cada uno de nuestros proyectos, algo mejor.
- A Julio Espinosa Maturana, Rector del Colegio San Marcos por permitirme algunas licencias, en pos de este desafío profesional.
- A Anita Vivanco, secretaria docente del Colegio San Marcos, por su preocupación y valioso apoyo logístico... *Anita gracias.*
- A los profesores de biología que gentilmente colaboraron en este proyecto.
- A mis queridos estudiantes de secundaria, por su alegría, entusiasmo, cariño, crítica, disciplina e indisciplina, por exclamar cada día...*¡Profe no entiendo!...*
- A mi familia, mi esposa Andrea, mi hija Andreita, mis hermanos Jorge y Alexis, mi cuñada Daniella y, a mis adorados padres Graciela y Luis. Gracias por tanto amor.

*A mi esposa Andrea, por regalarme cada día una sonrisa y  
permitirme entrar en su corazón*

*A mi hija Andreita, por hacer del futuro un sueño compartido*

*A mis padres, por la capacidad de amar y por tantos buenos ejemplos*

*A mis hermanos, Jorge y Alexis por sembrar juntos amistad.*

# INDICE

<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 1.</b>	
<b>Presentación de la investigación.....</b>	<b>4</b>
<b>Capítulo 2.</b>	
<b>Planteamiento del problema.....</b>	<b>10</b>
2.1. Introducción.....	11
2.2. Definición del problema de investigación.....	18
2.2.1. Tránsito epistemológico entre actividad científica tradicional (ACT) y actividad científica escolar auténtica (ACEa).....	21
2.2.2. Dificultades epistemológicas que limitan el tránsito hacia una actividad científica escolar auténtica .....	22
2.3. Objetivos de la investigación.....	26
<b>Capítulo 3.</b>	
<b>Marco teórico.....</b>	<b>29</b>
3.1. Enseñanza de la biología en la educación secundaria: Propósitos y Desafíos.....	32
3.1.1	32
Introducción.....	
3.2. La enseñanza de las Ciencias Naturales.....	32
3.2.1. Breve síntesis de la propuesta ministerial de 1998 .....	33
3.2.1.1. Finalidades de la enseñanza de las Ciencias Naturales : Biología.....	35
3.2.2. Imagen de ciencia.....	39
3.2.2.1. Corrientes epistemológicas.....	40
a) Visión racional y/o empírica de la biología .....	40
b) Visión positivista lógica o empirismo lógico .....	41
c) Falsacionismo de Popper o racionalismo deductivo ..	43
d) Las “revoluciones científicas” de Kuhn .....	45
e) Corriente evolucionista de Toulmin.....	46
3.3. El aprendizaje de la ciencia escolar o “ciencia en la escuela”.....	50
3.3.1. Introducción.....	50
3.3.2. Caracterización de la ciencia escolar.....	51

3.4. ¿Cómo aprenden ciencia los estudiantes de secundaria? .....	54
3.4.1. Corriente conductista.....	55
3.4.1.1. Aprendizaje de la biología desde el enfoque conductista .....	55
3.4.2. Corrientes cognitivas .....	56
3.4.2.1. La clase de biología desde la epistemología genética de Piaget.....	56
3.4.2.2. la clase de biología desde el modelo de jerarquías de Gagné .....	58
3.4.2.3. La clase de biología desde la teoría de la actividad .....	60
3.4.2.4. La clase de biología desde la teoría de aprendizaje social de Vigotsky .....	62
3.4.2.5. La clase de biología desde la teoría de asimilación de Ausubel.....	63
3.4.2.6. La clase de biología desde el cambio conceptual .....	64
3.5. Ciencia escolar para el desarrollo de un sujeto competente .....	67
3.5.1. Introducción .....	67
3.5.2. Noción de competencia de pensamiento científico.....	68
3.5.3. Hacia la formación de un estudiante que explique bien.....	71
3.6. La actividad científica escolar desde el Modelo Cognitivo de Ciencias.....	74
3.6.1. Introducción.....	74
3.6.2. Modelo Cognitivo de ciencias.....	75
3.6.3. La actividad científica escolar en biología.....	77
3.6.3.1. Características de la actividad científica escolar.....	78
3.6.3.2. Finalidades de la actividad científica escolar.....	79
3.7. La actividad científica escolar y el aprendizaje de modelos científicos escolares.....	80
3.7.1. Introducción.....	80
3.7.2. Modelo científico.....	81
3.7.3. Modelo científico escolar.....	82
3.7.4. Reflexiones sobre la formación de modelos científicos escolares ....	84
3.8. Concepciones docentes sobre la enseñanza-aprendizaje de la ciencia escolar.....	85
3.8.1. Introducción.....	85
3.8.2. Concepciones docentes y didácticas de las ciencias.....	85
3.8.2.1. Concepciones docentes sobre naturaleza de las ciencias.....	90

3.9. Conocimiento profesional del profesor .....	91
3.9.1. Introducción.....	91
3.9.2. Breve revisión del conocimiento profesional del profesor.....	92
3.9.3. Conocimiento didáctico del contenido biológico.....	102
3.9.3.1. Conocimiento biológico por enseñar.....	103
3.9.3.2. Propósitos de la biología escolar y su enseñanza....	103
3.9.3.3. Concepciones y creencias de los estudiantes acerca de la biología escolar.....	105
3.9.3.4. Estrategias didácticas y didáctica de una estrategia para la enseñanza de la biología escolar.....	107
3.9.3.5. Dificultades en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la biología escolar.....	109
3.9.3.6. Evaluación de los aprendizajes de la biología escolar.....	110
3.10. La enseñanza de la noción de metabolismo .....	111
3.10.1. Introducción.....	111
3.10.2. ¿Qué nos dice la propuesta ministerial?.....	111
3.10.3. La noción de metabolismo.....	112
3.10.4. ¿Qué nos dice la investigación en didáctica de las ciencias acerca de la enseñanza del metabolismo? .....	117
<b>Capítulo 4.</b>	
<b>Marco metodológico y diseño de la investigación.....</b>	<b>121</b>
4.1. Introducción.....	122
4.2. Contexto de investigación.....	124
4.2.1. Breve descripción del diseño metodológico y etapas de sistematización y análisis de la investigación .....	125
4.2.1.1. Contexto de recogida de datos .....	125
4.2.1.2. Primera etapa de análisis: Racionalidad sobre la imagen de ciencia en profesores de biología .....	126
4.2.1.3. Segunda etapa de análisis: Identificación y visión epistemológica de los docentes participantes del taller de reflexión docente (TRD) .....	129
4.2.1.4. Tercera etapa de análisis: Racionalidades sobre la enseñanza de la biología escolar desde un marco de intervención dialógica .....	130
4.3. Fuentes de información y obtención de datos.....	141
4.3.1. Codificación de las fuentes de información .....	143
4.4. Primera fase de investigación: ¿qué racionalidades existen en el profesorado sobre imagen de ciencia? .....	144
4.4.1. Imagen de ciencia en los profesores de biología .....	144

4.4.2. Diseño, elaboración y validación de cuestionario tipo Likert .....	145
4.4.2.1. Dimensiones de análisis y sus descriptores en el cuestionario .....	146
4.4.2.2. Elaboración de enunciados para diseño del cuestionario .....	151
4.4.2.3. Elaboración del cuestionario tipo Likert .....	152
4.4.2.3.1. Validación del cuestionario tipo Likert.....	153
4.4.2.3.2. Aplicación del cuestionario tipo Likert.....	154
4.4.3. Tabulación y análisis de los datos del cuestionario tipo Likert .....	156
4.4.3.1. Primer nivel de análisis: estadístico-descriptivo .....	156
4.4.3.2. Segundo nivel: Análisis de Componentes Principales .....	157
4.4.3.2.1. Fases del análisis de componentes principales .....	157
4.4.3.3. Tercer nivel de análisis: Red conceptual con categorización .....	160
4.4.3.4. Cuarto nivel de análisis: Mapas cognitivos.....	160
4.4.3.4.1. Construcción del mapa cognitivo a partir del cuestionario .....	161
4.4.3.4.2. Etapas para la construcción del mapa cognitivo....	162
4.5. Mediación con profesores de biología: Ambiente intencionado de actividad científica – Taller de reflexión docente .....	166
4.5.1. Diseño del taller de reflexión docente (TRD) .....	167
4.5.1.1. Etapas del diseño del taller de reflexión docente .....	171
4.5.1.1.1. Fase de planificación .....	171
a. Definición de propósitos y participantes del TRD .....	172
b. Selección de profesores participantes del TRD .....	173
c. Definición de protocolo durante la sesión del TRD ...	173
d. Formas de obtener registros de los diálogos y producciones docentes .....	176
e. Características y propósitos de cada sesión .....	183
4.5.1.1.2. Fase de implementación .....	195
a. Orientaciones generales para abordar el TRD e Insumos .....	195
b. Delimitación y caracterización del rol de cada participante del TRD .....	200
4.6. Algunas consideraciones desde la investigación .....	201
<b>Capítulo 5. Presentación y análisis de la información.....</b>	<b>203</b>
5. Introducción .....	205
5.1. Primer nivel de análisis: Racionalidades desde el cuestionario tipo Likert.....	205
5.1.1. Dimensión naturaleza de la ciencia.....	206

Parte I. Análisis estadístico descriptivo.....	206
Parte II. Red conceptual para la categorización de las racionalidades docentes.....	208
Parte III. Análisis de componentes principales para la dimensión naturaleza de la ciencia.....	209
5.1.2. Dimensión enseñanza de la ciencia.....	212
Parte I. Análisis estadístico descriptivo.....	213
Parte II. Red conceptual para la categorización de las racionalidades docentes.....	215
Parte III. Análisis de componentes principales para la dimensión enseñanza de la ciencia.....	217
5.1.3. Dimensión aprendizaje de la ciencia .....	217
Parte I. Análisis estadístico descriptivo.....	219
Parte II. Red conceptual para la categorización de las racionalidades docentes.....	221
Parte III. Análisis de componentes principales para la dimensión enseñanza de la ciencia.....	222
5.1.4. Dimensión competencia de pensamiento científico .....	225
Parte I. Análisis estadístico descriptivo.....	225
Parte II. Red conceptual para la categorización de las racionalidades docentes.....	229
Parte III. Análisis de componentes principales para la dimensión enseñanza de la ciencia.....	230
5.2. Imagen de la biología escolar en el profesorado.....	231
5.3. Segundo nivel de análisis: Mapas cognitivos.....	236
5.3.1. Análisis mapa cognitivo para la dimensión naturaleza de la ciencia .....	237
5.3.1.1. Mapa cognitivo para naturaleza de la ciencia .....	238
5.3.1.2. Racionalidades sobre naturaleza de la ciencia según profesora María .....	242
5.3.1.3. Racionalidades sobre naturaleza de la ciencia según profesora Carol .....	246
5.3.2. Mapa cognitivo para enseñanza de la ciencia .....	248
5.3.2.1. Racionalidades sobre enseñanza de la ciencia según la profesora María .....	252
5.3.2.2. Racionalidades sobre enseñanza de la ciencia según la profesora Carol .....	256
5.3.3. Mapa cognitivo para aprendizaje de la ciencia .....	258
5.3.3.1. Racionalidades sobre enseñanza de la ciencia según la profesora María .....	262
5.3.3.2. Racionalidades sobre enseñanza de la ciencia según la profesora Carol .....	266

5.3.4. Mapa cognitivo para aprendizaje de la ciencia .....	268
5.3.4.1. Racionalidades sobre enseñanza de la ciencia según la profesora María .....	272
5.3.4.2. Racionalidades sobre enseñanza de la ciencia según la profesora Carol .....	276
5.4. Tercer nivel de análisis: Textualidades derivadas del taller de reflexión docente .....	278
5.4.1. Análisis de interacciones dialógicas derivadas del taller de reflexión docente .....	281
5.4.1.1. Racionalidades docentes desde el análisis de la “mochila didáctica” .....	281
5.4.1.2. Racionalidades docentes desde el análisis de videos relacionados con el taller de reflexión docente.....	285
5.4.2. Análisis de producciones docentes desde el diseño de la enseñanza de metabolismo .....	290
5.4.3. Racionalidades sobre el diseño de la enseñanza de la noción de metabolismo.....	295
5.4.3.1. ¿Qué noción de metabolismo desean enseñar los docentes de biología participantes del taller de reflexión docente?.....	300
5.4.3.2. ¿Qué dicen los profesores de una clase de biología?: Categorías emergentes de un análisis de clase de biología sobre metabolismo.....	302
5.4.3.2.1. Reflexiones sobre las racionalidades docentes derivadas del análisis de la observación de clase.....	305
5.4.3.3. ¿Qué dicen y hacen los profesores de biología en la sala de clases? .....	307
5.5. Triangulación de la información .....	310
<b>Capítulo 6. Conclusiones e implicancias didácticas .....</b>	<b>311</b>
6.1. Conclusiones generales e implicancias didácticas .....	312
6.1.1. Sobre la dimensión Naturaleza de la Ciencia .....	312
6.1.1.1. ¿Qué noción de Naturaleza de la Ciencia comparten el profesorado de biología.....	312
6.1.1.2. ¿Qué noción de Naturaleza de la Ciencia comparten el profesorado de biología en la sala de clases? .....	313
6.1.1.3. Implicancias didácticas derivadas de la racionalidad sobre Naturaleza de la Ciencia .....	315
6.1.2. Sobre la dimensión Enseñanza de la Ciencia .....	316
6.1.1.1. ¿Qué noción sobre Enseñanza de la Ciencia comparten el profesorado de biología.....	316
6.1.1.2. ¿Qué noción sobre Enseñanza de la Ciencia comparten el profesorado de biología en la sala de clases? .....	318
6.1.1.3. Implicancias didácticas derivadas de la racionalidad sobre Enseñanza de la Ciencia .....	321

6.1.3. Sobre la dimensión Aprendizaje de la Ciencia .....	322
6.1.3.1. ¿Qué noción sobre Aprendizaje de la Ciencia comparten el profesorado de biología.....	322
6.1.3.2. ¿Qué noción sobre Aprendizaje de la Ciencia comparten el profesorado de biología en la sala de clases? .....	324
6.1.3.3. Implicancias didácticas derivadas de la racionalidad sobre Aprendizaje de la Ciencia .....	324
6.1.4. Sobre la dimensión Competencias de Pensamiento Científico .....	325
6.1.1.1. ¿Qué noción sobre Competencia de Pensamiento Científico comparten el profesorado de biología.....	325
6.1.1.2. ¿Qué noción sobre Competencia de Pensamiento Científico comparten el profesorado de biología en la sala de clases? .....	326
6.1.1.3. Implicancias didácticas derivadas de la racionalidad sobre Competencia de Pensamiento Científico .....	327
6.2 Conclusiones sobre algunos aspectos metodológicos .....	328
<b>7. Bibliografía .....</b>	<b>329</b>
<b>8. Anexos .....</b>	

## Índice de figuras

<b>Figura</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
<b>Capítulo 2</b>		
2.1	Propuesta de actividad para la enseñanza del metabolismo según propuesta ministerial vigente.....	15
2.2	La actividad escolar para el desarrollo de competencia de pensamiento científico entendida como la capacidad de que un hecho del mundo se convierta en modelo escolar para el estudiante.....	21
2.3	Evolución de la noción de actividad científica escolar en profesores de biología en activo y su incidencia en el desarrollo de competencias de pensamiento científico.....	24
<b>Capítulo 3</b>		
3.1	Noción de ciencia para la visión epistemológica positivista.....	42
3.2	Visión sobre el proceso científico según Popper.....	44
3.3	Visión sobre el proceso científico según Kuhn.....	45
3.4	Visión sobre la evaluación conceptual de Toulmin.....	47
3.5	Modelos de ciencia según Nussbaum.....	48
3.6	La ciencia escolar un análogo de la ciencia de los científicos.....	52
3.7	Relación existente entre de un nuevo dato a la estructura cognitiva de un sujeto y los niveles psicoevolutivos según Piaget. ....	57
3.8	Condiciones para el aprendizaje según Gagné.....	58
3.9	Jerarquía propuesta por Gagné (1971) según condiciones de aprendizaje para la enseñanza de la estructura celular.....	59
3.10	Teoría de la actividad para la construcción de conocimiento o aprendizaje usando un ejemplo en biología.....	60
3.11	Representa la diferencia entre lo que un estudiante puede hacer para enfrentar un problema y la capacidad de resolverlos de manera autónoma gracias a la colaboración de otros.....	62
3.12	El aprendizaje significativo es un proceso, pero también es un producto.....	64
3.13	Asimilación de una nueva idea que no implica sustitución de ella sino enriquecimiento o mayor diferenciación.....	66
3.14	Las competencias en el marco de una actividad científica escolar...	70
3.15	Descripción conceptual de explicación según Jorba (2000).....	73
3.16	Representación de los docentes de biología y equipo de investigación sobre la demanda cognitiva requerida por un estudiante para explicar.....	73
3.17	Según Giere (1992) una teoría científica se explica a partir de una familia de modelos teóricos.....	76
3.18	Modelo Cognitivo de Ciencia de Giere (1992) y la relación analógica entre representaciones mentales y el mundo real, expresada en hipótesis teóricas.....	77
3.19	Actividad científica escolar y el rol del estudiante.....	79
3.20	Construcción de un modelos científico a través de consecutivos modelos intermedios (Gómez, 2005).....	82

3.21	Diagrama que da cuenta de las distintas dimensiones que constituyen el modelo científico del profesor, distintivo de las dimensiones que caracterizan el modelo científico elaborado por el estudiante.....	83
3.22	Estructura del Conocimiento Profesional del Profesor, según Grossman.....	95
3.23	Diversas facetas del conocimiento didáctico según Morine-Dersheimer y Kente (1999).....	97
3.24	Tipos de conocimiento del profesor según Morine-Dersheimer y Kente (1999) que contribuyen al CDC.....	98
3.25	Modelos teóricos para explicar la formación del CDC según Gess-Newsome (1999).....	99
3.26	Conocimiento profesional como sistema de ideas integradas. ....	100
3.27	Relación entre los componentes del Conocimiento Didáctico del Conocimiento Biológico.....	102
3.28	Finalidades de la enseñanza de la biología.....	104
3.29	Visión sociocultural de la enseñanza- aprendizaje.....	105
3.30	Triángulo didáctico según Chevallard (1997).....	106
3.31	Propuesta de actividad para la enseñanza del metabolismo según propuesta ministerial vigente.....	115
3.32	Propuesta de actividad para la enseñanza del metabolismo según propuesta ministerial vigente.....	116
<b>Capítulo 4</b>		
4.1	Relación entre el cuestionario, visión epistemológica, dimensiones de análisis y elementos del contrato didáctico.....	127
4.2	Relación entre el cuestionario y la elaboración de mapas cognitivos en profesores de biología para identificar su visión epistemológica.....	130
4.3	Elementos de discusión en el taller de reflexión docente con profesores de biología y unidades de análisis que emergen en cada uno de ellos.....	134
4.4	Estructura y finalidad del taller de reflexión docente.....	135
4.5	Diagrama general sobre instancias de recogida de información y el número de profesores participantes.....	139
4.6	Evolución del diseño de investigación.....	140
4.7	Evolución del diseño del taller de reflexión docente TRD.....	141
4.8	Procedimiento para el diseño, validación y aplicación del cuestionario de la investigación según Valbuena (2007).....	156
4.9	Mapa cognitivo para la dimensión aprendizaje de las ciencia.	165
4.10	Interacciones dialógicas entre profesores de biología y grupo de investigación desde cada marco de referencia para el diseño de una secuencia de enseñanza en biología.....	168
4.11	Dimensiones ligadas a una Ingeniería Didáctica según Artigue (1998).....	171
4.12	Fase de planificación del taller de reflexión docente.....	172
4.13	Relación entre los propósitos de las sesiones docentes (TRD) y su incidencia en el desarrollo de competencias de pensamiento científico.....	173

4.14	Distribución espacial de los participantes del taller de Reflexión Docente (TRD).....	175
4.15	Selección de sesiones del TRD y respectivos productos docentes para el análisis e interpretación de las racionalidades docentes. ....	195
4.16	Fase de implementación del taller de reflexión docente.....	196
<b>Capítulo 5</b>		
5.1	Concepciones de los docentes de biología sobre Naturaleza de las Ciencias (NC) según los enunciados propuestas en el cuestionario tipo Likert. Se grafican los enunciados en que los docentes están total o parcialmente de acuerdo con la afirmación propuesta.....	207
5.2	Concepciones sobre Naturaleza de la Ciencia en el profesorado de biología.....	211
5.3	Concepciones de los docentes de biología sobre Enseñanza de la Ciencia (EC) según los enunciados propuestas en el cuestionario tipo Likert. Se grafican los enunciados en que los docentes están total o parcialmente de acuerdo con la afirmación propuesta. ....	215
5.4	Concepciones sobre Enseñanza de las Ciencias en el profesorado de biología.....	218
5.5	Representación hipotética evolutiva entre los diferentes modelos explicativos.....	220
5.6	Concepciones de los docentes de biología sobre Aprendizaje de la Ciencia (AC) según los enunciados propuestas en el cuestionario tipo Likert.....	221
5.7	Concepciones sobre Aprendizaje de la Ciencia en el profesorado de biología.....	224
5.8	Concepciones de los docentes de biología sobre Competencias de pensamiento Científico (CPC) según los enunciados propuestas en el cuestionario tipo Likert.....	228
5.9	Concepciones sobre Aprendizaje de la Ciencia en el profesorado de biología.....	231
5.10	Enunciados con mayor valor de correlación representativos de las concepciones docentes sobre la imagen de ciencia –biología-.....	234
5.11	Mapa cognitivo general que representa la noción absolutista para la dimensión Naturaleza de la Ciencia.....	238
5.12	Mapa cognitivo general que representa la noción constructivista para la dimensión Naturaleza de la Ciencia.....	239
5.13	Mapa cognitivo que representa la noción absolutista de la profesora María sobre Naturaleza de la Ciencia antes de participar en el TRD (2007).....	240
5.14	Mapa cognitivo que representa la noción absolutista de la profesora María sobre Naturaleza de la Ciencia después de participar en el TRD. <i>ex pos facto</i> (2008).	240
5.15	Mapa cognitivo que representa la noción constructivista de la profesora María sobre Naturaleza de la Ciencia antes de participar en el TRD (2007).....	241
5.16	Mapa cognitivo que representa la noción constructivista de la profesora María sobre Naturaleza de la Ciencia después de	

	participar en el TRD <i>ex pos facto</i> (2008).....	241
5.17	Relación entre ideas sobre Naturaleza de la Ciencia presentes en la docente María finalizado el TRD.....	242
5.18	Mapa cognitivo que representa la noción absolutista de la profesora Carol sobre Naturaleza de la Ciencia antes de participar en el TRD (2007).....	244
5.19	Mapa cognitivo que representa la noción absolutista de la profesora Carol sobre Naturaleza de la Ciencia después de participar en el TRD <i>ex pos facto</i> (2008).....	244
5.20	Mapa cognitivo que representa la noción constructivista de la profesora Carol sobre Naturaleza de la Ciencia antes de participar en el TRD (2007).....	245
5.21	Mapa cognitivo que representa la noción constructivista de la profesora Carol sobre Naturaleza de la Ciencia después de participar en el TRD <i>Expo factum</i> (2008).....	245
5.22	Relación entre ideas sobre Naturaleza de la Ciencia presentes en la docente Carol finalizado el TRD.....	246
5.23	Mapa cognitivo general que representa la noción absolutista para la dimensión Enseñanza de la Ciencia.....	248
5.24	Mapa cognitivo general que representa la noción constructivista para la dimensión Enseñanza de la Ciencia.	249
5.25	Mapa cognitivo que representa la noción absolutista de la profesora María para la dimensión Enseñanza de la Ciencia antes del TRD (2007).	250
5.26	Mapa cognitivo que representa la noción absolutista de la profesora María para la dimensión Enseñanza de la Ciencia después del TRD. <i>Expo factum</i> (2008).	250
5.27	Mapa cognitivo que representa la noción constructivista de la profesora María sobre Enseñanza de la Ciencia antes de participar en el TRD (2007).	251
5.28	Mapa cognitivo que representa la noción constructivista de la profesora María para la dimensión Enseñanza de la Ciencia después del TRD. <i>Expo factum</i> (2008).	251
5.29	Relación entre ideas sobre Enseñanza de la Ciencia presentes en la docente María finalizado el TRD.	252
5.30	Mapa cognitivo que representa la noción absolutista de la profesora Carol para la dimensión Enseñanza de la Ciencia antes del TRD (2007).	254
5.31	Mapa cognitivo que representa la noción absolutista de la profesora Carol para la dimensión Enseñanza de la Ciencia después del TRD. <i>Expo factum</i> (2008).	254
5.32	Mapa cognitivo que representa la noción constructivista de la profesora Carol sobre Enseñanza de la Ciencia antes de participar en el TRD (2007)	255
5.33	Mapa cognitivo que representa la noción constructivista de la profesora Carol para la dimensión Enseñanza de la Ciencia después del TRD. <i>Expo factum</i> (2008).	255
5.34	Relación entre ideas sobre Enseñanza de la Ciencia presentes en la	

	docente Carol finalizado el TRD.	256
5.35	Mapa cognitivo general que representa la noción absolutista para la dimensión Aprendizaje de las Ciencias (AC)	258
5.36	Mapa cognitivo general que representa la noción constructivista para la dimensión Aprendizaje de las Ciencias (AC)	259
5.37	Mapa cognitivo que representa la noción absolutista de la <b>profesora María</b> sobre Aprendizaje de las Ciencias antes de participar en el TRD. Etapa I (2007).	260
5.38	Mapa cognitivo que representa la noción absolutista de la <b>profesora María</b> sobre Aprendizaje de las Ciencias <i>ex pos facto</i> : Etapa II (2008).	260
5.39	Mapa cognitivo que representa la noción constructivista sobre Aprendizaje de las Ciencias de la profesora María antes de participar en el TRD. Etapa I (2007).	261
5.40	Mapa cognitivo que representa la noción constructivista de la profesora María sobre Aprendizaje de las Ciencias <i>ex pos facto</i> : Etapa II (2008).	261
5.41	Relación entre ideas sobre Aprendizaje de la Ciencia presentes en la docente María finalizado el TRD.	263
5.42	Mapa cognitivo que representa la noción absolutista de la profesora Carol sobre Aprendizaje de la Ciencia antes de participar en el TRD (2007).	264
5.43	Mapa cognitivo que representa la noción absolutista de la profesora Carol sobre Aprendizaje de las Ciencias <i>ex pos facto</i> (2008).	264
5.44	Mapa cognitivo que representa la noción constructivista de la profesora Carol sobre Aprendizaje de la Ciencia antes de participar en el TRD (2007).	265
5.45	Mapa cognitivo que representa la noción constructivista de la profesora Carol sobre Aprendizaje de las Ciencias <i>ex pos facto</i> (2008).	265
5.46	Relación entre ideas sobre Aprendizaje de la Ciencia presentes en la docente Carol finalizado el TRD.	267
5.47	Mapa cognitivo general que representa la noción absolutista para la dimensión competencias de pensamiento científico (CPC)	268
5.48	Mapa cognitivo general que representa la noción constructivista para la dimensión competencias de pensamiento científico (CPC)	269
5.49	Mapa cognitivo que representa la noción absolutista de la profesora María sobre CPC antes de participar en el TRD (2007)	270
5.50	Mapa cognitivo que representa la noción absolutista de la profesora María sobre CPC después de participar en el TRD (2008) <i>ex pos facto</i>	270
5.51	Mapa cognitivo que representa la noción constructivista de la profesora María sobre Aprendizaje de la Ciencia antes de participar en el TRD (2007).	271
5.52	Mapa cognitivo que representa la noción constructivista de la profesora María sobre Aprendizaje de la Ciencia después de participar en el TRD <i>Expo factum</i> (2008).	271

5.53	Relación entre ideas sobre Competencias de Pensamiento Científico presentes en la docente María finalizado el TRD.	272
5.54	Mapa cognitivo que representa la noción absolutista de la profesora Carol sobre CPC antes de participar en el TRD (2007).	274
5.55	Mapa cognitivo que representa la noción absolutista de la profesora Carol sobre CPC después de participar en el TRD <i>ex pos facto</i> (2008).	274
5.56	Mapa cognitivo que representa la noción constructivista de la profesora Carol sobre CPC antes de participar en el TRD (2007).	275
5.57	Mapa cognitivo que representa la noción constructivista de la profesora Carol sobre CPC después de participar en el TRD <i>ex pos facto</i> (2008).	275
5.58	Relación entre ideas sobre Aprendizaje de la Ciencia presentes en la docente María finalizado el TRD.	276
5.59	Racionalidades docentes sobre Naturaleza, aprendizaje, enseñanza de la ciencia y competencias de pensamiento científico.	277
5.60	Relación entre conceptos emergentes que constituyen el concepto científico en construcción según los docentes de biología participantes del TRD.	286
5.61	Reflexiones docentes derivadas de la discusión en el TRD y su relación con el CDCB.	289
5.62	Dimensiones del modelo de ser vivo en las que se debe insertar la noción de metabolismo.	301
5.63	Dimensiones desde el modelo de célula en las que se debe insertar la noción de metabolismo.	302
5.64	Dominios discursivos promedios para tres clases vinculadas con metabolismo de la profesora María y Carol.	309
5.65	Secuencia de preguntas según los planos de análisis propuestas por la profesora MB durante la primera clase de Metabolismo. El valor 1, 2 y 3 representan los planos instrumental, personal y social, respectivamente.	311
5.66	Esquema de triangulación de datos.	313
<b>Capítulo 6</b>		
6.1	Ámbitos de una competencia de pensamiento científico implícito en el abordaje de una tarea en el marco de una actividad científica escolar	322

## Índice de Cuadros

Cuadro	Título	Pág.
3.1	Resumen de las ideas centrales que representan las principales visiones epistemológicas.....	49
3.2	Comparación entre la ciencia escolar y la ciencia de los científicos.	53

## Índice de tablas

<b>Tabla</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
3.1	Nivel epistemológico en relación a imagen, enseñanza, aprendizaje y currículum de ciencia.....	89
3.2	Algunas investigaciones acerca de concepciones de estudiantes sobre diferentes conceptos científicos.....	107
3.3	Algunos ejemplos de dificultades de biología en secundaria.....	109
3.4	Algunas investigaciones vinculadas con el metabolismo.....	120
4.1	Resume del diseño metodológico y etapas de análisis de la investigación.....	136
4.2	Evolución y redefinición de la unidad de análisis en el desarrollo metodológico.....	137
4.3	Codificación de instrumentos y métodos utilizados en el proyecto de investigación Fondecyt 1070795 y la Tesis Doctoral. Los números arábigos indican día y mes de aplicación del instrumento o técnica de recolección de datos.....	144
4.4	Distribución de afirmaciones propuestas en el cuestionario considerando epistemología y elementos del contrato didáctico: saber erudito, profesor y estudiante.....	151
4.5	Características contextuales o perfiles del grupo de profesores que participa del cuestionario tipo Likert.....	155
4.6	Red conceptual para categorías en torno a las concepciones docentes.....	161
4.7	Enunciados para la dimensión Aprendizaje de las ciencias.....	166
4.8	Etapas de la mediación dialógica del TRD desde el campo metodológico de una ingeniería didáctica.....	169
4.9	Características generales de los profesores participantes del TRD...	173
4.10	Protocolo general del Taller de Reflexión Docente (TRD).....	176
4.11	Sesiones del TRD y los productos docentes involucrados. La codificación da cuenta del taller, n° de sesión y fecha de realización.....	178
4.12	Resume propósitos y preguntas directrices propuestas en cada sesión del TRD.....	184
4.13	Diseño de enseñanza para la noción de metabolismo propuesto por las docentes participantes del TRD.....	191
4.14	Rol de los participantes del Taller de Reflexión Docente.....	201
5.1	Enunciados relacionados con la dimensión Naturaleza de las ciencias.....	206
5.2	Medidas de tendencia central y porcentajes para las opciones TA y PA según 53 profesores de biología en activo.....	206
5.3	Red Conceptual para la dimensión Naturaleza de la Ciencia (NC)..	208
5.4	Correlación por enunciado para el Factor 1 del análisis de componente principal para la dimensión Naturaleza de la Ciencia..	210
5.5	Enunciados relacionados con la dimensión Enseñanza de las Ciencias.....	212
5.6	Medidas de tendencia central y porcentajes para las opciones TA y PA según 53 profesores de biología en activo.....	213

5.7	Red Conceptual para la dimensión Enseñanza de la Ciencia (NC)	215
5.8	Correlación por enunciado para el Factor 1 del análisis de componente principal para la dimensión Enseñanza de las Ciencias	217
5.9	Enunciados relacionados con la dimensión Aprendizaje de las Ciencias.....	219
5.10	Medidas de tendencia central y porcentajes para las opciones TA y PA según 53 profesores de biología en activo.....	219
5.11	Red Conceptual para la dimensión Aprendizaje de la ciencia (AC).	221
5.12	Correlación por enunciado para el Factor 1 del análisis de componente principal para la dimensión Aprendizaje de las Ciencias (AC) .....	222
5.13	Enunciados relacionados con la dimensión Competencia de pensamiento Científico.....	225
5.14	Medidas de tendencia central y porcentajes para las opciones TA y PA según 53 profesores de biología en activo.....	225
5.15	Red Conceptual para la dimensión Competencias de pensamiento Científico (CPC).....	229
5.16	Correlación por enunciado para el Factor 1 del análisis de componente principal para la dimensión Competencia de Pensamiento Científico.....	230
5.17	Análisis interpretativo a partir de un ACP para los 80 enunciados propuesto en el cuestionario tipo Likert que representan ciertas concepciones docentes sobre la imagen de la biología.....	232
5.18	Concepciones docentes sobre: Ciencia, aprendizaje y enseñanza de las ciencias para el desarrollo de competencias de pensamiento científico.....	233
5.19	Resume de las sesiones de trabajo consideradas para el análisis.....	279
5.20	Criterios de selección según prioridad de los elementos de una mochila didáctica propuestos por los profesores participantes del TRD.....	283
5.21	Descripción de las fichas de actividades propuestas a las profesoras participantes del taller docente.....	291
5.22	Una aproximación a la enseñanza del metabolismo a partir de la selección de actividades propuestas en 6 fichas de trabajo.....	292
5.23	Propuesta de trabajo según las profesoras de biología para el contenido de Metabolismo considerando el set de fichas propuesto.	293
5.24	Textualidades docentes derivas de las interacciones dialógicas sobre la enseñanza del metabolismo.....	298
5.25	Representaciones docentes a interrogantes derivadas del diseño de enseñanza de metabolismo durante el TRD07.....	300
5.26	Secuencia de enseñanza para la noción de metabolismo propuesta por los docentes participantes del TRD.....	304
5.27	Categorías emergentes derivados de los dominios discursivos del análisis de la observación de clase 1 por los profesores participantes del TRD sesión 09.....	305

## **RESUMEN**

EL objetivo de esta investigación es comprender las racionalidades epistemológicas y didácticas del profesorado de biología en activo acerca de la enseñanza y aprendizaje de una noción científica y su conexión con el desarrollo de competencias de pensamiento científico (CPC). La investigación es de carácter cualitativa con un enfoque interpretativo con estudio de caso. La información fue recogida a partir de un cuestionario tipo Likert diseñado para determinar la imagen de ciencia del profesorado de ciencia, grupo de discusión, entrevistas en profundidad y un taller de reflexión docente (TRD) que estuvo orientado hacia la enseñanza y aprendizaje del metabolismo, desde la perspectiva cognitiva, epistemológica y didáctica, para el desarrollo de CPC. Los participantes de la investigación fueron 53 profesores de biología o licenciados en ciencias biológicas a quienes se les aplica el cuestionario tipo Likert. Posteriormente, por un muestreo teórico, se escogen tres de ellos para participar del TRD. El análisis de la información se realizó a través de un análisis estadístico y multivariado (ACP) con el propósito de explorar ciertas tendencias epistemológicas existentes en el profesorado; además de una análisis de contenido semántico y contextual que nos permitió proponer categorías emergentes, a partir de las textualidades derivadas de las interacciones dialógicas y dominios discursivos en la que participaron los profesores participantes del TRD. Las instancias de recogida de información: Entrevista y grupo de discusión, fueron considerados, en esta investigación, insumos complementarios de reportes que enriquecen y validan algunos de nuestros análisis. Algunos resultados obtenidos nos llevan a plantear que existen coexistencia teórica sobre la enseñanza y aprendizaje de la ciencia escolar. Existe una racionalidad sobre la enseñanza de la biología escolar apoblémica, con tendencia epistemológica absolutista, con un modelo de enseñanza tradicional y de aprendizaje por apropiación o asimilación.

La noción de CPC es genérica que no es considerada claramente por el profesorado para la formación de un sujeto competente. A partir de estos resultados, creemos importante promover instancias de debate profundo, de y sobre la práctica docente, que contribuya a diversificar las formas de concebir la enseñanza y aprendizaje de la biología escolar, con el propósito de re-aprender a identificar obstáculos y potenciales implícitas en su enseñanza; así como de sus finalidades para el siglo XXI.

## **SUMMARY**

The objective of this research is to understand the epistemological and pedagogical rationales for biology teachers on active teaching and learning of a scientific concept and its connection with the development of scientific thinking skills (CPC). The research is a qualitative approach with an interpretative case study. The information was taken from a Likert-type questionnaire designed to determine the image of science faculty of science, discussion group, in-depth discussion and a workshop teacher (TRD), which was geared towards teaching and learning of metabolism, from the cognitive, epistemological and didactic, for the development of CPC. Research participants were 53 teachers of biology or science graduates who are applying the Likert questionnaire. Subsequently, a theoretical sampling, three of them are chosen to participate in the TRD. The data analysis was performed using the statistical analysis and multivariate (PCA) with the purpose of exploring certain epistemological tendencies in teachers as well as an analysis of semantic content and context that allowed us to propose categories emerging from the textualities arising from the interaction and dialogical discourse domains in which the participating teachers of the TRD. Instances of information collection: Interview and discussion group, were considered in this investigation, complementary inputs of reports that enrich and validate some of our analysis. Some results obtained lead us to propose that there is coexistence theory about teaching and learning science in school. There is a rationale on the teaching of school biology *apoblémica* with epistemological absolutist tendency, with a traditional model of teaching and learning by appropriation or assimilation. The CPC is a generic concept that is not clearly considered by the faculty for the training of a competent subject. From these results, we believe important to promote discussion fora deep, and on teaching practices that would help diversify the ways of thinking about teaching and learning of school biology, in order to re-learn to identify obstacles and potential implicit in his teaching, and their goals for the XXI century.

# INTRODUCCIÓN

El trabajo docente en la escuela secundaria y las convicciones profesionales que desde hace más de 10 años tengo, sobre la enseñanza, aprendizaje y evaluación de la biología me motivaron a realizar y desarrollar mi doctorado en didáctica de las ciencias.

La preocupación por brindar educación de calidad o mejor dicho por hacer de la enseñanza de la biología un espacio de crecimiento y desarrollo para nuestros alumnos y docentes me llevó a pensar en una investigación situada desde y para los docentes. Para ello, fue fundamental el apoyo del Dr. Mario Quintanilla y su grupo de investigación, GRECIA<sup>1</sup>; un colectivo de profesores en formación, en activo de biología, física, matemática, química y geología; psicólogos, médicos, historiadores, sociólogos; tesis de maestría y doctorado en Didáctica de las Ciencias Naturales, que nació en 1998 con el propósito de aportar con ideas teóricas, metodológicas, investigación y herramientas innovadoras al escenario nacional e internacional de la didáctica de las ciencias a la educación científica.

Personalmente estoy convencido que la discusión, el debate de ideas sobre nuestro quehacer, sobre nuestro conocimiento profesional docente es un espacio enriquecedor y necesario, que gradualmente permitirá mejorar nuestro desempeño profesional como personal, en beneficio de una educación cada día mejor y conectado con el mundo que a nuestros niños, niñas y jóvenes les ha tocado vivir. Por ello, esta tesis doctoral pretende profundizar en las racionalidades docentes sobre la enseñanza, aprendizaje del metabolismo y su relación con el desarrollo de competencias de pensamiento científico. Para ello, reflexionamos en torno a un cuestionario tipo Likert, aplicado a 53 profesores de biología, con la finalidad de identificar y caracterizar la noción de los docentes sobre

---

<sup>1</sup> Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (GRECIA) de la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile  
[http://www-dev.puc.cl/sw\\_educ/educacion/grecia/](http://www-dev.puc.cl/sw_educ/educacion/grecia/)

**la imagen de ciencia**, desde las dimensiones: Naturaleza de las ciencias (NC), Aprendizaje de las ciencias (AP), Enseñanza de las ciencias (EC) y Competencias de Pensamiento Científico (CPC). El análisis de esta fase de la investigación, se caracteriza por una mixtura entre análisis cuantitativos y cualitativos, aspecto que surge principalmente, como necesidad de **identificar regularidades** en torno a las racionalidades docentes sobre enseñanza y aprendizaje de la noción científica de metabolismo y, como estas condicionan el desarrollo de competencias de pensamiento científico en los estudiantes de primer año medio.

La tesis presenta un primer análisis de orden cuantitativo que permitió orientar la discusión e identificar atributos en los docentes. No obstante, el análisis siempre estuvo enmarcado desde un enfoque cualitativo que permitiera comprender e interpretar las distintas unidades de análisis y categorizaciones derivadas de la información recogida. A partir de la cual, se identificaron las racionalidades desde tres dimensiones, por delimitarlo de alguna manera, que fueron: *“pensamiento, lenguaje, experiencia”* en su análogo hablamos de: *“lo que piensa, lo que dice, lo que hace”*; desde estas orientaciones se abordan las interrogantes de esta tesis doctoral.

La investigación siempre estuvo enmarcada en el proyecto de investigación Fondecyt 1070795<sup>2</sup> que dirigió el Dr. Mario Quintanilla en el periodo lectivo (2007 – 2009) y en el cual el autor de esta tesis fue becario durante el periodo señalado; proyecto que generó diversos espacios de diálogo, reflexión y participación docente e investigadores, aspecto altamente relevante para enriquecer la recogida de información y el análisis. Entre estos momentos se destacan: i) **Taller de perfeccionamiento docente** que permitió conocer y analizar algunas producciones docentes ii) **Grupo de discusión**, instancia que nos permitió recoger información sobre ¿qué es la ciencia y para qué enseñar ciencia hoy? ¿Qué problemas son relevantes de enseñar hoy en la clase de ciencias? ¿Cómo promuevo el pensamiento científico en el estudiantado y ¿Cómo promover competencias de pensamiento científico a través del acercamiento a la

---

<sup>2</sup> Identificación, caracterización y promoción de competencias científicas en estudiantes de enseñanza media mediante el enfrentamiento a la resolución de problemas. un aporte al mejoramiento de la calidad de los aprendizajes y a la reforma.

resolución de problemas? iii) **Entrevistas en profundidad** con el propósito de recoger información sobre la enseñanza y aprendizaje de la biología y evaluación de competencias de pensamiento científico; iv) **Un taller de reflexión docente**, planificado en 16 sesiones de trabajo y que constituye un valioso material de análisis para esta tesis, especialmente aquellas sesiones en donde el profesorado planifica y decide la enseñanza de una noción científica; Finalmente, v) **Observaciones de clase**, que permitieron recoger información sobre la práctica docente. A partir de ellas, se pretende vincular el pensamiento, el discurso y la toma de decisiones de y sobre la enseñanza de la noción científica de metabolismo y su relación con el desarrollo de competencias de pensamiento científico (CPC) para la formación de un sujeto competente.

La investigación que presentamos analiza el proceso de construcción y de-construcción docente sobre la enseñanza para la formación de un sujeto competente, que nos permite, en alguna medida, identificar obstáculos, nudos, limitaciones y potencialidades docentes que “condicionan” una buena enseñanza del metabolismo en la escuela.

# PRESENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

## Capítulo 1

### 1. CONSIDERACIONES PREVIAS

*“Abrir camino hacia una ciencia para todos”*  
Mercè Izquierdo

Estamos convencidos que la ciencia en la escuela debe permitir a los niños/as y jóvenes poder participar activamente de las cosas del mundo, debe ser, la ciencia en la escuela, un espacio diverso y rico de diálogos, debate, cuestionamiento y posibilidades de cambio y re-estructuración de ideas como también surgimiento de otras nuevas. Estamos convencidos que la **ciencia escolar** se construye y concibe desde una imagen profundamente humana, desde esa perspectiva, es una ciencia que rescata valores, vivencias, experiencias y situaciones contextuales y personales propias, rescata la cultura de un momento, de un tiempo o de una época con sus limitaciones y grandezas. Como plantea Quintanilla:

*“La ciencia en la escuela un saber fascinante para aprender a leer el mundo”*. (Quintanilla, 2006).

Creemos en una enseñanza de la ciencia escolar con sentido y valor para todos los niños/as y jóvenes, que sea **moderadamente racional** y que permita a los alumnos justificarlo, es decir, **razonable** y, que favorezca a cada uno de nuestros estudiantes participar activamente de las cosas del mundo. Izquierdo (2004) dice *“abrir camino hacia una ciencias para todos”* para enfrentar nuevas interrogantes, nuevos desafíos, nuevas formas de mirar y enfrentar el mundo comprometidamente.

Para ello, la enseñanza de las ciencias debe virar hacia una **enseñanza centrada en el desarrollo del pensamiento para la formación de un sujeto competente en ciencias**, lo que merece un cambio o al menos un viraje de cómo y para qué se concibe la enseñanza de la biología actualmente. En este contexto Izquierdo (2007) plantea que:

*Las acciones docentes exitosas serán las que consigan enseñar a pensar al intervenir en el mundo y, con ello, a decidir, desencadenando una actividad científica escolar en la cual procedimientos, actitudes e ideas vayan a la una*  
(Izquierdo, 2007:129).

Estas acciones docentes a las cuales hace mención Izquierdo, nos llevan a pensar en un profesor altamente reflexivo, capaz de reconocer cómo aprenden los alumnos y conocer las teorías actuales sobre aprendizaje, es decir, debe *aprender a enseñar ciencias* como plantea Angulo (2002). Estas acciones docentes no deben olvidar que los “conocimientos” no están “contenidos” en los libros, museos, CD o vídeo (Izquierdo, 2005) lo cual demanda, una enseñanza para la formación de un sujeto competente<sup>3</sup> en ciencias con la facultad de participar, interrogar, juzgar, debatir y producir nuevo conocimiento en el contexto de la escuela, para lo cual, creemos necesario reorientar nuestros propósitos de enseñanza hacia el desarrollo de competencias de pensamiento científico (CPC).

Las CPC han de generar **actividad científica escolar** (ACE), a partir de situaciones en las que se pueda intervenir en el aula y fuera de ella con entidades y lenguajes apropiados para explicarlas y controlarlas teóricamente (Quintanilla, comunicación privada). En este plano, se entiende que el desarrollo de CPC en un marco de actividad científica escolar permite que la experimentación, la modelización y la discusión se entrecrucen para promover una reconstrucción racional de los fenómenos del mundo (Izquierdo et al., 1999).

---

<sup>3</sup> El Dr. Alberto Labarrere, afirma que una competencia se entiende como una elaboración personal-social, que adopta una configuración individual y personalizada, que se expresa de manera peculiar en cada persona. Así hablamos del *sujeto competente*.

Actualmente, la ciencia en la escuela, por las exigencias socio-culturales imperantes en el sistema de educación, puestas de manifiesto en largas discusiones sobre los puntajes SIMCE o PSU obtenidos en cada establecimiento educacional, nos lleva a pensar que el **énfasis radica en la enseñanza de los contenidos disciplinares**, más que, discutir cómo los estudiantes se apropian de ellos, o de qué forma, el docente genera instancias de enseñanza-aprendizaje-evaluación que faciliten ésta apropiación o, discutir qué consideraciones ha tomado para reestructurar ideas o teorías implícitas en cada estudiantes desde la noción de competencia de pensamiento científico.

Creemos que la enseñanza de la ciencias debe generar nuevas formas de mirar el mundo, y que este “mirar” es la consecuencia de construcciones humanas no diferentes a la construcción que hacen los científicos y que demanda una serie de procesos de pensamiento que pueden consolidar la formación de un sujeto competente (Ravanal y Quintanilla, 2008). Esto nos obliga, a reconocer que la enseñanza de las ciencias en la escuela, debe superar la visión reducida de qué, en la escuela, se aprende biología, química o física, cuando los estudiantes son capaces –temporalmente- de resolver un ejercicio, mencionar atributos o propiedades físico-químicas de hechos o fenómenos biológicos o, cuándo repiten inequívocamente un listado de estructuras del cuerpo humano.

La ciencia en la escuela debe superar lo netamente instrumental y debe generar un espacio que permita a todos los estudiantes encontrar una nueva forma de mirar el mundo (Aliberas, 2005); lo cual, demanda orientar la enseñanza hacia el desarrollo de competencias de pensamiento científico que permita la participación de las personas sobre las decisiones socio científicas propias de una sociedad en permanente cambio (Quintanilla, 2007). Finalmente, el proyecto de tesis doctoral pretende discutir algunos elementos teórico-epistemológicos **de y sobre** las concepciones de docentes de biología y cómo estas nociones epistemológicas emergen en y desde la reflexión del diseño de la enseñanza desde las siguientes interrogantes:

- ¿Qué racionalidades epistemológicas están presentes en profesores de biología en activo sobre *naturaleza de las ciencias, enseñanza y aprendizaje de las ciencias y competencias de pensamiento científico* desde el análisis de un cuestionario tipo Likert y el diseño de la enseñanza del metabolismo desde un marco de interacción dialógica?
- ¿Qué sucede en un ambiente intencionado de actividad escolar con las racionalidades epistemológicas de los docentes de biología?
- ¿En qué medida el diseño de la enseñanza propuesta por los docentes de biología en activo es **concebida** para el desarrollo de CPC?

En este **capítulo 1** hemos compartido nuestras convicciones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias, así también inquietudes e interrogantes que se orientan desde el siguiente objetivo general: **Comprender la noción epistemológica sobre *naturaleza de las ciencias, enseñanza y aprendizaje de las ciencias y competencias de pensamiento científico* desde el análisis del diseño de la enseñanza del metabolismo.**

En el **capítulo 2**, correspondiente al Marco Teórico describe, discute y analiza los antecedentes bibliográficos que guardan relación con el objeto de investigación desde la visión naturalista pragmática de la construcción del conocimiento. Se discute la propuesta ministerial vigente y la enseñanza del metabolismo en primer año medio (NM1) para luego analizar desde la epistemología naturalista el aprendizaje de la ciencia escolar según los aportes de Izquierdo et als. (1999) y de actividad científica escolar (Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2003; Izquierdo, 2007). Con el propósito de enriquecer la discusión teórica, se realiza una revisión sobre las principales corrientes vinculantes con las teorías de aprendizaje que favorecen la interpretación y análisis de información. Luego nos adentramos en la **actividad científica escolar** y la formación de modelos científicos escolares, entendiéndolo como consecuencia del desarrollo de ciertas CPC que caracterizan o delimitan a un sujeto competente. Finalmente, nos aproximamos teóricamente a las concepciones docentes desde los aportes de Porlán, Mellado, Perafán, entre otros, con el propósito de recoger información que oriente el

análisis y discusión de las intervenciones discursivas propuestas por las docentes de biología.

En el **capítulo 3**, correspondiente al Marco Metodológico que responde a los lineamientos que caracterizan esta investigación, se argumenta su orientación desde el enfoque interpretativo dado a su modo naturalista de investigación basado en la observación descriptivo, contextual y en profundidad (Sandín, 2003). La investigación está diseñada en las siguientes fases:

- **Fase I.** Contexto de recogida de información: En el marco del Proyecto Fondecyt 1070795 se convoca a profesores de enseñanza media a un curso de perfeccionamiento. En esta etapa se aplica un cuestionario tipo Likert el que permite, luego del análisis, identificar y caracterizar las racionalidades epistemológicas sobre *naturaleza de las ciencias, enseñanza y aprendizaje de las ciencias* y, *competencias de pensamiento científico*.
- **Fase II.** A partir del análisis de **mapas cognitivos** se pretende identificar la visión epistemológica de dos docentes de biología participantes de la fase I y de la fase III de la investigación, que se describe brevemente en el párrafo siguiente.
- **Fase III.** Con el propósito de conocer las racionalidades epistemológicas de las docentes de y sobre el diseño de la enseñanza del metabolismo desde un marco de intervención dialógica se planifica un taller de reflexión docente de 16 sesiones de discusión. Esta fase permite obtener información del diseño y ejecución de al menos tres clases de biología vinculadas con metabolismo.

El profesorado participantes de cada una de las fases de investigación y de instancias de reflexión propias de la tesis doctoral o del proyecto Fondecyt antes identificado, corresponden a docentes de la Región Metropolitana, de colegios municipalizados, particular subvencionados o particular pagado. Cada uno de ellos con al menos 5 años de experiencia.

Finalmente, en el **capítulo 4** de la Tesis Doctoral busca instalar la discusión, para generar propuestas que favorezcan el tránsito epistemológico de los profesores de biología hacia una imagen de ciencia racional moderada que promueve el desarrollo de competencias de pensamiento científico, con el propósito de concebir una actividad científica escolar como una instancia para que un hecho se convierta en modelo científico escolar para los alumnos y alumnas.

Lo anterior puede ser complementado y enriquecido con los planteamientos de Adúriz-Bravo e Izquierdo (2009), quienes dicen:

*... el modelo de célula sería, en un sentido, la versión extremadamente esquemática de algo que se puede ver por el microscopio y, en otro sentido, un “plano” (en sentido arquitectónico) para orientar la descripción y la comprensión de los distintos tipos celulares (neuronas, hepatocitos, glóbulos blancos, células de la piel...). Con esta concepción flexible en mente, resulta fácil pensar que, en las clases de ciencias naturales, algunos hechos sugerentes, mirados a través de una lente teórica, pasan a ser modelos de alguna idea estructurante y, a su vez, se constituyen en modelos para investigar nuevos hechos similares a los iniciales y bajo las mismas reglas de juego. (Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2009:46).*

# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## Capítulo 2

2.1. Introducción .....	11
2.2. Definición del problema de investigación .....	18
2.2.1. Tránsito epistemológico entre actividad científica tradicional (ACT) y actividad científica escolar auténtica (ACEa).....	21
2.2.2. Dificultades epistemológicas que limitan el tránsito hacia una actividad científica escolar auténtica .....	22
2.3. Objetivos de la investigación .....	26

*“La comprensión de los procesos de cambio son  
ciertamente la llave para comprender el aprendizaje a cualquier edad...”  
(Abell y Pizzini, 1992:661).*

## 2.1. INTRODUCCIÓN

Uno de los propósitos de la enseñanza de la biología en Chile está relacionado con discutir y promover el conocimiento de los modelos curriculares<sup>4</sup> propuestos por la administración de educación – Ministerio de Educación-. Directivos y profesores ponen acento en lograr “aprendizaje” en sus estudiantes, aprendizajes que deben satisfacer, en lo posible, a las mediciones nacionales como la prueba SIMCE, en que el promedio nacional en el 2007 fue de 258 puntos o la de selección universitaria, PSU; En mediciones internacionales podemos decir que, en la prueba PISA 2006, Chile obtiene el promedio más alto que los países latinoamericanos participantes en PISA 2006, con 438 puntos. Sin embargo, obtiene 62 puntos por debajo del promedio de la OCDE. Estos resultados llevan a la siguiente conclusión por parte del ministerio, a juicio de Bruner (2007):

*Los estudiantes chilenos rinden mejor que sus pares latinoamericanos en las tres dimensiones de la alfabetización científica: competencias, conocimiento científico y conocimiento sobre la ciencia.*

[http://mt.educarchile.cl/mt/jjbrunner/archives/2007/12/pisa\\_2006\\_prese.html](http://mt.educarchile.cl/mt/jjbrunner/archives/2007/12/pisa_2006_prese.html)

Es importante, para profundizar en el análisis considerar las preguntas que orientan los propósitos de la prueba PISA que fueron publicadas en el informe PISA 2006<sup>5</sup> marco para la evaluación publicado por la OCDE, en la que se plantea, en un marco general, una prueba que pretende responder a tres interrogantes, que son:

- ¿Están los estudiantes lo suficientemente preparados para enfrentarse a los retos del futuro?
- ¿Están capacitados para analizar sus ideas, razonarlas y comunicarlas de manera efectiva?

---

<sup>4</sup> Hablamos de modelos curriculares para hacer referencia a la propuesta Ministerial sobre los contenidos y secuencia propuesta por cada nivel de aprendizaje para el sector de ciencias naturales, sub sector: biología.

<sup>5</sup> Disponible en <http://www.institutodeevaluacion.mec.es/contenidos/noticias/marcosteoricospisa2006.pdf>

- ¿Han encontrado intereses que puedan perseguir a lo largo de su vida como miembros productivos de la economía y de la sociedad?

Ahora bien, desde el perfil del estudiante la prueba PISA, plantea:

- ¿Hasta qué punto han aprendido los alumnos conceptos y teorías científicas fundamentales?
- ¿Cuán satisfactoriamente pueden identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos de manera científica y utilizar pruebas científicas al encontrarse, interpretar y resolver problemas de la vida real que tienen que ver con la ciencia y la tecnología?

Estos antecedentes nos llevan a plantearnos nuevas interrogantes desde la didáctica de las ciencias, que guardan directa relación con los contenidos que hoy debemos enseñar y en qué medidas estos contenidos o conocimientos (Izquierdo, 2005), satisfacen necesidades, inquietudes o generan posibilidades de participación y cambio en quienes “tienen” que aprenderlas. Tenemos la impresión que las orientaciones de una prueba SIMCE, PSU o PISA manifiestan la convicción, que se debe enseñar los temas pensando en las disciplinas, en tanto, compartimos la idea de Izquierdo (2005) que los temas que se enseñen se seleccionen y modelen pensando en las capacidades de los alumnos.

A modo de ejemplo una pregunta de la prueba PISA 2006 relacionada con el contenido científico discutido en esta tesis, *Metabolismo*.

### EJERCICIO FÍSICO

El ejercicio físico practicado con regularidad pero de manera moderada, es buena para nuestra salud



**Pregunta 17: EJERCICIO FÍSICO**

¿Qué sucede cuando se ejercitan los músculos? Encierra en un círculo “SI” o “NO” para cada afirmación.

¿Sucede esto cuando se ejercitan los músculos?	¿Si o No?
Los músculos reciben mayor flujo sanguíneo	Si / No
Se forma grasa en los músculos	Si / No

#### Puntaje completo

Código 01: Las dos correctas: SI , NO en este orden.

**Pregunta 18. EJERCICIO FÍSICO**

¿Por qué uno respira más fuerte cuando está haciendo ejercicio físico, que cuando está en reposo?

### **Puntaje completo**

Código 11. Respirar más fuerte permite que entre más oxígeno a la sangre y que se elimine más dióxido de carbono.

Código 12. Se respira más profundamente porque estás llevando más oxígeno a los pulmones.

*[Pobrementemente expresado, pero reconoce que uno está recibiendo más oxígeno.]*

### **Sin puntaje**

Código 01: Otras respuestas.

Para obtener más aire en los pulmones.

Porque los músculos consumen más energía. *[No es suficientemente específico].*

Porque el corazón late más rápido.

Tu cuerpo necesita oxígeno. *[No se refiere a la necesidad de más oxígeno.]*

El análisis de esta pregunta de ciencias, deja en evidencia que la selección de temas y las orientaciones de la enseñanza están hacia y desde los contenidos disciplinares. No obstante, existen preguntas de alta demanda cognitiva para el estudiante y que se ven algo invisibilizadas por este tipo de preguntas como también por las concepciones docentes.

Si hacemos el mismo ejercicio, pero considerando la propuesta ministerial, nos encontramos con una situación algo similar. Deseamos compartir un ejemplo de actividad de la propuesta ministerial. El tema está vinculado con metabolismo, dado que la tesis se desarrolla en este marco conceptual.

## Metabolismo

### Actividades

1. Examinar las fases metabólicas de degradación (catabolismo) y de síntesis (anabolismo) de compuestos orgánicos en la célula.

*Ejemplo:* Presentar esquemas simplificados del metabolismo celular, como el siguiente, en transparencias u otros medios, y explicar que las flechas representan reacciones químicas en las que se producen: 1) transformaciones de los glucidos, lípidos y proteínas en componentes más simples, liberándose energía; 2) síntesis o formación de sustancias complejas a partir de monosacáridos, ácidos grasos y aminoácidos, consumiendo energía del ATP.

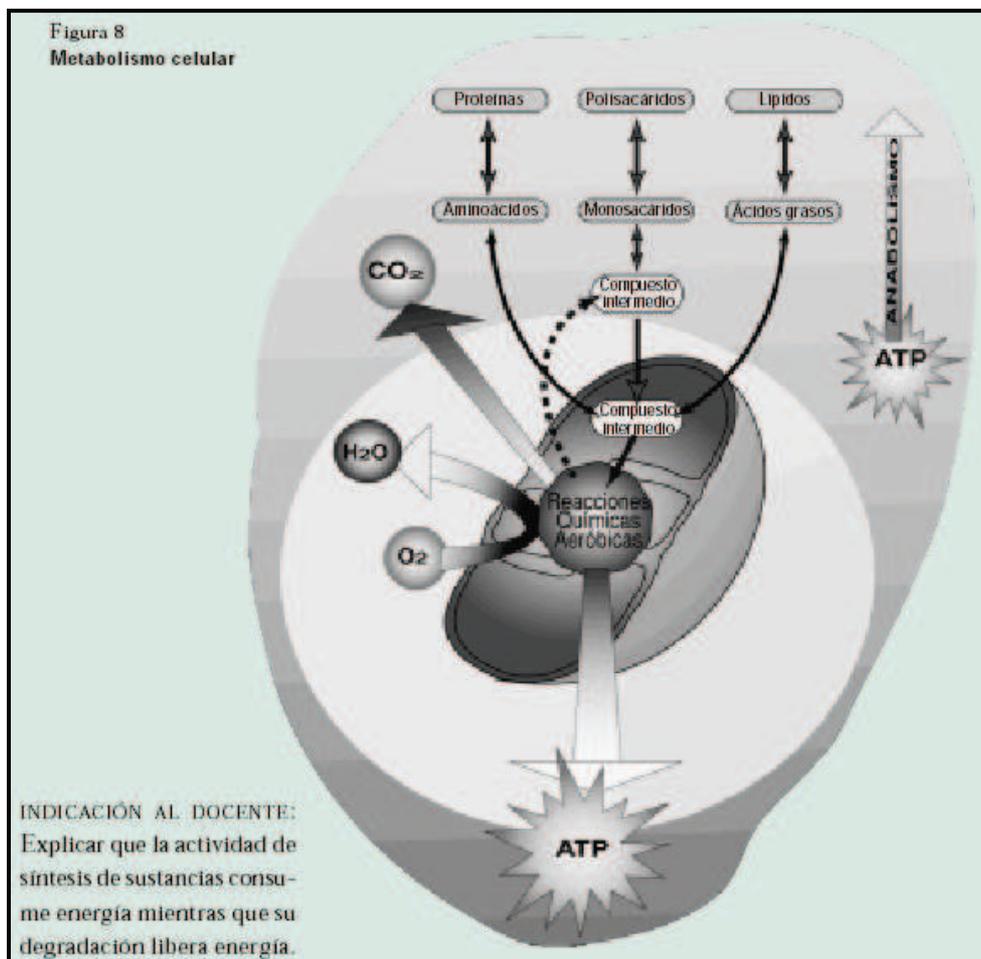


Figura 2.1. Propuesta de actividad para la enseñanza del metabolismo según propuesta ministerial vigente (1998:42)

De las actividades propuestas ¿qué extrañamos? Primero, problematización del contenido científico en discusión y construcción por los estudiantes; segundo, no se privilegia el desarrollo de habilidades cognitivas lingüísticas que favorezcan el pensamiento, para aprender a pensar con teoría; tercero, las actividades sugeridas y sus orientaciones se sitúan, considerando el triángulo didáctico de Chevallard (1997) en el profesor; más que, en las formas de representación y construcción estudiantil y, cuarto, no aparece de manera explícita el desarrollo de competencias de pensamiento ligadas a la formación de modelos científicos escolares (MCE), propuestos por Izquierdo y Adúriz-Bravo (2003), sino, sólo descripciones y explicaciones que pobremente pueden contribuir a dar sentido a los hechos para transformarlos; asumiendo que **la enseñanza de la biología debe permitir a los estudiantes tener la capacidad de hacer de un hecho del mundo un MCE**. Este “tránsito cognitivo” depende de la capacidad del profesor de crear espacios ricos en diálogos y situaciones problemáticas que favorezcan una relación coherente, no arbitrarias de las entidades que constituyen el MCE.

Ahora bien, si la enseñanza de la biología, a juicio de los docentes, es entendida como “algo” superior, objetivo, neutral y descontextualizado como plantea Martínez et al. (2001); junto con creer que los alumnos aprenden cuando están atentos a la explicación del profesor y estudian, por cierto que la construcción de MCE como un proceso de construcción evolutivo, ciertamente, será un propósito muy lejano de cumplir en la enseñanza de la biología.

Estamos conscientes de que existen restricciones para mejorar la enseñanza de la biología, como también debemos estar atentos y dispuestos a enfrentar nuevos desafíos propios del mundo actual y del que se avecina, por ello, creemos que debemos instalar la discusión sobre la enseñanza, aprendizaje y evaluación de la ciencia en la escuela, urgentemente, desde los lineamientos teóricos que la didáctica de las ciencias ha estado y continúe construyendo. Izquierdo (2005) nos dice:

*La Didáctica de las Ciencias podría proporcionar criterios para seleccionar conocimientos relevantes y educativos y valorar los nuevos currículos de “ciencias para todos” frente a los tradicionales de “ciencias de los conocimientos probados”, teniendo en cuenta que:*

- *Las repuestas efectivas a los contenidos condicionan el aprendizaje;*
- *El lenguaje para sustentar el razonamiento científico es diferente del lenguaje científico de los textos;*
- *No hay delimitación clara en los contenidos disciplinares que formen parte del currículo; la hay estratégica, en función de la finalidad educativa.*

Un estudio realizado por Valeiras y Meinardi (2007) plantea tres grandes dificultades en la enseñanza de la biología, que son:

- a) **En relación a la enseñanza**, los docentes abordan los contenidos alejados de la realidad de los estudiantes, esto desencadena en falta de interés y poco atractivo de estudiar.
- b) **En cuanto a materiales curriculares**, existe un incremento de materiales de laboratorio, recursos informáticos y textos escritos, sin embargo, falta personal idóneo para ocuparse del mantenimiento de estos recursos, falta flexibilidad entre asignaturas o se utilizan guías de trabajo bajo el formato de recetario;
- c) **Finalmente la formación docente**, caracterizada por poca efectividad de los planes de formación docente en el aula, además de dos aspectos importantes: dificultad para acceder a capacitación continua y falta de estímulos para llevar a cabo innovaciones en el aula de ciencias.

En Chile la situación es similar, en donde, los programas de estudios son extensos con énfasis en la metodología de indagación, falta personal capacitado para mantención y uso adecuado de recursos y falta de compromiso por implementar en el aula las innovaciones teórico – didácticas discutidas en los cursos de capacitación continua. No obstante, considerando que muchos profesores hacen uso de la propuesta ministerial y otra fracción no despreciable usa el libro de texto como orientador de su quehacer en el aula, vemos que las **sugerencias de actividades** no promueven en el alumno la capacidad de construir conocimiento de forma activa a partir de *indagaciones* como lo propone el Ministerio de Educación.

Creemos que la enseñanza de los modelos curriculares en la escuela, debiera estar ligada al desarrollo de **competencias de pensamiento científico** que permitan la participación de las personas sobre las decisiones socio científicas propias de una sociedad en permanente cambio, junto con, saber afrontar desafíos, conflictos o problemas. Para esto, el profesor de biología debe idear y generar **instancias de reflexión en el aula**, que favorezca el desarrollo de competencias de pensamiento científico y la construcción de conceptos científicos o hechos paradigmáticos que faciliten la interacción entre saber disciplinar – profesor y alumno, considerando que el modelo curricular propuesto atiende a las necesidades, intereses y aspiraciones de los jóvenes ciudadanos de principios del siglo XXI (Justi, 2006). En este contexto, es urgente **discutir sobre las visiones epistemológicas presentes en los docentes de biología y cómo estas condicionan el diseño de la enseñanza para la formación de un sujeto competente en ciencias**, para promover, desde estas orientaciones, adaptaciones fundamentadas en el diseño didáctico para la promoción de competencias de pensamiento científico, que permita a los estudiantes elaborar y usar modelos para reconstruir el mundo a través de una nueva forma de “mirarlo”, interpretarlo, comprenderlo y transformarlo (Quintanilla et als., 2008).

La investigación estuvo enmarcada en torno al proyecto **Fondecyt 1070795**<sup>6</sup>, desde el cual se realiza la convocatoria de los docentes y se diseñan las distintas instancias de participación y reflexión con los profesores. Las fuentes de información surgen de narraciones derivadas de la discusión, entrevista con profesores de biología en ejercicio; Además del análisis de contenido de producciones científicas docentes y escolares desde la perspectiva descriptivo-interpretativa derivada de las orientaciones metodológicas de una investigación etnográfica.

## **2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

Una de las finalidades de la enseñanza de la ciencia escolar es favorecer la construcción de *modelos científicos escolares* que permitan a los estudiantes **pensar, hablar y participar activamente** de los fenómenos del mundo real. Por lo tanto, las exigencias y propósitos de la educación científica, debidamente fundamentada desde la didáctica de las ciencias naturales, se enmarcan en diseñar, planificar, ejecutar y evaluar permanentemente, las distintas actividades de aprendizaje propuestas por los docentes con el propósito de enseñar “*una buena ciencia*”<sup>7</sup>, caracterizada por acciones positivas o favorables, tales como experiencias de laboratorio, uso de Internet para la búsqueda de información, enseñanza cercana a sus vivencias, esfuerzos por dar buenas explicaciones o actividades con amplio rango para la toma de decisiones ciudadanas. Esta “*buena enseñanza*” se ve opacada por un modelo de enseñanza aún mecanicista y reproductiva, con pocas horas para planificar y “*pensar la enseñanza*” y con escaso tiempo para trabajar lecturas, textualidades, narraciones que den cuenta de las representaciones de las ideas estudiantiles; Fundamentalmente, estas representaciones reorientan el **diseño de actividades de aprendizaje**<sup>8</sup> que favorezcan la re-estructuración y evolución de las ideas en los estudiantes con el objeto de construir hechos paradigmáticos.

---

<sup>6</sup> Identificación, caracterización y promoción de competencias científicas en estudiantes de enseñanza media mediante el enfrentamiento a la resolución de problemas, un aporte al mejoramiento de la calidad de los aprendizajes y a la reforma. Director: Dr. Mario Quintanilla Gatica.

<sup>7</sup> Esta noción preliminar emerge del análisis de las narraciones docentes declaradas en los grupos de discusión. Fase II de la investigación del proyecto Fondecyt 1070795

<sup>8</sup> Nos referimos a actividades científicas escolares (ACE) derivadas del Modelo Cognitivo de Ciencias cuando hacemos mención a una actividad de aprendizaje. En los próximos apartados usamos la noción de ACE.

Desde esa perspectiva, surge el interés por trabajar con y desde los profesores de biología, entendiendo que son ellos los responsables de las decisiones teóricas y didácticas al momento de “*pensar*”<sup>9</sup> la enseñanza de alguna noción científica. Cuando hablamos de “*pensar*” la enseñanza, nos referimos a un plano del profesor amplio y complejo, que considera su historia de vida, experiencia y teorías implícitas. Como dice Tardif (2004):

*“El maestro “no solo piensa 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 afectivo, personal e interpersonal”*  
(Tardif, 2004:75).

Entonces, ¿Qué hacer para promover una “buena enseñanza de la biología” en la educación secundaria? Primero, concebir la clase de ciencias (biología) como una **actividad social**, que reconoce la complejidad y diversidad de cada miembro en la construcción del conocimiento, desde una perspectiva humana. Segundo, promover **actividades científicas escolares auténticas** que orienten la discusión, debate, toma de decisiones instrumentales, personales y sociales, teóricamente argumentadas y, finalmente, favorecer la construcción de modelos científicos escolares como producto de una actividad científica escolar racional y razonable que permita generar en los estudiantes una nueva forma de mirar el mundo (Aliberas, 2005).

Habitualmente, los profesores de biología promueven diversas actividades de aprendizaje, con el fin de que los estudiantes se apropien de los modelos curriculares; junto con ello, se asume que adquieren una serie de habilidades cognitivas (habilidades científicas); Sin embargo, la noción de **actividad de aprendizaje** concebida por el profesor, está aún, enmarcada en una epistemología absolutista, que se manifiesta por ciertas concepciones, como por ejemplo, considerar que el método científico es el instrumento particular y propio para construir conocimiento científico o afirmar que

---

<sup>9</sup> Hemos usado cursiva para la notación de pensar, dado que, el conocimiento profesional del profesor es complejo.

podemos elaborar determinadas conclusiones ausentes de teoría científica<sup>10</sup>. Desde esta perspectiva es interesante discutir y reflexionar sobre las racionalidades epistemológicas de los profesores de biología sobre la enseñanza de la biología, en este caso específico, la enseñanza del metabolismo y su vínculo con una **actividad científica tradicional** (ACT) y analizar el tránsito hacia una **actividad científica escolar auténtica** (ACEa), desde los lineamientos del **modelo cognitivo de ciencias** de Giere (1992), incuestionablemente es de interés para el autor relevar, en qué medida las ACT implícitas en el diseño de la enseñanza del metabolismo, promueven que, **un hecho del mundo se convierta en modelo para el estudiante**, es decir, un diseño para el desarrollo de CPC, para la formación de un sujeto competente.

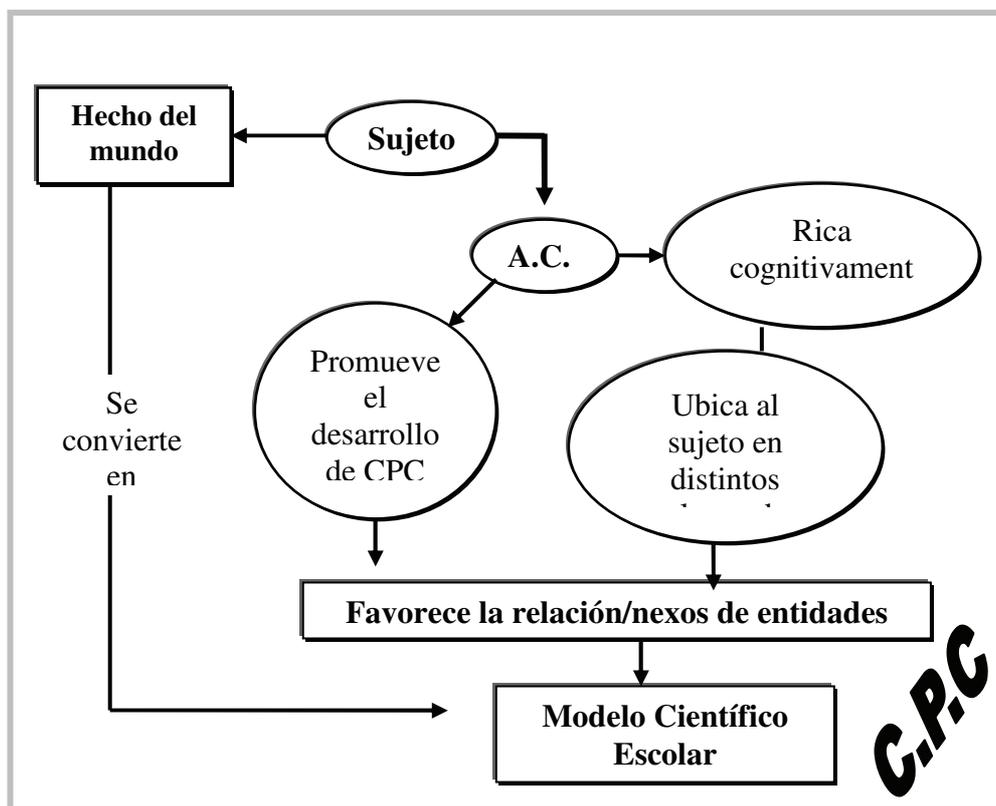


Figura 2.2. La actividad científica escolar para el desarrollo de competencia de pensamiento científico entendida como la capacidad de que un hecho del mundo se convierta en modelo científico escolar para el estudiante.

<sup>10</sup> Estos antecedentes derivan de las narraciones docentes que surgen del análisis del cuestionario aplicado a 53 profesores en la etapa I de la investigación del proyecto FONDECYT 1070795

### **2.2.1. TRÁNSITO EPISTEMOLÓGICO ENTRE ACTIVIDAD CIENTÍFICA TRADICIONAL (ACT)<sup>11</sup> Y ACTIVIDAD CIENTÍFICA ESCOLAR AUTÉNTICA (ACEa)<sup>12</sup>.**

Toda ACT surge con el propósito de abordar un contenido científico en particular. Estas actividades se caracterizan por una serie de rasgos epistemológicos, como son, privilegio de un aprendizaje memorístico por sobre la evolución continua de las ideas en el estudiantado, pobres en situaciones problemáticas reales, que promuevan divergencias intelectuales para enfrentarlas, centrada en la adquisición de entidades aisladas, sin preocuparse por consolidar, elaborar y usar un **modelo científico escolar**, que permita a los estudiantes pensar con ellos sobre los fenómenos científicos y sociales propios del mundo en que viven y del cual ellos son parte protagónica.

En el extremo teórico se instala la noción de **actividad científica escolar auténtica** (ACEa), esta noción surge del **modelo cognitivo de ciencia**, que considera no solo el “hacer” desde un plano instrumental, sino también rescata valores y cultura propia de una época, que entiende la construcción del conocimiento como una actividad profundamente humana. Esta nueva forma de mirar y concebir la enseñanza, valora el cambio gradual de las ideas, privilegia el enfrentamiento a los problemas como estrategia para el desarrollo del pensamiento, favorece la construcción y enlace de entidades para constituir un modelo científico escolar que permita a los estudiantes, pensar, hablar y participar del mundo como ciudadano comprometido y responsable de las decisiones tomadas en “su” época y vinculantes con el desarrollo, controversias y desafíos en la propia historia de la ciencia (Quintanilla,2007b).

El tránsito entre una ACT y la ACEa (Fig. 2.3) es un momento e instancia potente para el levantamiento de nociones que permitan **relevar y revelar qué sucede en un ambiente intencionado de actividad escolar (AIAE) con las racionalidades epistemológicas de los profesores**. Por ello, creemos interesante e importante consignar textualidades docentes que permitan “ver” ese tránsito, de esa forma, generar

---

<sup>11</sup> La ACT es aquella actividad declarada por el profesor, sea en la planificación léctica o la manifestada en la sala de clase, como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia escolar.

<sup>12</sup> La ACEa es aquella actividad que considera valores, cultura y formas de hacer propias del modelo cognitivo de ciencia. Será auténtica cuando ocurran la de-construcción epistemológica docente.

espacios de reflexión desde la didáctica de las ciencias sobre la existencias de nodos epistémicos y culturales que dificulten el transito de ACT a ACEa y que de alguna forma dificultan la formación un sujeto competente.

*“La noción de competencia científica nos remite a alguien que es capaz, que sabe, que tiene capacidad reconocida para afrontar una situación, que posee un cierto grado de dominio, de habilidad y recursos. Es alguien que ha desarrollado las acciones de pensar, explorar, atender, percibir, formular, manipular e introducir cambios que permiten realizar una interacción competente en un medio dado o específico (Quintanilla, 2006:27).*

### **2.2.2. DIFICULTADES EPISTEMOLÓGICAS QUE LIMITAN EL TRÁNSITO HACIA UNA ACTIVIDAD CIENTÍFICA ESCOLAR AUTÉNTICA**

Se enseña y se aprende a través de actividades. Las actividades son las que posibilitan que el estudiante acceda a conocimientos que por sí mismo no podría llegar a representarse. Pero no es una actividad concreta la que posibilita aprender, sino el proceso diseñado, como un conjunto de actividades organizadas y secuenciadas intencionadamente, que posibilitan un flujo de interacciones, con y entre el alumnado y entre el alumnado y el profesorado. Para Sanmartí (2002) las actividades no tienen como finalidad promover un determinado conocimiento, sino proponer situaciones que propicien espacios de participación, reflexión que favorezca la evolución de las ideas. Sin embargo, algunos trabajos preliminares que hemos desarrollado revelan que estas nociones, en muchos casos, no representan las concepciones actuales de los docentes de biología (Ravanal, Quintanilla y Joglar, 2009).

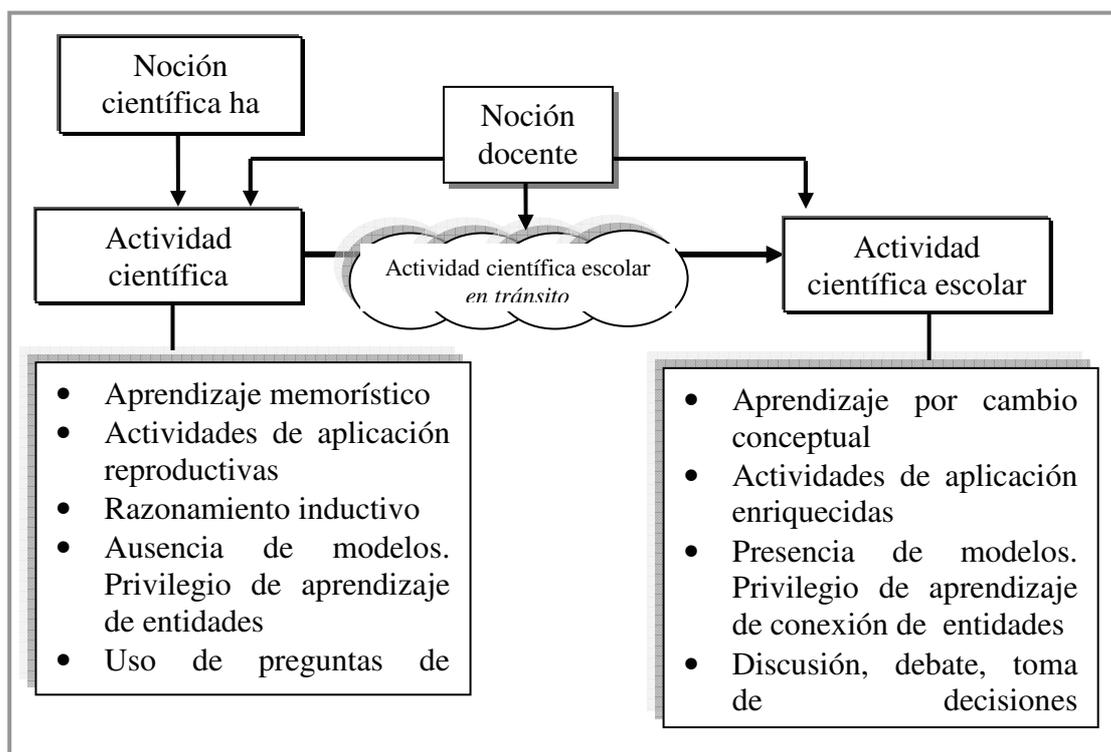


Figura 2.3. Evolución de la noción de actividad científica escolar en profesores de biología en activo y su incidencia en el desarrollo de competencias de pensamiento científico (Ravanal y Quintanilla, 2008).

Un análisis preliminar sobre algunas producciones docentes<sup>13</sup> muestra una tendencia reproductiva de los contenidos científicos, enmarcados en planos de desarrollo instrumentales operativos (Labarrere y Quintanilla, 2002) que exige de los alumnos dominio de técnicas y procedimientos “de ciencia” y no sobre la construcción de la ciencia. Se aprecia ausencia de situaciones problemáticas reales, más bien existe la noción de problema como “*algo para (por) resolver*” usando el conocimiento científico<sup>14</sup>. Estos atributos declarados en las producciones docentes analizadas nos permiten afirmar que la noción sobre la enseñanza de las ciencias es de carácter tradicional - dogmática. Estas nociones epistemológicas se ven fortalecidas por la existencia de fragmentos teóricos en los docentes que impiden o dificultan una postura coherente sobre la enseñanza que “piensan”, que “declaran” y la que realmente llevan al aula.

<sup>13</sup> Las producciones docentes analizadas corresponden a una unidad didáctica desarrollada en un curso de perfeccionamiento en el marco del proyecto Fondecyt 1070795

<sup>14</sup> Esta afirmación surge de las textualidades docentes que surgen de los grupos de discusión. Fase II de la investigación del proyecto Fondecyt 1070795.

Las visiones epistemológicas instaladas en los docentes sobre *naturaleza de las ciencias, enseñanza y aprendizaje de las ciencias y CPC* son barreras difíciles de sortear. Por esto, consideramos interesante y muy importante diseñar una investigación que permitiese dialogar con los docentes para recoger antecedentes que nos permitan identificar y caracterizar dichas racionalidades epistemológicas, como también identificar obstáculos que limiten el tránsito hacia una ACEa para el desarrollo de CPC. Esto nos llevó a plantear la siguiente pregunta de investigación:

**¿Qué racionalidades epistemológicas existen en profesores de biología en activo sobre *naturaleza de las ciencias, enseñanza y aprendizaje de las ciencias y CPC* desde el análisis del diseño de la enseñanza del Metabolismo?**

La formación inicial y continua, han generado y quizás, siguen ratificando la enseñanza de la ciencia escolar desde la visión dogmática. Por ello, nos parece interesante e importante diseñar e implementar sesiones de trabajo con los docentes en formación inicial y continua, con el propósito de promover cambios internos graduales que se traduzcan, paso a paso, en una enseñanza de la biología desde la promoción de actividades científicas escolares auténticas, teóricamente fundamentadas, que rescaten los valores y la cultura de una época; para la formación de un sujeto competente en ciencias, para una sociedad en permanente cambio. Para ello, creemos necesario identificar y caracterizar las racionalidades epistemológicas y didácticas existentes en el profesorado sobre aprendizaje y enseñanza de la biología escolar; como también identificar potencialidades y obstáculos presentes y su vínculo con el desarrollo de competencias de pensamiento científico. Esto nos lleva a plantearnos una segunda interrogante vinculada con los atributos metodológicos de la investigación en un marco de interacciones discursivas sobre la enseñanza del metabolismo, tal como:

**¿Qué sucede en un ambiente intencionado de actividad escolar con las racionalidades epistemológicas de los docentes de biología?**

Considerando que la tesis se orienta desde planos discursivos, tanto entre los docentes durante las sesiones de reflexión como en el discurso particular de cada docente participante de la ejecución en el aula; que al mismo tiempo se ha diseñado hacia “pensar la enseñanza” hacia el desarrollo de competencias de pensamiento científico, es que nos pareció relevante abordar una tercera interrogante que guarda relación con ello, que dice:

**¿En qué medida el diseño de la enseñanza propuesta por los docentes de biología en activo es concebido para el desarrollo de competencias de pensamiento científico?**

Si bien sabemos que hemos dejado de lado muchos aspectos relacionados con el conocimiento pedagógico del profesor, hemos delimitado la investigación a estas tres preguntas con el propósito de profundizar en ellas.

### 2.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

“*Los tiempos han cambiado*” y con ello las exigencias y necesidad de nuestros estudiantes, por ello creemos en una “*una nueva ciencia*” como lo plantea Izquierdo (2007), nosotros diríamos “*una nueva clase<sup>15</sup> de ciencias, una nueva clase de biología*”. Sin embargo, esto nos exige identificar posibilidades y limitaciones en las prácticas de enseñanza científica desde un cuerpo metateórico de conocimientos en didáctica de las ciencias como lo plantea Quintanilla (2006):

*La carencia de un cuerpo metateórico de conocimientos en didáctica de las ciencias naturales vinculado a las prácticas de enseñanza científica, reconocido y valorado por el profesor, es quizá uno de los mayores problemas que deja en evidencia esta situación.* (Quintanilla, 2006:30).

Para ello hemos definido los siguientes objetivos

- a. En relación a las racionalidades epistemológicas presentes en los profesores de biología en activo.
- ◆ Comprender la racionalidad epistemológica y didáctica presente en los profesores de biología en activo y discutir las implicancias de estas en el desarrollo de competencias de pensamiento científico para la formación de un sujeto competente en ciencias.
  - Identificar y caracterizar las racionalidades epistemológicas y didácticas existentes en los profesores de biología en activo sobre: *Naturaleza de las ciencias, Enseñanza y aprendizaje de la ciencia y CPC.*

---

<sup>15</sup> Nos referimos a clase no como una tipología de “algo” sino como el espacio social en donde ocurren las interacciones dialógicas entre profesor y estudiante en un sistema complejo de construcción de significados.

- Proponer categorías de análisis e interpretación que permitan profundizar la reflexión de y sobre las nociones epistemológicas de los docentes.
- b. En relación a la reflexión, construcción y de-construcción de las nociones de los docentes en las interacciones dialógicas derivadas del taller de reflexión y práctica docente, se propone:
- ◆ Comprender cómo los docentes conciben la enseñanza desde la complejidad de su sistema de ideas para el desarrollo de CPC.
    - Analizar el rol de los docentes en el diseño de la enseñanza del metabolismo y cómo estas decisiones tanto teóricas como metodológicas inciden en el desarrollo de CPC.
    - Analizar las interacciones discursivas docentes sobre el diseño y propuestas de enseñanza derivadas del taller de reflexión docente y la práctica docente y su vínculo epistemológico propio que justifican sus decisiones.

# MARCO TEÓRICO

## Capítulo 3

<b>3. Enseñanza de la biología en la educación secundaria: Propósitos y Desafíos.....</b>	<b>32</b>
<b>3.1. Introducción.....</b>	<b>32</b>
<b>3.2. La enseñanza de las Ciencias Naturales.....</b>	<b>32</b>
3.2.1. Breve síntesis de la propuesta ministerial de 1998 .....	33
3.2.1.1. Finalidades de la enseñanza de las Ciencias Naturales : Biología.....	35
3.2.2. Imagen de ciencia.....	39
3.2.2.1. Corrientes epistemológicas.....	40
a) Visión racional y/o empírica de la biología .....	40
b) Visión positivista lógica o empirismo lógico .....	41
c) Falsacionismo de Popper o racionalismo deductivo ..	43
d) Las “revoluciones científicas” de Kuhn .....	45
e) Corriente evolucionista de Toulmin .....	46
<b>3.3. El aprendizaje de la ciencia escolar o ‘Ciencia en la Escuela`.....</b>	<b>50</b>
3.3.1. Introducción.....	50
3.3.2. Caracterización de la ciencia escolar.....	51
<b>3.4. ¿Cómo aprenden ciencia los estudiantes de secundaria? .....</b>	<b>54</b>
3.4.1. Corriente conductista.....	55
3.4.1.1. Aprendizaje de la biología desde el enfoque conductista .....	55
3.4.2. Corrientes cognitivas .....	56
3.4.2.1. La clase de biología desde la epistemología genética de Piaget.....	56
3.4.2.2. la clase de biología desde el modelo de jerarquías de Gagné .....	58
3.4.2.3. La clase de biología desde la teoría de la actividad .....	60
3.4.2.4. La clase de biología desde la teoría de aprendizaje social de Vigotsky .....	62

3.4.2.5. La clase de biología desde la teoría de asimilación de Ausubel.....	63
3.4.2.6. La clase de biología desde el cambio conceptual .....	64
<b>3.5. Ciencia escolar para el desarrollo de un sujeto competente .....</b>	<b>67</b>
3.5.1. Introducción .....	67
3.5.2. Noción de competencia de pensamiento científico.....	68
3.5.3. Hacia la formación de un estudiante que explique bien.....	71
<b>3.6. La actividad científica escolar desde el Modelo Cognitivo de Ciencias.....</b>	<b>74</b>
3.6.1. Introducción.....	74
3.6.2. Modelo Cognitivo de ciencias.....	75
3.6.3. La actividad científica escolar en biología.....	77
3.6.3.1. Características de la actividad científica escolar.....	78
3.6.3.2. Finalidades de la actividad científica escolar.....	79
<b>3.7. La actividad científica escolar y el aprendizaje de modelos científicos escolares.....</b>	<b>80</b>
3.7.1. Introducción.....	80
3.7.2. Modelo científico.....	81
3.7.3. Modelo científico escolar.....	82
3.7.4. Reflexiones sobre la formación de modelos científicos escolares ..	84
<b>3.8. Concepciones docentes sobre la enseñanza-aprendizaje de la ciencia escolar.....</b>	<b>85</b>
3.8.1. Introducción.....	85
3.8.2. Concepciones docentes y didácticas de las ciencias.....	85
3.8.2.1. Concepciones docentes sobre naturaleza de las ciencias...	90
<b>3.9. Conocimiento profesional del profesor .....</b>	<b>91</b>
3.9.1. Introducción.....	91
3.9.2. Breve revisión del conocimiento profesional del profesor.	92
3.9.3. Conocimiento didáctico del contenido biológico.....	102
3.9.3.1. Conocimiento biológico por enseñar.....	103

3.9.3.2. Propósitos de la biología escolar y su enseñanza	103
3.9.3.3. Concepciones y creencias de los estudiantes acerca de la biología escolar.....	105
3.9.3.4. Estrategias didácticas y didáctica de una estrategia para la enseñanza de la biología escolar.....	107
3.9.3.5. Dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la biología escolar.....	109
3.9.3.6. Evaluación de los aprendizajes de la biología escolar.....	110
<b>3.10. La enseñanza de la noción de metabolismo</b>	<b>111</b>
3.10.1. Introducción.....	111
3.10.2. ¿Qué nos dice la propuesta ministerial?.....	111
3.10.3. La noción de metabolismo.....	112
3.10.4. ¿Qué nos dice la investigación en didáctica de las ciencias acerca de la enseñanza del metabolismo? .....	117

### **3. ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA: PROPÓSITOS Y DESAFÍOS**

#### **3.1. INTRODUCCIÓN**

La enseñanza de la biología demanda nuevos desafíos, que responden a las exigencias de un mundo actual, complejo, cambiante que clama participación ciudadana de manera activa y consciente. Desde esta perspectiva, la enseñanza de la biología debe apuntar la “mira telescópica” hacia el desarrollo de un sujeto competente, que sabe y sabe usar el conocimiento teórico y técnico de forma armónica y sincronizada autónomamente para enfrentar problemas, desde su estructura axiológica que lo constituye. Considerando lo anterior, nos parece interesante analizar las orientaciones del Ministerio de Educación al respecto con el propósito de delimitar ¿qué ciencia –escolar- se proclama enseñar y para qué?

#### **3.2. LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES**

Con el objetivo de conocer los propósitos del Ministerio de Educación sobre la enseñanza de las Ciencias Naturales, se revisa el documento del área de currículo titulado: *Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorio para la Educación Media* emitido en 1998 durante el Gobierno del Sr. Eduardo Freí Ruiz-Tagle. Se discuten dos acápite del documento: *Formación general: Sector Curricular Ciencias Naturales* y el de *Formación general; Subsector Biología*. Se extraen del documento, propósitos y lineamientos generales que sitúan la enseñanza de la ciencia y la biología en Chile desde el año 1998 bajo el gobierno de Eduardo Freí Ruiz-Tagle siendo su ministro de Don Juan Pablo Arellano Marín.

### **3.2.1. BREVE SÍNTESIS DE LA PROPUESTA MINISTERIAL DE 1998**

El Ministerio de Educación describe y explicita en el documento los **objetivos fundamentales** y **contenidos mínimos obligatorio** para la Educación Media, en el acápite para el sector curricular de Ciencias Naturales proponen una serie de propósitos muy interesantes de discutir.

Inicialmente el documento afirma que el sector de ciencia está compuesto por los subsectores de **biología, física y química**, a partir del trabajo en función de la red temática para cada subsector, los estudiantes podrán:

- i) Comprender conceptos y conocimientos básicos de las disciplinas científicas acerca del mundo natural y del mundo tecnológico que les rodea;
- ii) Adquirir habilidades intelectuales y disposiciones distintivas del conocimiento científico.
- iii) Desarrollar capacidades para utilizar creativamente el conocimiento (desde la persona como a nivel de país).
- iv) Adquirir una formación científica básica -pensada para todos- que descansa en saberes para la resolución de conflictos y de problemas sociales y medio-ambientales.
- v) Lograr la capacidad de pensar en las formas características de la búsqueda científica.
- vi) Logran una educación científica básica.

Se hace necesario por las altas exigencias de un mundo globalizado y el desarrollo de la tecnología desarrollar un currículo en ciencia que responda a estos nuevos desafíos propios de una sociedad del conocimiento y la tecnología. Desde esta perspectiva, a juicio del Ministerio de Educación la formación científica básica en los subsectores de biología, física y química es necesaria dado que:

- Genera un valor formativo intrínseco al entusiasmo, el asombro y la satisfacción personal que puede provenir de entender y aprender acerca de la naturaleza.
- Es necesario -hoy en día- conocer formas de pensamiento típicas de la búsqueda científica. El desconocimiento será en el futuro una causal de marginalidad.
- Conocer la naturaleza, favorece una actitud de respeto y cuidado por ella.

Se piensa, de lo anterior, en una educación científica que otorga importancia al conocimiento acumulado por las diferentes disciplinas, como a sus formas de pensamiento y proceder. Sobre esto último, la propuesta del MINEDUC hace un alcance:

*“Una enseñanza de la ciencia que se concentra sólo en el saber disciplinario –ciencia como ‘vocabulario científico’- lleva a un muy bajo entendimiento y ciertamente no al desarrollo de la autonomía intelectual buscada. Por otro lado, enseñar el pensamiento científico como un conjunto de procedimientos separados de cualquier sustancia- ‘el método científico’ es igualmente fútil” (Marco curricular; formación general Ciencias Naturales, 3005:125).*

Es interesante el planteamiento, en relación a uno de los criterios básicos para la selección y organización curricular y, que es entender, que la ciencia es un **conocimiento sobre el mundo, que para ser significativo debe ser conectado con la experiencia y contextos vitales de los alumnos**. No obstante, es sugerente el planteamiento que afirma que el punto de partida debe ser la curiosidad, junto con las ideas propias e intuiciones de los estudiantes. Esto lleva a organizar un currículo a algunos núcleos temáticos que el estudiante debiera abordar para conocer principios, modos de proceder y capacidad de aplicarlos correctamente. Muy interesante, es visualizar que la noción del conocimiento científico se concibe como una empresa humana e histórica, asunto que será discutido en los párrafos posteriores.

El MINEDUC sostiene como premisa que el **aprendizaje de la ciencia** es un proceso activo en la cual la investigación y la resolución de problemas ocupan un sitio preponderante. Ahora bien, la propuesta ministerial, inscribe la investigación y la resolución de problema como actividades que brindan gran riqueza en términos de

aprendizaje considerando la historia de la ciencia y las perspectivas sociales y personales sobre usos y aplicaciones.

En cuanto a la enseñanza de la biología el Ministerio pretende que los alumnos adquieran una comprensión elemental e integrada de los fenómenos propios al mundo viviente, aprecien la importancia del conocimiento en la vida humana, y perciban las implicaciones sociales, culturales y éticas del aporte de la biología a la ciencia y tecnología. Hace hincapié que la biología es el estudio de los seres vivos de manera integrada, es decir, que su estudio considera los aspectos fisicoquímicos y sus interrelaciones con el medio. Además defienden la idea de que la biología provee del conocimiento básico para diversas aplicaciones en áreas tecnológicas, como la biotecnología y la salud. Estas orientaciones no enfatizan en el lenguaje, considerando que el aprendizaje de la ciencia implica *aprender a hablar* (Lemke, 1997).

### **3.2.1.1. FINALIDADES DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES -BIOLOGÍA-.**

El subsector de Ciencias pretende que los estudiantes *comprendan conceptos*<sup>16</sup> y *adquieran conocimientos básicos sobre la disciplina*, a partir de los cuales, cada estudiante adquiere una serie de *habilidades intelectuales*, que eventualmente deberá *saber usar* para enfrentar *con creatividad la resolución de conflictos sociales y medio-ambientales*. Junto con esto, el propósito es lograr que los estudiantes *piensen en las diversas formas para realizar una búsqueda científica*, en verdad, interpelando la propuesta ministerial, se quiere una *educación científica básica* para todos y todas.

Al revisar cada uno de los propósitos, podemos evidenciar que la finalidad última es **una educación científica para todos y todas**, centrada en la adquisición de ciertas habilidades intelectuales y conocimiento disciplinar para comprender el *mundo natural y tecnológico*. Este gran objetivo, comienza con declarar que es necesario que los estudiantes *comprendan conceptos*. No obstante, la propuesta no manifiesta bajo qué contexto los estudiantes logran tal objetivo, esto nos lleva a pensar, que se busca una

---

<sup>16</sup> Hemos usado la cursiva para destacar las ideas derivadas de la propuesta “que declara” el Ministerio.

enseñanza que permita a los alumnos apropiarse del saber disciplinar y formas de cómo se ha construido el conocimiento científico, descuidando instancias reales de construcción de significados desde la clase de ciencia entendida como una actividad social (Lemke, 1997).

Es sugerente la propuesta al sostener que las habilidades intelectuales surgen durante el proceso, en que los estudiantes han comprendido los conceptos y conocimientos básicos de la disciplina. El enfoque propuesto está centrado en un plano instrumental, dado que, los contenidos son vistos como medios para el desarrollo de habilidades, y no como, un medio estratégico para aprender a pensar (Quintanilla, 2003). En relación a las habilidades intelectuales, no se han precisado cuáles son las que el profesorado debe desarrollar, aunque si está claro que estas son necesarias para resolver conflictos sociales y medio –ambientales ¿de interés para los estudiantes? ¿o tienen la obligación de resolver cada conflicto al cual se enfrente o se le pida que enfrente?. Desde esta perspectiva, creemos que el desarrollo de habilidades intelectuales desde el **modelo cognitivo de ciencias** que hemos asumido como la ciencia que debemos enseñar, debiera favorecer la construcción de **modelos científicos escolares** que permitan interpretar los hechos del mundo de los alumnos a partir de tramas de ideas que lo constituyan, para la construcción de hecho paradigmático. Este propósito demanda cambios epistemológicos en los profesores activos y cambios en la formación inicial docente que pueden, en algún grado ser resueltos, incorporando en el currículo de la formación de profesor, las *metaciencias*.

Desde esta perspectiva entendemos la didáctica de las ciencias naturales como “ciencia del profesor de ciencias” (Izquierdo, 2005). Esta propuesta de cambio en el currículo ha sido ampliamente divulgada por autores como Adúriz-Bravo (2003) e Izquierdo (1999), entre otros.

Continuando con el análisis de la propuesta ministerial, esta convoca a los profesores a desarrollar en los estudiantes la capacidad de pensar, pero en las propiedades o atributos propios de la investigación científica, no ha pensar para qué y por qué “aprender” una noción científica determinada. Lo que restringe la capacidad de los estudiantes de

pensar desde la teoría sobre hechos de interés, lo cual, afecta o condiciona el desarrollo para la toma de decisiones como ciudadanos pertenecientes a una sociedad democrática.

Los propósitos que busca la enseñanza de las ciencias en el sistema escolar, no guarda relación directa con la formación de modelos científicos escolares, derivados de una enseñanza para el desarrollo de CPC, que permita definitivamente, a los alumnos interpretar los hechos o fenómenos observados de manera paradigmática; asunto que preocupa, reconociendo que el interés pasa por lograr alfabetización científica y enfrentar de manera creativa la resolución de conflictos sociales como medio ambientales. La no declaración de una enseñanza de la ciencia hacia el desarrollo de una competencia, nos lleva a pensar en una enseñanza de los contenidos instrumentalizado, en donde el conocimiento es estáticos y acumulativo, con una visión tradicional de ciencia que sostiene que las explicaciones y teorías son un principio de verdad (Gómez, 2005) lo que restringe la capacidad de los estudiantes de hablar, escribir, pensar y participar de las cosas del mundo real desde una imagen de ciencia *racionalista moderado*, epistemología que hemos adoptado y que sustenta el análisis de esta Tesis Doctoral.

### **¿Por qué intentar desde la enseñanza de la biología, hacer de un hecho del mundo un modelo científico escolar (MCE)?**

Con el propósito de que los alumnos y alumnas puedan interpretar una variedad de hechos que se presentan en su vida cotidiana como en la escuela (Solsona, 1999), además estos (o cada uno de ellos) MCE permitirán que los estudiantes aprendan con facilidad teorías, procedimientos y actitudes que les permitirán actuar de forma conciente y fundamentada (Sanmartí y Pujol, 2002) en el mundo, en *su mundo*. Asunto que dentro de los objetivos para la enseñanza de la ciencia en Chile, se declara como la capacidad de pensar en la investigación científica, para lo cual, el alumno debe moverse obligadamente en los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales. No obstante, la apropiación de ideas desarticuladas en ellos impide la construcción de

hechos científicos escolares, es decir, impide o dificulta la capacidad de poder teorizar, comunicar y actuar.

Partiendo del hecho que la ciencia a enseñar debe permitir pensar, hacer comunicar a aquéllos que la aprenden, por lo tanto, es el resultado de una selección significativa de **nuevos temas**, que no es cambiar la fachada de estos y su manera de enseñarlos. Por estos aspectos y muchos otros que no se han discutido creemos en una formación integral humana que considera distintos planos de desarrollo del sujeto (Labarrere y Quintanilla, 2002). Podríamos plantear al Mineduc que la enseñanza de la biología debe considerar

- a) La ciencia –escolar - como práctica social transformadora. Concebida para las personas y sujetas a valores humanos (Izquierdo, 2005).
- b) El conocimiento científico construido en la escuela es evolutivo y debe responder a la diversidad cultural del momento.
- c) Enseñar para el desarrollo de CPC que permitan el razonamiento científico, no según el método científico basado en la experimentación, sino a **Argumentar científicamente** (Millar y Driver, 1987).
- d) Las repercusiones tecnológicas, sociales y éticas de la actividad científica.

En tal sentido, para la enseñanza de la biología en secundaria debería establecerse los siguientes propósitos:

- ◆ Facilitar el entendimiento sobre algunos conceptos y principios fundamentales de la ciencia.
- ◆ Contribuir a una visión homogénea y unitaria del mundo.
- ◆ Comprender la ciencia como una práctica social e histórica.
- ◆ Apreciar las fortalezas y debilidades de la investigación y el razonamiento científico
- ◆ Enriquecer los procesos del pensar cotidiano sobre la base de una comprensión y ejercicio del razonamiento científico y,
- ◆ Desarrollar capacidades para utilizar el conocimiento científico en beneficio de propósitos personales y sociales.

### 3.2.2. IMAGEN DE CIENCIA

La enseñanza de la ciencia demanda nuevos y exigentes desafíos, sin embargo, cada uno de nuestros esfuerzos pueden resultar inútiles si es que no pensamos la enseñanza desde una visión epistemológica particular. Asumiendo que tenemos claro este punto, creo que, el profesorado no ha hecho la pausa para identificar la corriente epistemológica que justifica el hacer en la sala de clases. Por esto, cobra relevancia compartir algunas ideas con el propósito de dar “pistas” para identificar la epistemología que orienta nuestra práctica docente.

Según Adúriz-Bravo (2007) existe consenso en entender que:

*“La educación científico – tecnológico involucra, además de saber ciencias, y en forma no menos importante, saber sobre las ciencias: qué son y cómo se elaboran, qué características las diferencias de otras producciones y emprendimientos humanos, cómo cambian en el tiempo, cómo influencia y son influenciados por la sociedad y la cultura”*(Adúriz-Bravo, 2007:2).

Sin embargo esta noción de *Ciencia para todos*, nos lleva a superar la visión positivista de fines del siglo XIX (Quintanilla et al, 1999), por otra más ajustada a lo que actualmente se sabe sobre el conocimiento y la actividad científica. Izquierdo y Adúriz-Bravo (2003) apelan a la necesidad de un nuevo modelo de ciencia en la educación científica derivados de estudios sobre la importancia del proceso de metacognición y su rol en el pensar autónomo de los alumnos.; en este marco de discusión, cobran importancia las concepciones estudiantiles para el aprendizaje de la ciencia escolar que exige **“pensar con teoría”** y una transposición didáctica que rescate la idea de una reconstrucción profunda de un saber para ser enseñado (Chevallard, 1997; Joshua & Dupin, 1993 en Estany et al. 2001). Este nuevo modelo se conoce como **Modelo Cognitivo de Ciencias (MCC)**, y corresponde al modelo que orienta teóricamente esta tesis doctoral y que por su relevancia en la investigación será desarrollado en los próximos párrafos.

La imagen de ciencia que el profesorado comparte es importante e interesante de analizar y discutir, por ello, esta tesis pretende identificar y conocer algunas de las concepciones docentes sobre la enseñanza del metabolismo y cómo estas se vinculan para el desarrollo de un sujeto competente en ciencias. Por esta razón, describimos algunas visiones epistemológicas de interés para la investigación y análisis de la información recogida.

### 3.2.2.1. CORRIENTES EPISTEMOLÓGICAS

*“La ciencia no se limita a indagar cómo es el mundo, sino que contribuye a modificarlo por doquier. Por consiguiente, la filosofía de la ciencia no se limita a estudiar el conocimiento científico sino que se ocupa también de la actividad científica” (Echeverría, 1995:44)*

#### a. **Visión racional y/o empírica de la biología**

Es una tendencia del siglo XVI que se ocupa tradicionalmente de la **justificación del conocimiento científico**. Así un profesor con una **visión racionalista** desarrolla principalmente en sus estudiantes la lógica y el razonamiento, mientras que la enseñanza de los contenidos específicos es secundario (Pro Bueno, 2003), ya que, todo experimento que se diseñe, se realiza en un determinado marco teórico, del cual se **deduce** el resultado experimental. En tanto, un profesor desde la **visión empirista**, enseña a observar y a experimentar porque, a través de la observación y de la experimentación, llegaría a descubrir por sí mismos las leyes de la naturaleza (Ibid, 2003), ya que, las teorías surge por inducción a partir de los experimentos. Quintanilla (2000) sostiene que un empirista más estricto, piensa que se puede prescindir de las teorías, fortaleciendo la idea de que se pueden relacionar los hechos experimentales entre ellos, pero no las teorías. Actualmente el interés de los filósofos de la ciencia está centrado en cómo hacen ciencia los científicos reales (Izquierdo et al., 1999), por lo que estas visiones están en crisis, a pesar de esto, en muchas escuelas la enseñanza de la

ciencia se sigue concibiendo racional-empírica, aspecto que dificulta las finalidades de la enseñanza de la ciencia hoy.

En un grupo de discusión (GD) entre profesores de ciencia realizada en el mes mayo de 2008 y en el marco del Proyecto Fondecyt 1070795 un profesor de biología decía:

*“... Para que se hace ciencia, lo circunscribo en lo mío no más, explicar un fenómeno natural. ¿Quiere explicar un fenómeno natural? Sí, entonces debe crear herramientas, ahí está (refiriéndose al contenido)... ¿Quiere formular algo propio, tuyo de cómo ocurren las cosas?, ahí están las herramientas explícalo, responde todas tus preguntas así”.* (Profesor de biología, GD2)

b. **Visión Positivista lógico o Empirismo lógico:** Esta corriente epistemológica se gesta en el llamado Círculo de Viena en las décadas de 1920 y 1930 (Adúriz-Bravo, 2006). Se ha denominado positivismo dado que sólo acepta datos empíricos (o positivos) y lógico<sup>17</sup>, ya que acepta como verdadero sólo lo verificable empíricamente. La tesis fundamental del positivismo es concebir que el conocimiento fiable es aquel que ha sido verificado empíricamente. Desde esta perspectiva, un profesor que enseñan biología desde la visión positivista, transmite a su estudiantes los conceptos inalterables de la materia, las verdades de su disciplina y las características del método científico (Pro Bueno, 2005). Estos atributos son compartidos por otros autores como Quintanilla (2000) quien plantea:

*“Los empiristas lógicos, plantean un análisis sincrónico del hecho científico, es decir, centrado en un momento concreto de la historia de la comunidad científica, muy puntual y en consecuencia sin carácter evolutivo ¿acaso no es esta ciencia la que enseñamos a nuestros alumnos normativa e instrumentalmente?”*(Quintanilla, 2000:6).

Por tanto, el positivismo se ocupa más del contexto de la justificación que del descubrimiento, en el que se desarrolla la construcción y el progreso científico

---

<sup>17</sup> Es entendida como la disciplina que se encarga de analizar el lenguaje y de examinar las conexiones de las afirmaciones que realiza el lenguaje entre sí y con la realidad).

(Mellado, 2003). Sin embargo, aún existe en el profesorado esta visión epistemológica, que revelamos a partir de las siguientes textualidades derivadas del grupo de discusión en el marco del proyecto Fondecyt 1070795, en la participan 24 profesores de ciencia distribuidos en 3 grupos de discusión.

*“.. Nosotros pensamos que la ciencia tiene una metodología súper clara que es el método científico, en la medida en que el alumno aprenda ciencia, basándose en el método científico, puede trazar un camino de vida que lo va a diferenciar de otras áreas” (Profesor de. química, GD3).*

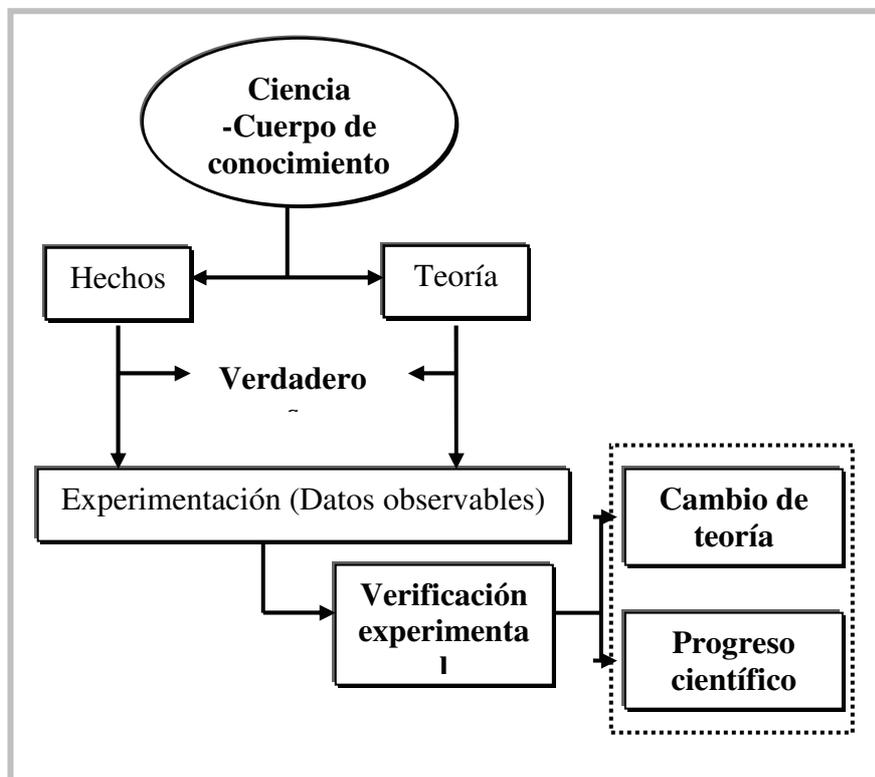


Figura 3.1. Noción de ciencia para la visión epistemológica positivista.

Con las aportaciones de Kuhn y la nueva Filosofía de la Ciencia, se pone término al positivismo lógico. Sin embargo, es interesante la propuesta de Adúriz-Bravo et al. (2006) en términos de identificar las aportaciones del positivismo lógico en la formación inicial y continua de los profesores. Estos autores afirman que esta visión epistemológica presenta los siguientes valores para la profesionalización del profesorado de ciencias:

1. **Valor explicativo:** Las ideas positivistas permiten entender las imágenes de ciencia de los profesores, como acumulativa, triunfalista y teleológica. El positivismo proporciona un lenguaje específico, potente, que contribuye a dar a conocer nociones de ciencia, concepciones alternativas, negociar significados y establecer juicios críticos sobre ideas epistemológicas presentes en el imaginario.
  2. **Valor instrumental:** Las corrientes epistemológicas posteriores al positivismo lógico son complejas, asunto que limita la discusión y el abordaje de los profesores a ella. De esta forma el positivismo, es un “preparar el camino” por las ideas y lenguaje sencillo que la caracterizan, de esta manera como sostienen Adúriz-Bravo y colaboradores, permite estar en “*mejores condiciones de comprender la motivación que hay detrás de las teorías (epistemológicas) actuales*”.
  3. **Valor cultural:** El contacto con creaciones intelectuales humanas a través de la historia pueden ayudar al profesorado de ciencias a valorar la **actividad metacientífica**.
  4. **Valor curricular:** Algunas propuestas del positivismo lógico constituyen buenas aproximaciones al entendimiento de la naturaleza de la ciencia.
- c. Falsacionismo de Popper o racionalismo deductivo:** Su exponente Popper quien manifiesta una posición epistemológica como **racionalismo deductivo**, esta basada en el empleo del **método hipotético – deductivo** como instrumento de progreso científico, el que se genera fundamentalmente por la revisión crítica de nuestras conjeturas previas (Echeverría, 1995). Popper rechaza el principio de inducción empírico del positivismo, destacando el valor de las teorías frente a la observación (Mellado, 2003); propone un modelo de construcción de la ciencia sobre la base del constructivismo (Quintanilla, 2000).

Un profesor que enseña biología desde la epistemología de Popper se interesa por la evolución del pensamiento científico –escolar- a partir de la formulación de hipótesis sobre algunos hechos o situaciones naturales que luego del análisis crítico deben ser falsadas. El profesor de biología no debiese centrar su discusión en cómo se construye el conocimiento, sino en el método que genera progreso científico, **la crítica.**

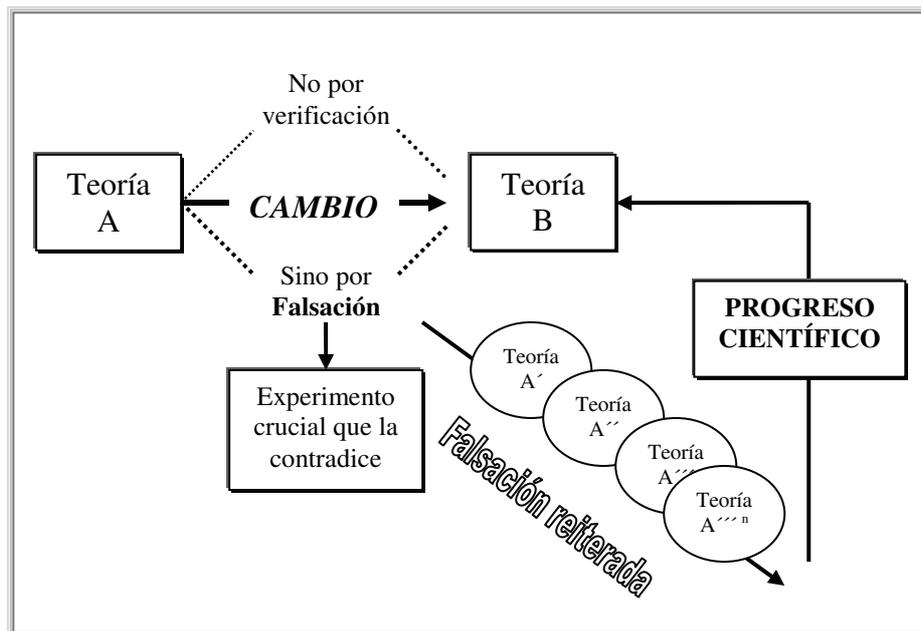


Figura 3.2. Visión sobre el progreso científico según Popper

Popper sostiene que la falsación reiterada conduce a un reemplazo de una teoría por otra que implica progreso científico y así una nueva teoría (fig. 3.2).

#### d. Las “Revoluciones científicas” de Kuhn

*“En la ciencia, por lo común, no se rompen los obstáculos directamente,  
sino que se hace un rodeo para eludirlos”*

*Stephen Toulmin*

La línea de pensamiento propuesta por Kuhn sostiene que el desarrollo de la ciencia no es continuo y está regido por una comunidad científica que comparte creencias y formas equivalentes de mirar el mundo, de ahí que, el saber científico se entienda como **paradigma discontinuo**, desde esta perspectiva la ciencia no crece acumulativamente. Kuhn concibe que el conocimiento se construye a partir de las estructuras mentales que existen en el individuo, lo que lleva a Tamayo (2001) pensar que la evolución conceptual es producto del desarrollo normal de la persona, más que consecuencia de construcciones graduales en el tiempo. La concepción kuhniana fue cuestionada por otros filósofos de la ciencia -como Toulmin-, quien afirma que el conocimiento y la evolución de este, no puede estar limitado a criterios lógicos- formales propios de la estructura mental de un sujeto sino a su capacidad evolutiva y cambiante.

Un profesor de biología inspirado desde la corriente de Kuhn enseña que los conceptos, teorías y procedimientos son normalmente estables y ocasionalmente cambian radicalmente.

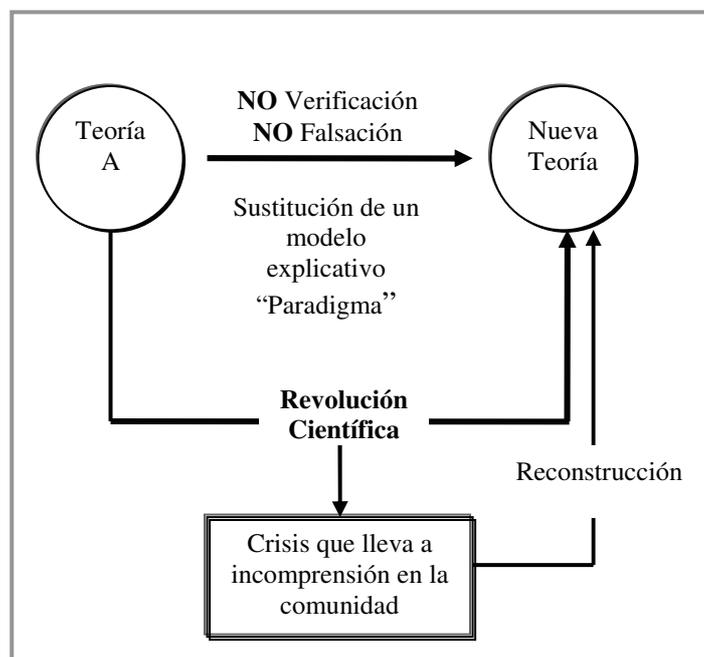


Figura 3.3. Visión sobre el progreso científico según Kuhn

La visión sobre el progreso científico de Kuhn es una cuestión subjetiva, que se plantea como cambios que no se sabe cómo aparecen o cómo desaparecen, pero que son producto de crisis que llevan a la comunidad no comprender ciertos aspectos del mundo, lo que los obliga a modificar sus modelos explicativos sobre el hecho (fig.3.3).

Desde esta corriente, el profesor debe enseñar a sus estudiantes a identificar aspectos problemáticos durante el proceso de aprendizaje, con el propósito de crear un espacio de análisis y evaluación de los efectos que provoca en ellos las decisiones que deben tomar y considerar para realizar o no un cambio en sus acciones. Estos aspectos fundamentalmente pueden favorecer la autorregulación del aprendizaje como mejorar la autoestima, ya que, ***cambiar supone reconocer que algo puede hacerse mejor de lo que se está haciendo*** (Mellado, 2003).

#### **e. Corriente evolucionista de Toulmin**

El conocimiento científico para Toulmin se construye de manera análoga a los principios de la evolución biológica de las especies. Esto quiere decir que una suerte de “selección natural” opera sobre las ideas que constituyen los modelos existente en un sujeto y que bajo la concepción de entender el *hacer de la ciencia* como un espacio de discusión, razonamiento, argumentación, crítica y justificación de las ideas y explicaciones (Henaó y Stipcich, 2008), estas ideas son seleccionadas para reorganizarlas y de esa forma producir un nuevo modelo, que puede ser entendido como un cambio gradual, entendida como **evolución conceptual**. De lo anterior, podemos decir que un profesor que enseña biología desde esta epistemología, concibe el aprendizaje como proceso social, rico en actividades discursivas, en la cual la clase de biología es entendida como y desde una estrategia basada en el lenguaje. Junto con esto, el docente enseña biología poniendo énfasis en el juicio y crítica de los conceptos en discusión más que en la exactitud de estos. Según Toulmin (1977) es fundamental enseñar procesos de **razonamiento** y **argumentación**, lo que demanda el desarrollo de habilidades como buscar y seleccionar información para contrastar datos, reconstruir el conocimiento a partir de evidencia, como utilizar modelos para idear y defender sus tesis, es decir, debe permitir construir, negociar, cambiar y compartir significados,

representaciones y explicaciones (Driver, Newton y Osborne, 2000; Jiménez, Bugallo y Dushl, 2000; Jiménez-Aleixandre y Díaz, 2003; Zohar y Nemet, 2002 citado en Henao y Stipcich, 2008) que favorezcan el “cambio conceptual”.

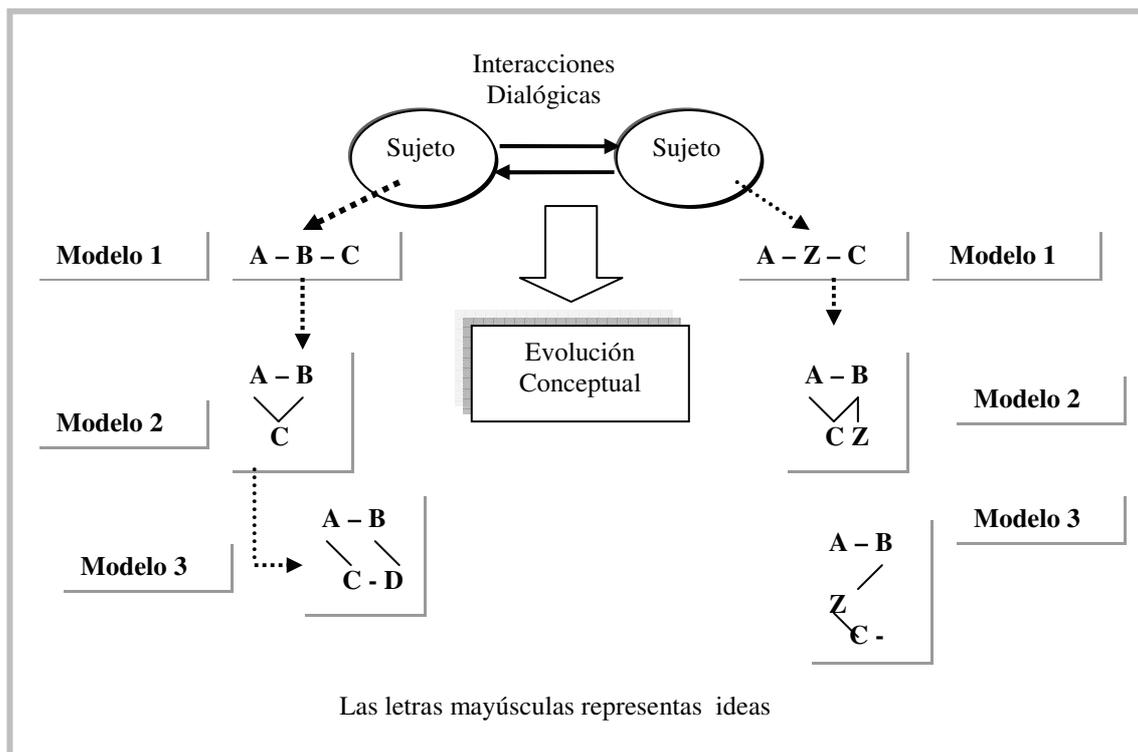
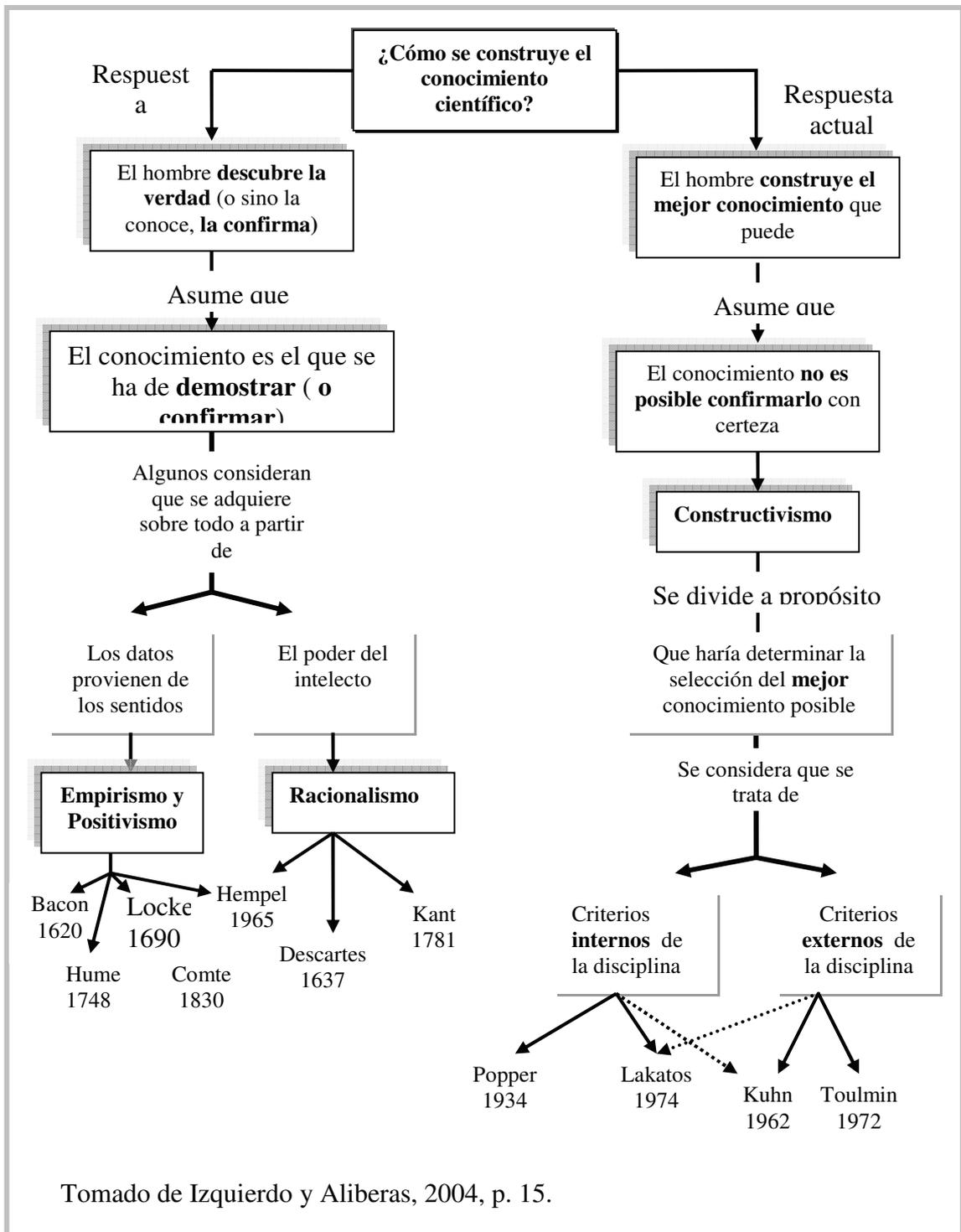


Figura 3.4. Visión sobre la evolución conceptual de Toulmin.

La formación de modelos –científicos escolares- que permiten pensar, hablar y participar en la clase de ciencias y el mundo, corresponden a la evolución de las ideas, como una reorganización de ellas, más que la sustitución *de una por otra*; en la que estas reorganizaciones son consecuencia de los espacios de participación discursiva en que interactúan profesor y alumno.

Finalmente se presenta un esquema de la visión epistemológica general sobre **cómo se construye el conocimiento científico** y sus principales exponentes (fig. 3.5) y un cuadro que muestra las ideas relevantes para las visiones epistemológicas en discusión y otras que han aportado a la evolución de conocimiento (cuadro 3.1).

Figura 3.5. Modelos de ciencia según Nussbaum (1989)



**Cuadro 3.1.** Resumen de las ideas centrales que representan las principales visiones epistemológicas

<b>Epistemología</b>	<b>Característica de cada visión epistemológica</b>	<b>Representante</b>
<b>Racional y/o Empírica</b>	Esta corriente se sitúa en el plano de la justificación del conocimiento científico. No le interesa cómo se genera o cómo surge el conocimiento científico.	Galileo Bacon (S. XVI)
<b>Falsacionismo Popperiano o racionalismo deductivo.</b>	Está basada en el empleo del método hipotético- deductivo como instrumento de progreso del conocimiento científico. Las teorías son conjeturas que deben ser falseadas y se han de poner a prueba para observar su validez y confiabilidad, este insiste en el poder explicativo de la lógica.	Popper (1934)
<b>Paradigma discontinuo</b>	Su idea básica es que la ciencia no crece acumulativamente, considera que los conceptos, teorías, y procedimientos de una ciencia normalmente son estables y ocasionalmente cambian radicalmente, "Revoluciones Científicas".	Khun (1962)
<b>Positivismo lógico posteriormente Empirismo lógico</b>	Pretende que haya una conexión entre los términos teóricos y los términos empíricos. Evita introducir juicios de valor. Confluyen dos visiones: El empirismo y el racionalismo. Plantea la ciencia como no evolutiva desde un análisis sincrónico.	Hempel (1965)
<b>Evolucionismo</b>	Los conceptos procedimientos y teorías de toda ciencia, funcionan de manera parecida a un sistema biológico, es decir, están sometidas a las leyes de selección natural, a una dinámica de constante cambio y renovación. Se habla de Evolución Conceptual	Toulmin (1972)
<b>Programas de investigación</b>	Lo que los científicos hacen es defender el núcleo duro de la teoría, manifiestan muchos mecanismos y estrategias para defender la teoría cuando aparece un hecho que la contradice parcial o totalmente, ya sea para anular este hecho o modificar un poco la teoría agregando el nuevo hecho de manera que éste se incorpore a la teoría ya existente sin mayores alteraciones.	Lakatos (1974)
<b>Instrumentalismo</b>	La ciencia es resolución de problemas y nada más, es decir, sabe como resolver un problema, pero no necesariamente le da una interpretación o un significado al mundo desde ella misma. Desde esta perspectiva, la Ciencia progresa solo si las teorías sucesivas resuelven problemas que sus predecedoras	Laudan (1977)
<b>Realismo naturalista o Realismo pragmático.</b>	La selección de teorías es realizada mediante un proceso complejo que incluye la interacción social, cultural y juicio personal, según este principio las teorías son descripciones verdaderas de lo que pasa en el mundo real, propone que para saber como es una teoría científica, es necesario saber como las utilizan los científicos. Es realista al considerar que la ciencia intenta representar e interpretar el mundo con determinadas ideas. Es naturalista porque pretende explicar los juicios y decisiones científicas a partir de los criterios propios de los científicos y no de principios racionales de carácter general. Este modelo es de racionalidad moderada, ya que la selección de una teoría concreta, asume el oportuno y prudente juicio de quien construye la ciencia.	Giere (1992)

Estamos convencidos, que la enseñanza de la ciencia o de una disciplina en particular requiere de un profesor que fundamente su actuar desde una visión epistemológica clara y robusta, sintonizada con los desafíos del mundo actual y con las necesidades de los niños y niñas y jóvenes de nuestro país. Así como, concientes que el conocimiento científico evoluciona, de la misma manera como evolucionan día a día, las ideas y representaciones de nuestros estudiantes en la sala de clases. Pero creo que, tenemos la responsabilidad de preguntarnos ¿Qué imagen de ciencia compartimos y cómo esta imagen favorece el desarrollo de un sujeto competente en ciencias, historia, artes, música, matemáticas...? que brinde la posibilidad de participar de las cosas del mundo para reconstruirlo.

### **3.3. EL APRENDIZAJE DE LA CIENCIA ESCOLAR o “CIENCIA EN LA ESCUELA”**

#### **3.3.1. INTRODUCCIÓN**

La enseñanza de las ciencias hoy, pretende formar personas capaces de tomar decisiones fundamentadas teóricamente, busca consolidar de alguna forma, la noción de que las teorías científicas discutidas en la clase de biología, deben ser estrategias para enseñar a pensar y no instrumentos para adquirir ciertas habilidades. La enseñanza de las **ciencias escolar**<sup>18</sup> debe permitir formar sujetos competentes –en ciencias- que sean capaces de transmitir valores **de y sobre la ciencia**, junto con valorar y ajustarse a los cambios socio culturales de una época.

El propósito de enseñar biología en la enseñanza secundaria debe alejarse de los fines propedéuticos imperantes en el sistema educativo actual, como también abandonar la idea de una ciencia dogmática e incuestionable. Entendemos la biología, una ciencia que ofrece a quienes la estudian, una manera de pensar y de actuar con el objetivo de interpretar determinados fenómenos e intervenir en ellos por medio de los conocimientos teóricos y prácticos (Izquierdo et al., 1999). Considerando la trascendencia de esta noción de biología y su finalidad, es que pretendemos instalar y

---

<sup>18</sup> Entendida como la ciencia que se construye en la escuela con finalidades distintas a las científicas. La ciencia escolar debe permitir a los estudiantes interpretar y reconstruir el mundo de manera racional y razonable.

discutir la enseñanza de la biología **para y hacia** la construcción y reconstrucción de modelos científicos escolares en los estudiantes, con el afán de que estos puedan razonar, interpretar o re-armar el mundo que les rodea.

### **3.3. 2. CARACTERIZACIÓN DE LA CIENCIA ESCOLAR**

“Si las ciencias son el resultado de una actividad humana compleja, su enseñanza no puede serlo menos: debe concebirse también como actividad y para ello debe tener meta, el método y el campo de aplicaciones adecuados al contexto escolar, conectando con los valores del alumnado y con el objetivo de la escuela -que es promover la construcción de conocimientos y hacerlos evolucionar-” (Sanmartí y Izquierdo, 1997 citado en Izquierdo et al., 1999:49).

La cita anterior es una invitación a concebir la **Ciencia Escolar** (CE) como una actividad del saber y del saber hacer, que releva los valores propios de las personas – estudiantes- que participan de ella. La Ciencia Escolar propone la conexión entre la teoría y los hechos del mundo, desde esta perspectiva la CE busca entender la relación entre los contenidos científicos y la manera de enseñarlos y aprenderlos, y dar respuesta a los problemas que se generan a partir de su puesta en relación (Orellana, 2008). Desde este punto de vista, los contenidos científicos que se aprenden en la escuela, desde los primeros niveles de la educación obligatoria, deben formar parte de sistema de ideas que configuran las concepciones y creencias de los estudiantes de manera coherente, válida y, al alcance de ellos.

El concepto de Ciencia Escolar sostiene Orellana (2008) es:

“... en cuanto a que una situación de enseñanza aprendizaje las ciencias que se trabajan no son las ciencias de los científicos, ni las de la comunidad científica (denominada también ciencia erudita) tal cual, sino una reconstrucción de éstas, al mismo tiempo que no son correspondientes a la actividad cotidiana del estudiantado. La Ciencia Escolar, por tanto corresponde en términos generales a la actividad relativa a las ciencias que se lleva a cabo en el entorno escolar.” (Orellana, 2008:34).

La Ciencia Escolar es un constructo que deriva de la propuesta del Ronald Giere (1999) citado en Quintanilla y Adúriz-Bravo (2006), el **Modelo Cognitivo de Ciencias (MCC)** que focaliza en cómo los científicos trabajan y comunican sus teorías. Esta sostiene que la finalidad de la ciencia no es alcanzar verdades absolutas, sino darle sentido al mundo, Giere enfatiza la importancia de los modelos teóricos y como estos se conectan con los hechos del mundo –realidad- a través de hipótesis teóricas. Desde esta visión, el objetivo de enseñar ciencia es enseñar a pensar con teoría, como lo hemos planteados en párrafos precederos , así como también entender e interpretar el mundo para intervenir en el; lo que desde el Modelo Cognitivo de Ciencia significa que una teoría tiene como principal propósito el permitir a las personal entender el mundo.

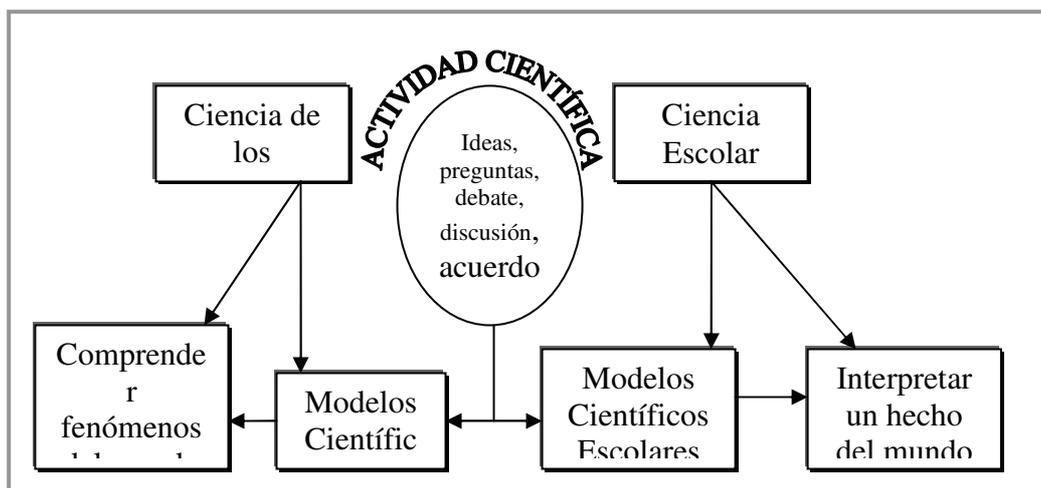


Figura 3.6. La ciencia escolar un análogo de la ciencia de los científicos

Considerando la Ciencia Escolar y la de los científicos una actividad cognitiva, es necesario distinguir diferencias entre ellas, como son:

<b>Dimensiones</b>	<b>Ciencia Escolar</b>	<b>Ciencia de los científicos</b>
Propósitos	<p>Capacitar a las personas para pensar, hablar y actuar sobre las cosas del mundo.</p> <p>Participar de las decisiones socio científicas propias de una época.</p> <p>Rescatar valores y la cultura de una época.</p> <p>Propiciar espacios de reflexión y debate para la construcción de significados de y para comprender el mundo.</p> <p>Crear teoría o representaciones del mundo creíbles y útiles.</p>	<p>Interpretar los fenómenos del mundo y actuar sobre ellos, relacionándolos entre si mediante modelos teóricos.</p> <p>Construir teorías como una familia de modelos que permitan comprender el mundo.</p> <p>Elaborar conocimiento justificado.</p>
Métodos	<p>Será el que funcione en el aula, y probablemente no será el método experimental propio de las ciencias, ya que, difícilmente podrá experimentar de manera autónoma.</p> <p>La discusión con los otros sobre los experimentos, escribir reflexivamente sobre ellos y construir para ello los signos adecuados llegando a un consenso sobre su significado.</p>	<p>Los científicos disponen de cierta teoría para enfrentar las situaciones experimentales; los resultados obtenidos son interpretados y contrastados con estas teorías previas por ello.</p> <p>Se manifiesta una metodología que lleva a estructurar y reestructurar las ideas en torno al problema en relación al cual se quiere dar una explicación.</p>
Racionalidad	<p>Han de razonar y juzgar la validez de los conocimientos, pero aceptando los condicionantes propios de la escuela y de su ser aprendices en el hacer y el pensar.</p> <p>Hablamos de <i>Racionalidad Moderada</i></p>	<p>Los científicos profundizan sus ideas y las defienden mediante argumentos a partir de reflexiones y experiencias.</p>

Cuadro 3.2. Comparación entre la Ciencia Escolar y la Ciencia de los científicos. Adaptado de Orellana (2008).

En la escuela debemos enseñar a interpretar los fenómenos –naturales o artificiales– mediante modelos teóricos con el propósito de formar *teorías*, es decir, enseñar un “hacer y pensar”, aceptando que la clase de ciencias debe servir tanto para comprender el conocimiento estructurado y normativo del currículo como para formar personas autónomas y capaces de pensar de manera crítica (Izquierdo et. al., 1999). Sin embargo, no podemos desentendernos que en la escuela coexisten: el conocimiento científico escolar (CCE)<sup>19</sup> y el conocimiento cotidiano (CC) los que 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 como señala Valbuena (2007). Para este autor la dificultad de “transferir”<sup>20</sup> el conocimiento de la ciencia a la vida cotidiana, es por que el CCE se emplea fundamentalmente para superar las pruebas evaluativos, previo trabajo de problemas cerrados, en tanto, los estudiantes utilizan el CC de manera desarticulada para enfrentar problemas abiertos de la vida diaria. Aparentemente, los estudiantes asignan finalidades distintas a cada tipo de conocimiento al enfrentar problemas o propuestas de enseñanza, de ahí la dificultad de enseñar ciencia –escolar-. No obstante, la enseñanza de la ciencia escolar **no es y no pretende** reemplazar el conocimiento cotidiano sino enriquecerlo y promover la creatividad en la elaboración de argumentos y aplicaciones para que los contenidos escolares (conocimientos) normativos adquieran sentido y proporcionen autonomía (Izquierdo, 1999) de quienes participan de ella.

### 3.4. ¿CÓMO APRENDEN CIENCIA LOS ESTUDIANTES DE SECUNDARIA?

Actualmente se concibe la noción de que los estudiantes aprenden construyendo conocimiento desde la perspectiva constructivista. A su vez, el aprendizaje se logra en la medida que los estudiantes participen activamente de la clase de ciencias apropiándose de los contenidos disciplinares tratados en ella, para muchos “aprendizaje significativo”<sup>21</sup>.

---

<sup>19</sup> Hablamos de conocimiento científico escolar, como aquel que se construye en la escuela producto de una actividad científica que promueve el discurso valórico (Quintanilla, 2006b)

<sup>20</sup> Las comillas son nuestras

<sup>21</sup> Se usa comillas para destacar que durante el trabajo de campo de esta investigación, los profesores de biología insisten en lograr aprendizaje significativo., el cual, a juicio de los docentes ocurre cuando el estudiante aplica lo aprendido.

El aprendizaje está condicionado a muchos factores incluido los atributos propios del sujeto que aprende. Una manera de aproximarnos a cómo aprende un estudiante biología es considerar los aportes de la psicología y cómo estos han aportado a la ciencia escolar.

### **3.4.1. CORRIENTE CONDUCTISTA**

*“Un hombre demuestra su racionalidad no sometiéndose a ideas fijas, a procedimientos estereotipados o a conceptos inmutables, sino por el modo en que, y las oportunidades donde se modifica esas ideas, procedimientos y conceptos”.*

Stephen Toulmin

#### **3.4.1.1. APRENDIZAJE DE LA BIOLOGÍA DESDE EL ENFOQUE CONDUCTISTA.**

Se ha aprendido algo cuando se observa que una persona realiza adecuadamente las operaciones o conductas esperadas, es decir es la consecuencia de la repetición de ciertas conductas (Sanmartí, 1997). Al igual como plantea Claxton (1984, citado en Sanmartí, 1997) un estudiante demuestra que ha aprendido cuando menciona los nombres de algunos organelos celulares o marca con una cruz o subraya el nombre de ellos en una hoja que los indica. La situación descrita puede estar enmarcada en el aprendizaje memorístico, sin embargo al igual como lo plantea Gagné, (1971) una respuesta conductista es una respuesta a una señal, que puede estar representada por la petición del profesor y que obliga al estudiante a dar una respuesta amplia y difusa, que no comprende el uso de antecedentes almacenados en la memoria, por lo que no es producto de reflexión profunda, por decirlo de alguna manera, sino “estímulo – respuesta” ; “pregunta – búsqueda de información”.

### **3.4.2. CORRIENTES COGNITIVAS**

A fines del año cincuenta las corrientes cognitivas cobran valor para la psicología dado que estas permiten aportar con elementos cognitivos sobre la conducta. En esta línea se encuentran los aportes de Piaget, Gagné, Vigotsky, Novak, Ausubel y Posner. Con la finalidad de representar cada uno de los principios generales que caracterizan la enseñanza - aprendizaje de las ciencias, especialmente la biología es que nos aproximamos teóricamente a cada una de ellas rescatando sus ideas centrales para aproximarnos a la enseñanza de la biología escolar, y entendiendo que son muchos los aspectos que en este momento no se han considerado.

#### **3.4.2.1. LA CLASE DE BIOLOGÍA DESDE LA EPISTEMOLOGÍA GENÉTICA DE PIAGET**

Cada vez que un estudiante construye mentalmente y se expresa activa y socialmente estamos frente a un aprendizaje de tipo piagetano, caracterizado por la construcción de diferentes operaciones que se integran a la estructura cognitiva del individuo (Sanmartí, 1997). Estas estructuras mentales se hacen cada vez más complejas, siempre integrando y partiendo de estructuras mentales más simples (Piaget, 1976 citado en Gutiérrez, 1990). En este contexto, el estudiante habrá aprendido o demuestra que aprende cuando pone en práctica sus acciones interiores en diferentes contextos. Por ejemplo, si en la clase de biología estamos hablando sobre el proceso de fotosíntesis; en uno de los momentos de la clase se afirma que la clorofila atrapa la luz proveniente del sol; que de toda la luz del espectro de luz visible, la longitud de onda para el verde no es utilizada sino reflejada por la planta, específicamente por el pigmento fotosintético, clorofila. El estudiante **incorpora el dato** sobre la luz a la estructura cognitiva, ahora bien, las propiedades energéticas de la luz existen en los esquemas mentales, sin embargo, el hecho de que la luz verde sea reflejada, es decir, “rebote” y permita ver de color verdes las partes clorofiladas de la planta, genera un **conflicto** que provoca el desequilibrio, luego los patrones de inteligencia mencionados por Piaget permiten modificar sus esquemas y adaptar el nuevo dato (acomodación) y volver al equilibrio (fig. 3.7).

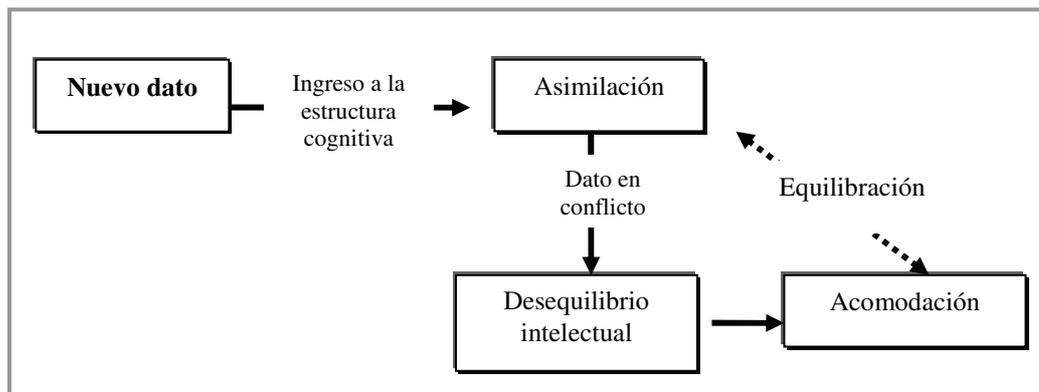


Figura 3.7. Relación existente entre el ingreso de un nuevo dato a la estructura cognitiva de un sujeto y los niveles psicoevolutivos según Piaget.

El proceso desarrollado entre asimilación y acomodación denominado *Equilibración* que permite sucesivas aproximaciones del sujeto al objeto como desarrollo del conocimiento (Mortimer, 2000). Esto nos lleva a sugerir que la enseñanza de nuevos datos (nuevos conceptos) debe ser abierta para que pueda surgir la duda, el error y los tanteos empíricos como mentales (Marín, 1997) para que los estudiantes de esta forma realicen ajustes (acomodación) en su estructura cognitiva para integrar el nuevo dato o conocimiento, por lo que el progreso en el **conocimiento científico es esencialmente estructural** y no conceptual como sugieren los estudios sobre cambio conceptual, discutido en los apartados siguientes (Pozo, 1992 citado en Moreira y Greca, 2003).

### 3.4.2.2. LA CLASE DE BIOLOGÍA DESDE EL MODELO DE JERARQUÍAS DE GAGNÉ

*El aprendizaje consiste en un cambio de la disposición o capacidades humanas, con carecer de relativa permanencia y que no es atribuible simplemente al proceso de desarrollo.*

Robert Gagné (1971)

Para Gagné existen tipos de aprendizaje que están obligadamente jerarquizados, por lo que la adquisición de una capacidad por un sujeto está determinada por las capacidades anteriores. De esta forma los individuos realizan ciertas “cosas” según la condición de aprendizaje propuesta. De esta manera las asociaciones verbales son la base de todo aprendizaje (Gutiérrez, et al., 1990). En su libro “*Las condiciones del aprendizaje*” Gagné el describe ocho tipos de aprendizaje, y advierte que su interés son las condiciones del aprendizaje y no el aprendizaje. Insiste en identificar y caracterizar las condiciones internas propias del sujeto que aprende y las condiciones externas o situación estimulante necesarias para activar respuestas en él.

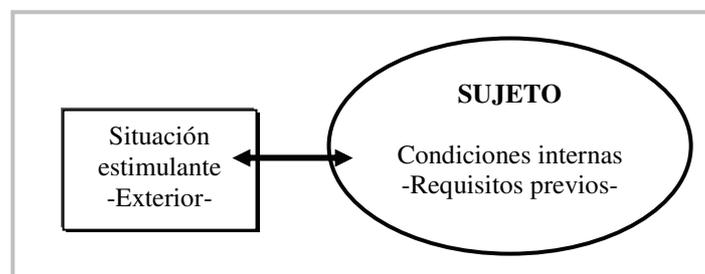


Figura 3.8. Condiciones para el aprendizaje según Gagné (1971).

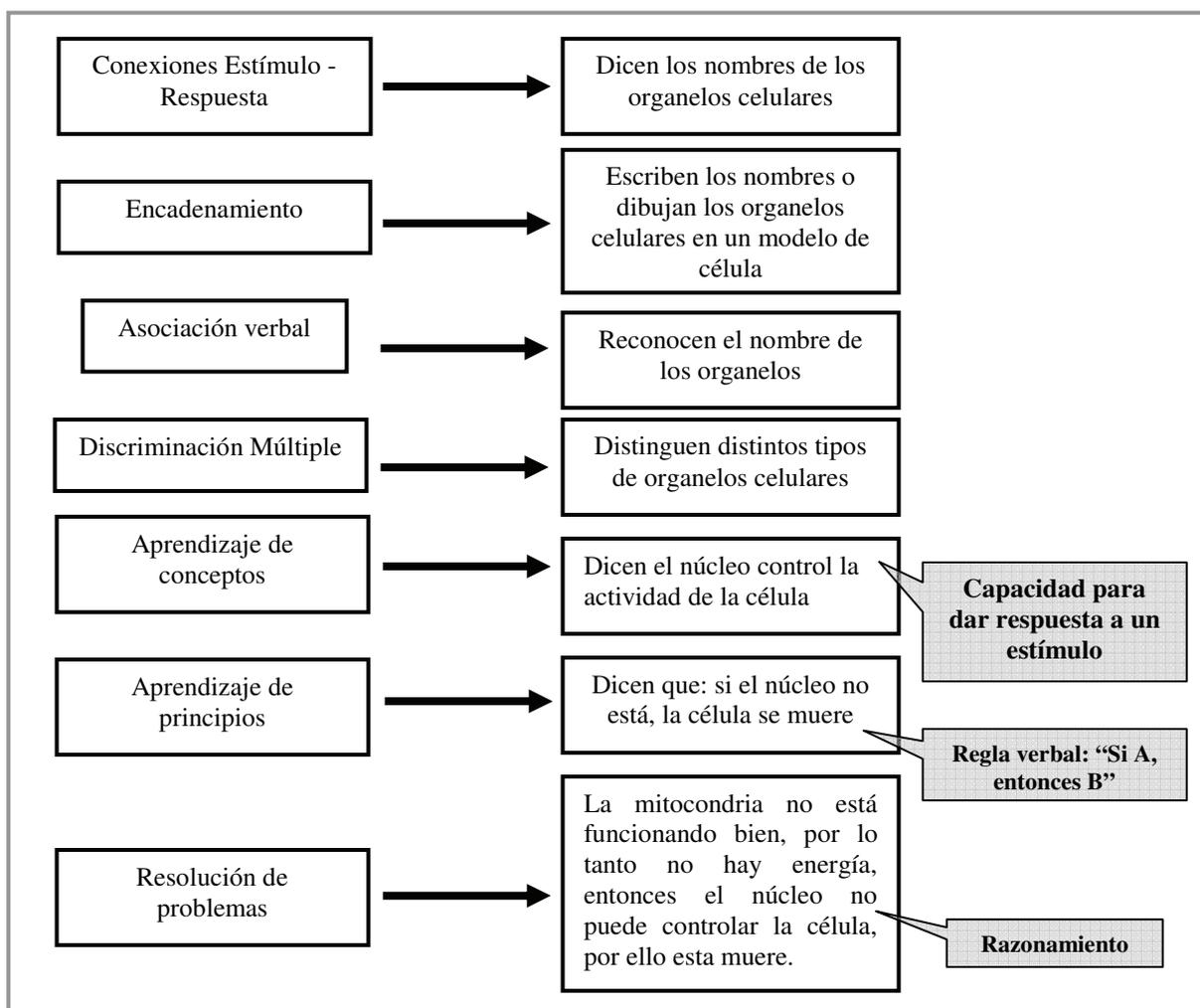


Figura 3.9. Condiciones de aprendizaje para la enseñanza de la estructura celular según la jerarquía propuesta por Gagné (1971).

Desde el punto de vista epistemológico la propuesta de Gagné es abiertamente conductista (Pozo, 1987; Driver, 1982; Soursby, 1975, Phillips y Nelly, 1975 en Gutiérrez, 1989) y se clasifica empiricista- inductiva. Creemos interesante la propuesta de Gagné en estos tiempos, dado que, muchos docentes siguen una especie de secuencia instructiva que sigue la lógica de las nociones científicas que desea enseñar. Esta visión, no obliga a los docentes conocer psicología, sino sólo disponer de un buen manual de instrucción que considere *requisitos previos* (fig. 3.9) para alcanzar un aprendizaje de tipo declarativo. Me atrevo a plantear que la enseñanza desde la postura de Gagné justifica que un profesional no docente enseñe una noción científica particular, que definitivamente no responde y satisface las exigencias y necesidades del siglo XXI.

### 3.4.2.3. LA CLASE DE BIOLOGÍA DESDE LA TEORÍA DE LA ACTIVIDAD

La teoría de la actividad sostiene que una persona aprende cuando frente a una tarea se representa objetivos, anticipar y planificar un plan para resolverla (Sanmartí, 1997). La teoría de la actividad identifica seis entidades: *sujeto*, *objeto*, *herramienta*, *comunidad*, *reglas* y *división de trabajo* (Roth, 2002). El aprendizaje según la teoría de la actividad depende de la relación existente entre las entidades. Por ejemplo, en una clase de biología un grupo de estudiantes (*sujetos*) desean determinar la abundancia de chanchitos de tierra (*objeto*) en el patio de su escuela, para ello, ocupan reglas, calculadora (*herramientas*), con los datos colectados construyen una gráfica (*resultados*). Cada miembro del grupo decide y define el rol que tendrá en el trabajo de grupo (*división del trabajo*) respetando las ideas de cada uno de ellos (*reglas*). Finalmente podemos pensar que los resultados obtenidos del trabajo en equipo pueda ser comunicado a la comunidad escolar (este último aspecto lo hemos relacionado con el plano de análisis social propuesto por Labarrere y Quintanilla, 2002).

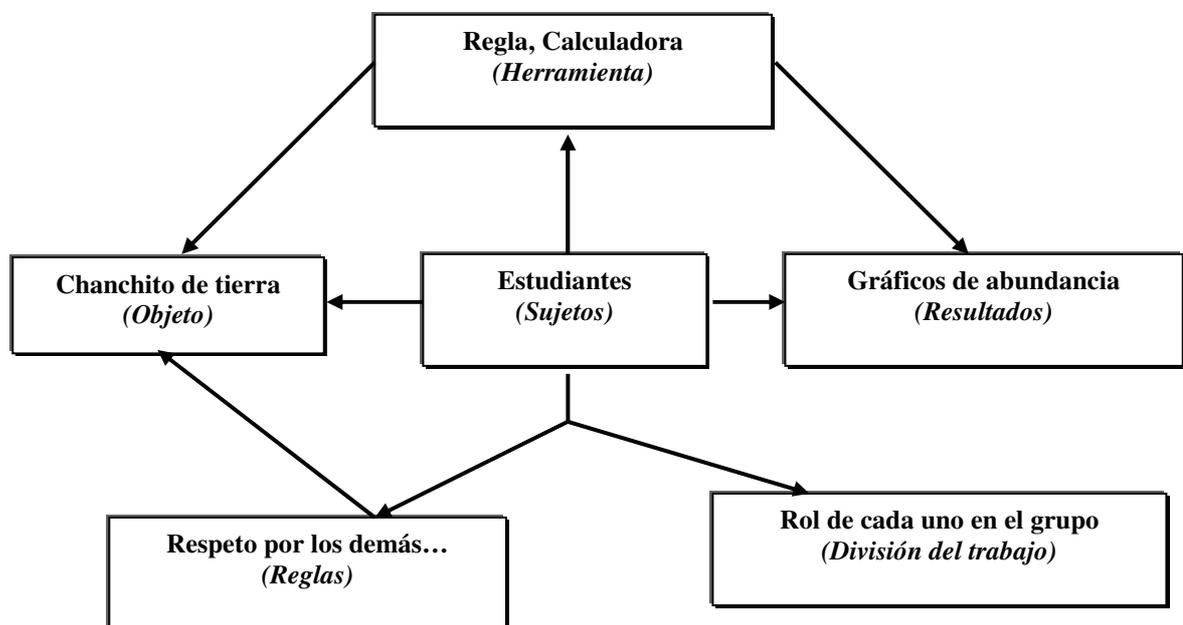


Figura 3.10. Teoría de la actividad para la construcción de conocimiento o aprendizaje usando un ejemplo en biología.

La teoría de la actividad reconoce que un cambio en una o más entidades básicas produce un cambio en las relaciones existente, por tanto se aprecia un cambio en el aprendizaje (Roth, 2002). Para el ejemplo de la fig 3.10 Podemos afirmar que si un grupo de estudiantes no cuenta con calculadora (*herramienta*) los gráficos o conclusiones (*resultados*) serán diferentes a otros, como también podemos encontrar diferencias en la medida que los representantes del grupo no consideren relevante las ideas o aportes de los otros miembros del grupo (*reglas*) lo que dificulta la construcción de conocimiento o aprendizaje en los estudiantes.

En 1988 Lave citado en Roth (2002) mostró que individuos mostraban un desempeño muy alto, libre de errores en problemas de la “mejor compra” en un supermercado. Cuando estos individuos se enfrentaron al mismo problema de la “mejor compra” a partir de simulaciones o problemas de lápiz y papel aumentaban los errores considerablemente. Estos antecedentes revelan que el desarrollo con éxito de una tarea, exige una acción mental: **orientadora, ejecutora y reguladora** relacionada con la representación que el estudiante se hace de la tarea, del propósito y de los conocimientos que dispone y necesita (Angulo, 2002). Desde la perspectiva del docente Angulo (Ibid) sostiene:

*“Realizar adecuadamente una tarea, es un acto que tiene mucho que ver con el aprendizaje y con la metacognición. De hecho, si el futuro profesor es capaz de planificar una actividad para sus alumnos, debe saber cómo y por qué la hizo y de encontrar las fallas y corregirlas, en función de un modelo de enseñanza que también somete a la crítica, podemos decir que está aprendiendo a enseñar” (Angulo, 2002:145).*

### 3.4.2.4. LA CLASE DE BIOLOGÍA DESDE LA TEORÍA DE APRENDIZAJE SOCIAL DE VIGOTSKY

La teoría socio cultural o histórico que plantea Vigotsky da cuenta de la distancia existente entre lo que un estudiantes es capaz de hacer solo, de manera autónoma y, lo que puede lograr con la ayuda de un guía -el profesor-. Por lo tanto, el estudiante aprende un concepto científico, un principio o una ley cuando es capaz de resolver un problema de manera autónoma. Como sostiene Sanmartí (1997) existe una construcción social que se expresa mentalmente.

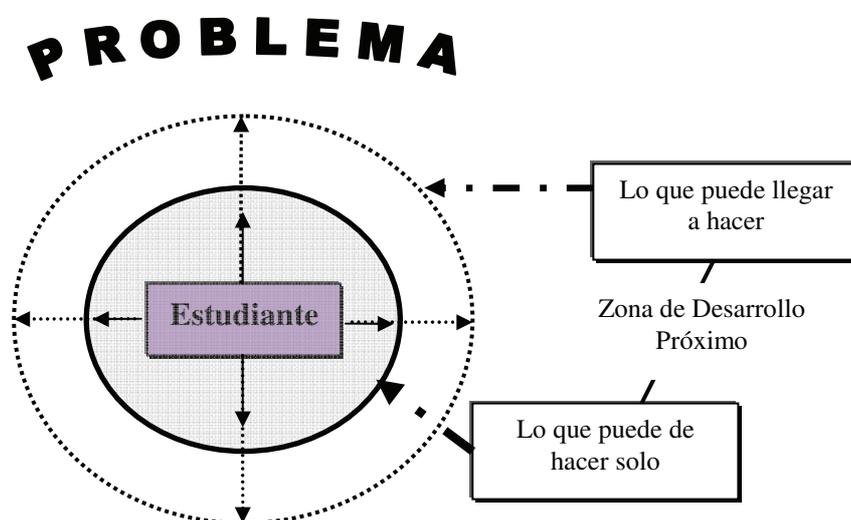


Figura 3.11 Representa la diferencia entre lo que un estudiante puede hacer para enfrentar el problema y la capacidad de resolverlos de manera autónoma gracias a la colaboración de otros.

Si consultamos a un grupo de estudiantes **¿qué es un ser vivo?** Ellos tienden a señalar “atributos” de los seres vivos como: reproducirse, crecen, se mueven, entre otros. Sin embargo, si para cada respuesta propuesta por los estudiantes el profesor problematiza, se genera en cierta medida, incertidumbre o nuevos cuestionamientos. De esta forma, siguiendo con el ejemplo propuesto, si se pretende discutir la noción de ser vivo y los estudiantes ya han declarado que estos se reproducen ¿qué sucede en esta situación?: *Si los seres vivos se reproducen, entonces no son seres vivos: una mula por ejemplo.* Los estudiantes tienden a encogerse de hombros y a manifestar que en verdad no es lo que quieren decir. Sin embargo, presentan dificultad para abordar la situación, ya que, como plantea Tamayo (2001) los adolescentes inician sus respuesta en un plano concreto,

posteriormente pasan al plano de lo abstracto **mediado por la palabra**, ahí surge la dificultad.

Continuando con la situación propuesta, entonces ¿qué se quiso decir? Si necesitamos construir la noción de ser vivo, la sugerencia para abordar el objeto de enseñanza sería problematizar el contenido, de tal forma de reconocer hasta dónde es capaz de enfrentar la situación un estudiante y hasta donde puede llegar con la colaboración de sus pares o profesor. En este contexto, podemos abordar la noción de ser vivo a través de la siguiente propuesta: Imaginemos una conversación entre un extraterrestre y uno de los estudiantes, en esa conversación el extraterrestre muestra una lista con cosas inertes y seres vivos; el estudiante debe dar **buenos argumentos** para que el extraterrestre comprenda, por ejemplo, que un automóvil no es ser vivo, a pesar de, consumir energía, moverse y presentar una organización particular al igual que los seres vivos. Desde el análisis de la **Zona de Desarrollo Próximo (ZDP)**, el estudiante aborda la problemática y **avanza gradualmente a construir mejores argumentos** con la colaboración y aportes de sus pares y profesor, dado que como lo plantea Vigotsky, el aprendizaje primero es un proceso interpersonal que queda transformado en intrapersonal.

#### **3.4.2.5. LA CLASE DE BIOLOGÍA DESDE LA TEORÍA DE ASIMILACIÓN DE AUSUBEL**

La teoría psicológica de Ausubel pone el énfasis en lo que ocurre en el aula cuando los estudiantes aprenden, desde esta perspectiva Ausubel considera la naturaleza del aprendizaje que está en juego como las condiciones que se requieren para que el aprendizaje se produzca. La teoría del aprendizaje significativo considera en su análisis los elementos, factores, condiciones que garanticen la **adquisición, asimilación y retención** de un contenido científico específico. Estas consideraciones llevan a decir que el origen de la teoría del aprendizaje significativo es el interés por conocer y explicar las condiciones y propiedades del aprendizaje (Rodríguez, 2004). Sin embargo, esta teoría resalta la adquisición de conceptos pero no potencia el desarrollo de

operaciones cognitivas del individuo (Lawson, 1982; White, 1988 en Galagovsky, 2004).

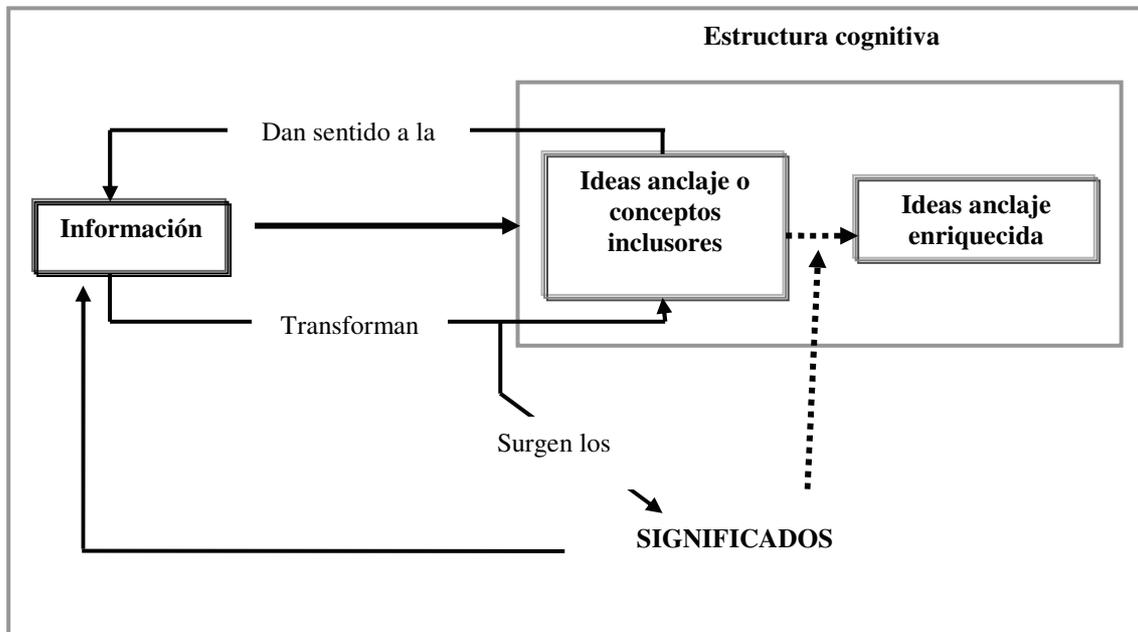


Figura 3.12. El aprendizaje significativo es un proceso, pero también es producto.

*“La estructura cognoscitiva existente es el factor principal que influye en el aprendizaje”* (Ausubel, 1976)

Es interesante e importante destacar las reflexiones propuesta por Galagovsky (2004) quien sostiene que los docentes tienden a trasladar la noción de aprendizaje significativo a “contenido significativo”, este último entendido como “algo cercano a los intereses del estudiante”, de esta forma estarán motivados y alcanzarán aprendizajes significativos. **¿Qué sucede con aquellos estudiantes a quienes les interesan los contenidos y no llegan a comprenderlo?**<sup>22</sup>

Si en la clase de biología se pretende el logro de aprendizaje significativo, es necesario que los conceptos inclusores de la propuesta de Ausubel sean correctos.

<sup>22</sup> Esta pregunta surge de la afirmación que hace Galagovsky (2004) en el apartado: Acerca de la significación del concepto *aprendizaje significativo*

### 3.4.2.6. LA CLASE DE BIOLOGÍA DESDE EL CAMBIO CONCEPTUAL

El modelo de cambio conceptual de Strike y Posner (1985) citado en Flores (2004) implica, en rasgos generales, promover en el estudiantado un “desequilibrio”, en lenguaje piagetano, de las concepciones alternativas existentes en los estudiantes con la nueva información, en pos de un conflicto cognitivo hacia una acomodación, desde la postura de Piaget. Tal desequilibrio, originaría cambios graduales epistemológicos o cognitivos según lo planteado por Flores (2004) influenciados por la presencia de factores personales, sociales e institucionales (Moreira y Greca, 2003), que no implica la sustitución de esas ideas o concepciones alternativas; sino un enriquecimiento de ellas. Desde esta perspectiva las concepciones no se eliminan del sujeto, sino que se tornan más elaboradas, en términos de significados, sin perder su identidad (Moreira y Greca, 2003). Desde este marco de referencia el cambio conceptual es complejo y difícil y demanda de los docentes e investigadores precaución con la interpretación que de él se hace.

Moreira y Greca (2003) al respecto plantean lo siguiente:

*“En nuestra manera de ver, el problema con el modelo piagetano/popperiano de conflicto cognitivo, y el modelo kunhiano de Posner et al. Es que ellos sugieren el cambio conceptual como un reemplazo de una concepción por otra en la estructura cognitiva del aprendiz. O, por lo menos, así son interpretados por muchos investigadores y docentes” (Moreira y Greca, 2003:305).*

Lo anterior nos lleva a enriquecer y optimizar nuestros procesos de evaluación, de tal manera que contribuyan con el estudiante a la toma de conciencia sobre qué y cómo aprende y si las modificaciones que se van produciendo responden a un ‘cambio conceptual’ (Martín, 2000); además considerar la transcendencia para ello, de las interacciones sociales donde suceden los eventos de enseñanza – aprendizaje. Como lo plantean Strike y Posner luego de revisar su teoría, diez años después, la ecología conceptual<sup>23</sup> no sólo considera los aspectos epistemológicos, sino también los factores personales, sociales e institucionales; Además de comprender que las concepciones

---

<sup>23</sup> Se entiende por ecología conceptual del sujeto la estructura conceptual interrelacionada donde entra en juego el conocimiento previo, los compromisos epistemológicos, las creencias, etcétera (Flores, 2004).

alternativas constituyen la ecología conceptual y deben interactuar con los otros componentes de estas; así como concebir que las concepciones alternativas presentan diversos modos de representación como diferente grado de articulación, lo que finalmente lleva a los autores plantear que es necesario una visión desenvolvimentista e interaccionista de la ecología conceptual.

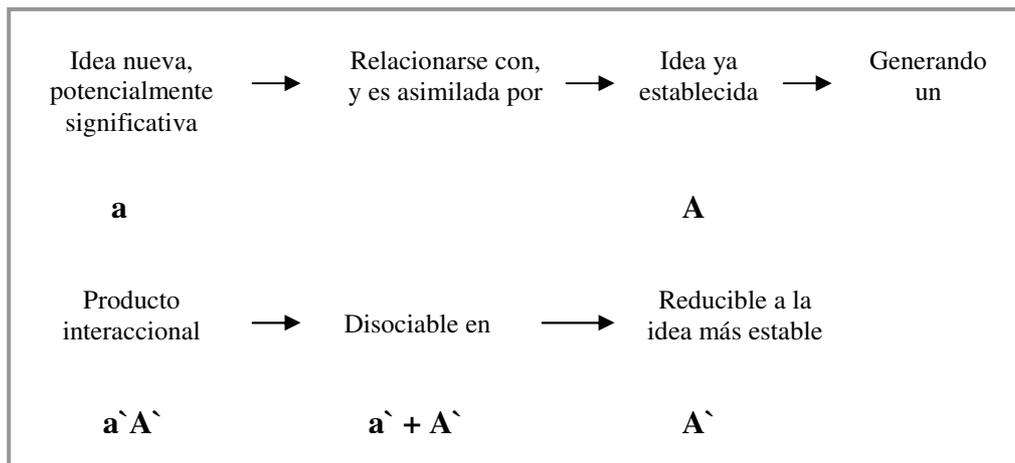


Figura. 3.13. Asimilación de una nueva idea que no implica sustitución de ella sino enriquecimiento o mayor diferenciación (Extraído de Moreira y Greca, 2003:305).

### **3.5. CIENCIA ESCOLAR PARA EL DESARROLLO DE UN SUJETO COMPETENTE**

#### **3.5.1. INTRODUCCIÓN**

La ciencia construida en la escuela producto de la actividad científica, garantiza espacios de participación, en la que los alumnos pueden compartir, sugerir, discutir, debatir desde y sobre las ideas propuestas para una situación discursiva particular. La actividad científica propuesta y que surge en el aula, obliga a cada estudiante disponer de habilidades cognitivas que se desarrollan y expresan a través de competencias cognitiva lingüísticas, como describir, explicar, justificar y argumentar; sin duda, un desafío hoy en la escuela, que obliga revisión y cambios en el currículum de ciencias.

Estos desafíos para la enseñanza de la biología, demanda redefinir los propósitos de la enseñanza hacia el desarrollo de CPC, que permitan a los estudiantes representar el pensamiento y juzgar las decisiones que se toman en contextos particulares y de esta manera promover cambios.

Estamos convencidos que una enseñanza de la biología para el desarrollo de CPC y la formación de un sujeto competente es una propuesta que satisface las exigencias del siglo XXI.

### 3.5.2. NOCIÓN DE COMPETENCIA DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO (CPC)

Para iniciar la discusión deseamos compartir la definición de competencia propuesta por Chamizo e Izquierdo (2007) quienes afirman que:

*“Brevemente se puede decir que una competencia apela a saber, a saber hacer, a ser, a vivir con otros en situaciones de la vida en las cuales se ha de decidir cómo actuar. Si la competencia tiene que ver con la ciencia, la situación es tal que moviliza conocimientos que no pueden ser «de libro», sino que corresponden a una actividad científica. Así, no se puede aislar el saber científico de la vida: de sus aplicaciones, de sus implicaciones, de su significado en relación a otras materias.”* (Chamizo e Izquierdo, 2007:13)

Para Camacho y Quintanilla (2008) las competencias son complejas, dinámicas y difusas que se entienden como:

*“Habilidades y destrezas que permitan a los estudiantes mediante procesos reflexivos la construcción y resignificación de los conocimientos científicos que aprenden”.* (Camacho y Quintanilla, 2008:198).

Estas competencias, plantea Quintanilla (2006) en el campo de la educación científica, se corresponden con la capacidad de las personas para afrontar situaciones nuevas a partir de los conocimientos aprendidos; lo que se contempla tanto en el ámbito cognitivo, valórico y cultural y, tal como lo señala Labarrere (2006), depende del sujeto y de su contexto.

Camacho y Quintanilla (2008) afirman que estas competencias deben estar vinculadas con la teoría científica en discusión en el aula, dado que estas permiten articular el pensamiento, el lenguaje y la acción en los sujetos, para dar cuenta de los nuevos conocimientos científicos construidos paulatinamente. La enseñanza para el desarrollo de CPC no significa capacidad de un sujeto para resolver un problema que ya viene formulado en términos disciplinares, sino hacer uso de manera autónoma de los

conocimientos científicos contruidos para identificarlos en situaciones reales (González A. y otros, 2005).

Para la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en su prueba PISA 2006 incorpora la evaluación en torno a las competencias científicas y para ello asume que una competencia científica en referencia a las siguientes habilidades del sujeto:

- ◆ *Conocimiento científico y utilización de ese conocimiento para identificar cuestiones, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y sacar conclusiones a partir de pruebas en problemas relacionados con las ciencias. Por ejemplo, cuando los individuos leen sobre una cuestión relacionada con la salud, ¿pueden separar los aspectos científicos del texto de los no científicos y pueden aplicar sus conocimientos y justificar decisiones personales?*
- ◆ *Comprensión de los rasgos característicos de las ciencias como forma humana de conocimiento e investigación. Por ejemplo, ¿conocen los individuos la diferencia entre las explicaciones basadas en pruebas y las opiniones personales?*
- ◆ *Conciencia de cómo las ciencias y la tecnología dan forma a nuestros entornos materiales, intelectuales y culturales. Por ejemplo, ¿pueden los individuos reconocer y explicar la influencia que tienen las tecnologías en la economía, la organización social y la cultura de una nación? ¿Son conscientes los individuos de los cambios medioambientales y de los efectos que tienen dichos cambios en la estabilidad económica y social?*
- ◆ *Voluntad de involucrarse como ciudadano reflexivo en cuestiones relacionadas con las ciencias y con las ideas científicas. Esto se refiere al valor que los alumnos otorgan a las ciencias, tanto en los temas como en el enfoque científico para comprender el mundo y resolver problemas.*

Estas habilidades propias del sujeto para adquirir ciertas competencias científicas propuestas por PISA 2006, demandan un cambio en la y forma de abordar los conocimientos científicos en el aula; la clase de ciencias (biología) debe ser un profundo y rico espacio de debate que promueva el desarrollo de competencias, entendida como una **elaboración personal-social que adopta una configuración individual y personalizado, que se expresa de manera peculiar en cada persona** (Labarerre, comunicación privada) aspecto de alta complejidad que dista de la propuesta de competencia de PISA 2006.

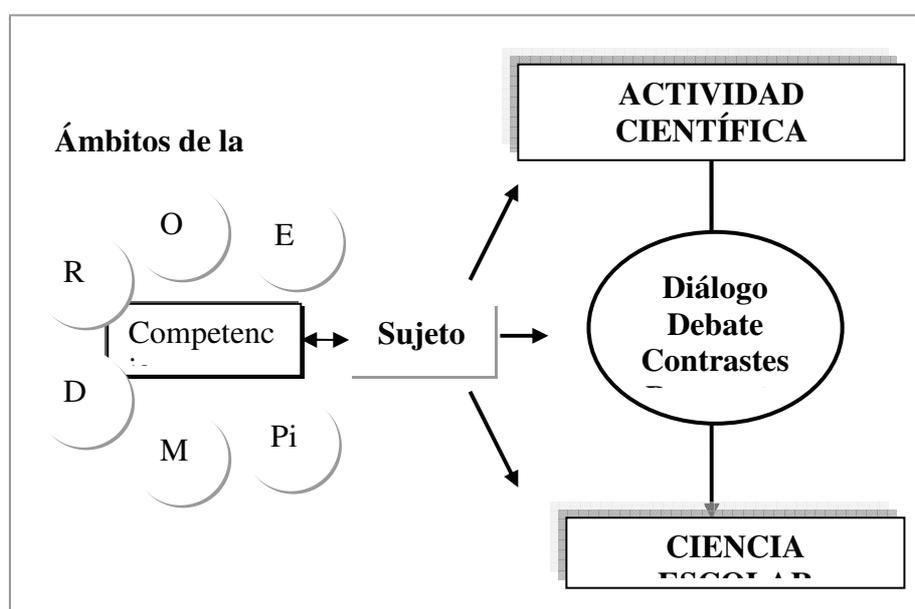


Figura 3.14. Las competencias en el marco de una actividad científica escolar. Toda competencia debe ser concebida como un sistema complejo de habilidades y destrezas que circundan la competencia, aspecto que hemos llamado **ámbito de la competencia**. Un sujeto que está en el proceso de desarrollo de una competencia debe saber representar el objeto de estudio (R), orientarse a la tarea (O), ejemplificar (E), describir (D), disponer de modos de representación (M), proponer ideas (Pi), entre otras.

Durante el desarrollo de su proyecto FONDECYT 1070795 el Dr. Quintanilla señala que la competencia es la capacidad de responder con éxito a las exigencias personales y sociales que nos plantea una actividad científica en el contexto del ejercicio profesional e implica dimensiones de tipo cognitivo como no cognitivo, esto justifica nuestra idea de caracterizar ámbitos de una competencia, dado que, lo que “**existe no es la**

**competencia en sí misma, sino un sujeto competente”** por ello, Quintanilla et al. (en prensa) afirma que la competencia es un tipo de conocimiento complejo que siempre se ejerce en un contexto de manera eficiente, que exige una combinación de aptitudes prácticas y cognitivas, de orden diverso que conjuntamente ponen en funcionamiento la realización eficaz de una acción.

Con el propósito de enriquecer la discusión, abordaremos brevemente la competencia cognitivolingüística de explicación para ir pavimentando el camino hacia la noción de sujeto competente.

### **3.5.3. HACIA LA FORMACIÓN DE UN ESTUDIANTE QUE EXPLIQUE BIEN**

Un estudio realizado por McNeill y Krajcik (2008) señala que los estudiantes construyen explicaciones más potentes, cuando el profesor define qué se entiende por una explicación científica y los tres componentes: reclamación, pruebas, y el razonamiento, especialmente cuando enfatiza el componente de razonamiento (Lizotte et al., 2004). Creemos que el hecho de definir o caracterizar una competencia de pensamiento científico o habilidad cognitivolingüística (Jorba, 2000) no es suficiente para llegar a *explicar bien*. Esto nos lleva a distinguir y a precisar entre ¿saber que es explicación? Y ¿saber explicar bien?, la primera interrogante está orientada desde una imagen conceptual, estructura y tipificada por atributos propios de una explicación, en tanto, la segunda surge desde la imagen del sujeto responsable de elaborar la explicación. Como afirma Labarrere (2008): ***“Concebimos la competencia más allá de un mero “ajuste” a determinadas condiciones y exigencias “fuera” del sujeto y, sin dejar de considerar que las demandas del contexto, las condiciones, otras, son básicas”***.

Un estudiante “sabe” que explicar es modificar el estado de conocimiento, producir razones de manera ordenada, enumerar cualidades (Jorba, 2000), pero cuando enfrenta una situación que lo obligue a explicar, el estudiante describe, relata, argumenta, en situaciones menos alentadoras, no cuenta con un nivel de verbalización adecuado, no orienta a la audiencia a la explicación, no puede explicitar su representación del objeto,

situación o fenómeno a explicar, entre otras situaciones que emergen; es decir, **sabe que es explicar, pero no sabe explicar**.

Una CPC involucra procesos de pensamiento propios de un sujeto que al enfrentar una situación involucra conocimiento, procedimientos, técnica, valores, motivaciones personales, historia, experiencia. Por ello, creemos que el diseño de la enseñanza debe considerar el desarrollo de competencias de pensamiento científico como consecuencia de una actividad cognitiva que moviliza al sujeto en todos los planos de desarrollo (Labarrere y Quintanilla, 2002) y que considera los aspectos que hemos discutido.

La enseñanza de la biología está principalmente en los contenidos propios de la disciplina, si revisamos cada una de la planificaciones, podemos evidenciar que lo que importa es aprender y aprenderse un conocimiento científico en particular bajo un modelo de enseñanza aún tradicional y pobremente constructor de significados. Creemos que es necesario comenzar a virar nuestro foco de qué es lo que debemos enseñar y aprender nuestros estudiantes. Estamos convencidos en la formación de un sujeto competente, tanto, individual como colectivamente, que sabe cómo y cuándo hacer uso del contenido disciplinar considerando contextos, situaciones, formas de hacer y decir, entre otras. Durante las sesiones de taller de reflexión docente instaladas formalmente en el marco del Proyecto Fondecyt 1070795 se discute con los docentes participantes sobre **qué entender por una competencia de pensamiento científico**, a partir de la discusión, compartimos en este apartado algunas ideas; para un primer análisis, hemos considerado la **CPC de explicación**, para lo cual, lo primero que se hace es describir conceptualmente la competencia (Fig. 3.15), luego a través de un trabajo colectivo intencionado surge la representación docente y de los investigadores sobre **lo que demanda en el estudiante explicar** (Fig. 3.16). A partir de ello, es necesario proponer indicadores que nos ayuden a identificar los ámbitos de la competencia para orientar nuestra enseñanza de alguna competencia cognitivo lingüística o de pensamiento.

Una manera de identificar los ámbitos de una CPC es distinguir entre **saber qué es** cierta competencia y **saber que requiere cognitivamente un estudiante** para desarrollarla, lo que queremos decir que un estudiante puede llegar a saber qué es explicar, justificar, describir o argumentar, pero para que aparezcan las aplicaciones de este conocimiento, el docente debe saber reconocer **cuándo un estudiante explica, justifica, describe o argumenta bien?**

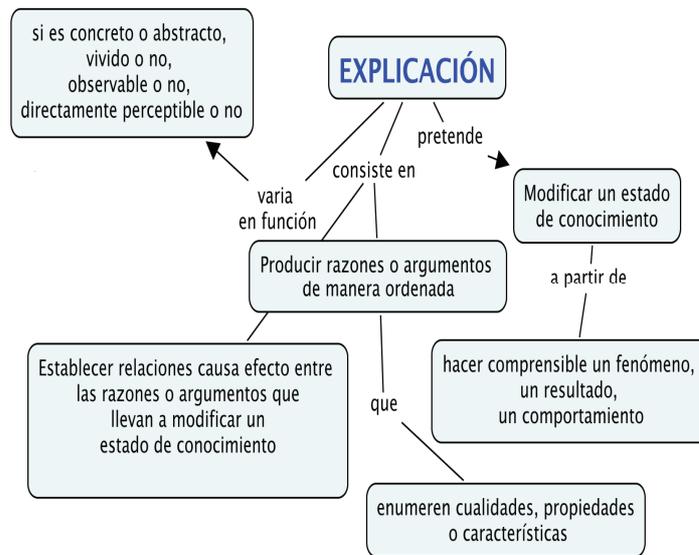


Figura 3.15. Descripción conceptual de explicación según Jorba (2000).

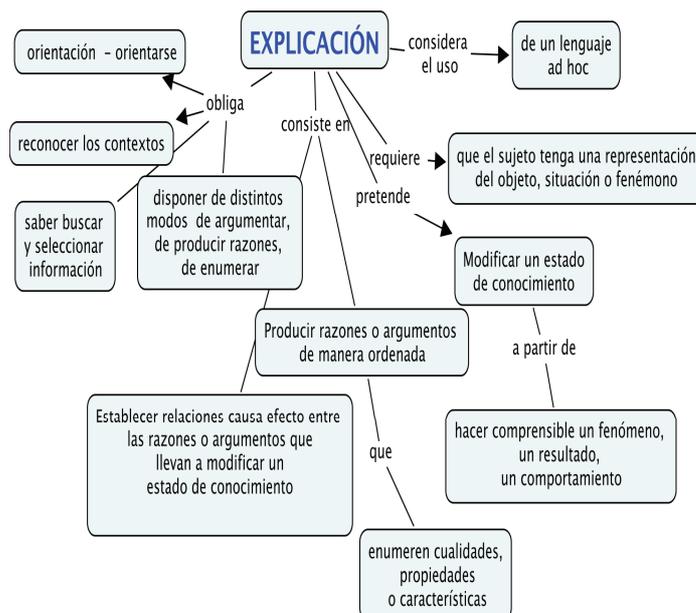


Figura 3.16. Representación de los docentes de biología y equipo de investigación sobre la demanda cognitiva requerida por un estudiante para **explicar**

La enseñanza hacia el desarrollo de CPC obliga reorientar nuestros propósitos de enseñanza hacia la formación de un sujeto capaz de **construir modelos científicos escolares de los hechos del mundo**, para ello, la clase de ciencia se debe concebir como actividad científica, en la que predominan interacciones discursivas entre profesor, conocimiento y estudiantes.

Finalmente podemos decir que:

*“Una competencia de pensamiento científico se concibe como un proceso de desarrollo sistemático y continuo donde se articulan diferentes planos de análisis que movilizan valores, actitudes, procedimientos, habilidades y emociones, de manera consciente e intencionada y en la cual se concibe el conocimiento científico como una actividad humana cuyas finalidades articulan las teorías (racionalidad moderada) con el mundo (razonabilidad compartida). Ese sería por así decirlo, nuestro “sujeto competente”. (Quintanilla et al., 2009. Informe Fondecyt 1070795).*

### **3.6. LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA ESCOLAR DESDE EL MODELO COGNITIVO DE CIENCIAS.**

#### **3.6.1. INTRODUCCIÓN.**

En este apartado pretendemos discutir sobre las consideraciones de una actividad científica escolar en biología, entendida como una actividad en la cual la experimentación, la modelización y la discusión se entrecruzan para promover una reconstrucción racional de los fenómenos (Izquierdo et al., 1999). En este contexto, la ciencia en la escuela, por las exigencias socio-culturales imperantes en el sistema actual, manifestadas en largas discusiones sobre los puntajes SIMCE o PSU obtenidos en cada establecimiento educacional, nos lleva a pensar que el acento está puesto en la enseñanza de los modelos teóricos más que, **discutir cómo los estudiantes se apropian de ellos, o de qué forma, el profesor genera instancias en la enseñanza, que faciliten ésta apropiación o, discutir qué consideraciones ha tomado para**

**reestructurar dichos modelos<sup>24</sup> en los estudiantes.** Se pretende consolidar la noción que la enseñanza de las ciencias debe generar nuevas formas de mirar el mundo, y que este “mirar” es la consecuencia de construcciones humanas no diferentes a la construcción que hacen los científicos y que hoy exigen la formación de sujetos competentes comprometidos democrática y culturalmente.

Esto nos obliga, a reconocer que la enseñanza de la biología, debe superar la visión reducida de qué, en la escuela, se aprende biología, química o física, cuando los estudiantes son capaces –temporalmente- de resolver un ejercicio, mencionar atributos o propiedades físico-químicas de hechos o fenómenos biológicos o, cuándo repiten inequívocamente un listado de estructuras del cuerpo humano. La ciencia en la escuela debe superar lo netamente instrumental y debe generar un espacio que permita a los estudiantes encontrar una nueva forma de mirar el mundo (Aliberas, 2005), de esto rescatamos la interrogante propuesta por Sanmartí (2002) en la invitación a reflexionar sobre **¿qué ciencia enseñar?** Una primera aproximación será una ciencia que tenga sentido y valor para los estudiantes, que permita pensar, hablar y participar sobre y en las cosas del mundo, en una sociedad democrática y permanentemente cambiante.

### **3.6.2. MODELO COGNITIVO DE CIENCIAS**

El modelo cognitivo de ciencia de Giere (1992) es una propuesta de construcción de conocimiento, que permite caracterizar la ciencia en el aula como una actividad cognitiva y discursiva (González et. al., 2005) con sentido humano (Quintanilla y Adúriz –Bravo, 2006d). En este plano, el modelo cognitivo de ciencia pone atención a las explicaciones de sentido común que representan las formas particulares de “ver el mundo” que contempla ideologías, creencias, valores y concepciones alternativas sobre los hechos o fenómenos discutidos, como también, aceptar la existencia de familias de modelos para una misma teoría.

---

<sup>24</sup> La noción de modelo planteada es temprana, en el futuro hablaremos de modelos científico escolar.

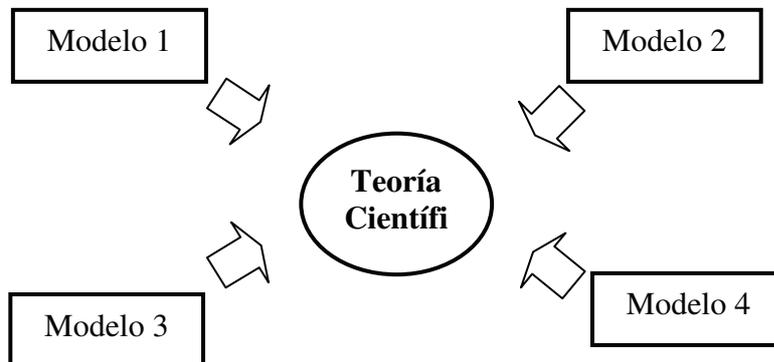


Figura 3.17. Según Giere (1992) una teoría científica se explica a partir de una familia de modelos teóricos

Para Giere (op. cit.) los conceptos científicos desde una imagen naturalizada de las ciencias sostienen que han de permitir generar actividad científica a partir de situaciones, en la que puedan intervenir en el aula y fuera de ella. Esta intervención se ve enriquecida con entidades y lenguajes apropiados para explicarlas y controlarlas teóricamente. De esta forma, podemos afirmar que el modelo será una representación abstracta de una determinada característica del mundo (Márquez, 2002) y que la unidad estructural y funcional del modelo cognitivo de ciencia es el modelo teórico (Giere, 1992). Los modelos teóricos son representaciones mentales (internas y abstractas) de la realidad, comparables a mapas del mundo (Giere, 1999). Aquellos modelos teóricos están conectados a la realidad por medio de relaciones de similitud o analógicas. Estas relaciones analógicas entre teoría y el mundo se expresan a partir de **hipótesis teóricas**.

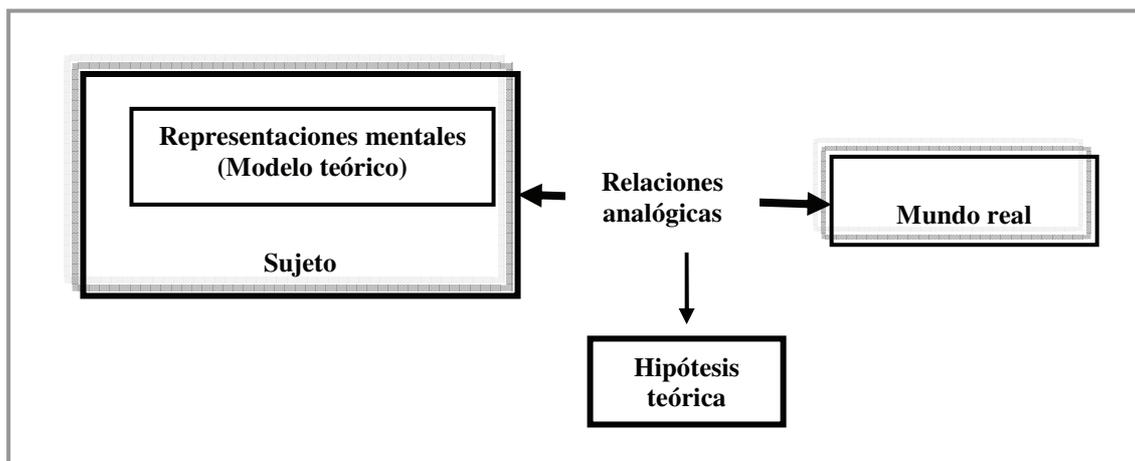


Fig. 3.18. Modelo Cognitivo de Ciencia de Giere (1992) y la relación analógica entre representaciones mentales y el mundo real, expresada en hipótesis teóricas.

Deseamos que los estudiantes den sentido al mundo a partir de las teorías científicas discutidas en la clase de biología, de manera contextualizada y con sentido para ellos, es decir, **racional**, como generar en ellos, la capacidad de justificar sus decisiones de manera convincente, es decir, de manera **razonable**. De esta manera evitamos que la enseñanza de la biología se convierta en un ejercicio de irracionalidad (Izquierdo, 2004).

Camacho (en prensa) sostiene que la construcción de representaciones (teorías) de los hechos del mundo fundamentados teóricamente –modelizados- atribuye sentido a la actividad científica bajo objetivos cognitivos, epistemológicos y valóricos en un momento histórico, social y cultural.

### 3.6.3. LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA ESCOLAR EN BIOLOGÍA.

La actividad científica escolar incluye no solamente el conocimiento, sino a los agentes que participan en dicha construcción – escuela, profesor y alumno – que considera no solo un enfoque epistemológico, sino también, los aspectos axiológicos que constituyen a las personas que lo construyen.

El propósito de la actividad científica escolar es favorecer la construcción de conocimiento alejado de la visión dogmática o empirista de la ciencia instalada hace unos treinta años atrás. La actividad científica escolar, busca desarrollar en los estudiantes una nueva forma de mirar el mundo, hablar y comprender un lenguaje propio de la ciencia que surge como parte de la actividad científica escolar (Izquierdo, 1999) de la cual, ellos participan. La educación científica, centra su acción en favorecer a los estudiantes el pensar y razonar con teoría en un contexto racional y razonable que les permita vivir en sociedad (Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2003).

### **3.6.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA ESCOLAR**

Según Gómez (2005) en una actividad científica se construyen modelos científicos (llamados también modelos científicos eruditos o modelos teóricos eruditos). En tanto, una actividad científica escolar se busca la construcción de modelos científicos escolares, que permiten comprender el mundo e intervenir en él (Gómez, Ibid). Una actividad científica escolar genera espacios en el aula que provoca intelectualmente a los estudiantes, tal provocación genera ideas espontáneas que representan en alguna medida, la forma de ver el mundo, favorece el diálogo interpretativo de los hechos o situaciones, privilegia la discusión y el debate, fomenta la toma de decisiones teóricamente argumentadas, favorece la construcción de modelos científicos escolares. Una actividad científica escolar es producto de una actividad humana compleja (Sanmartí y Izquierdo, 1997) que demanda un propósito, una forma de hacer y un campo de aplicación que se ajuste al contexto escolar.

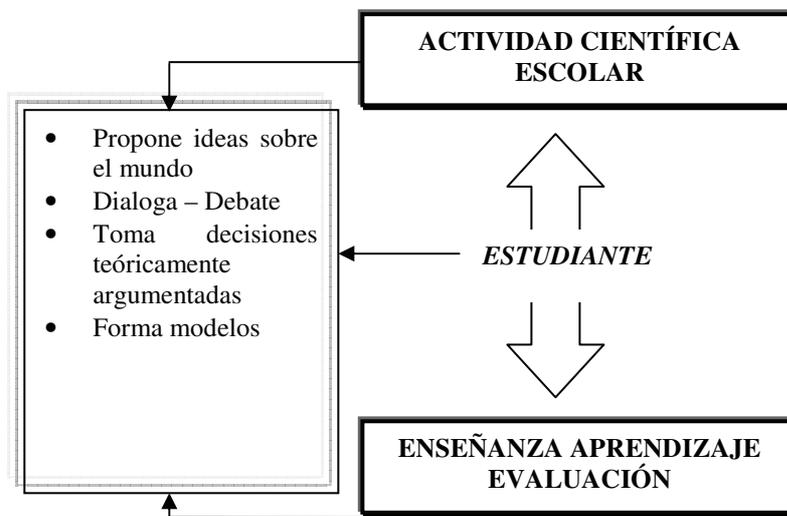


Figura 3.19. Actividad científica escolar y el rol del estudiante

### 3.6.3.2. FINALIDADES DE LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA ESCOLAR

Una de las finalidades de la enseñanza de las ciencias es la construcción y utilización de modelos científicos escolares, que permitan a los estudiantes interpretar hechos, situaciones o fenómenos discutidos en la clase de biología. Este propósito se logra, en la medida que, los profesores de biología propongan actividades científicas escolares auténticas, estas lo serán siempre que promuevan la construcción de conocimiento y lo hagan evolucionar (Sanmartí y Izquierdo, 1997).

## **3.7. LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA ESCOLAR Y EL APRENDIZAJE DE MODELOS**

### **3.7.1. INTRODUCCIÓN**

*Las teorías son las representaciones específicas de la ciencia, lo más propio e importante de la actividad científica. Ellas están formadas por “modelos teóricos” y por “dominios de fenómenos; entre modelos y fenómenos se establecen relaciones sustantivas que se desarrollan gracias a la formulación de hipótesis, que son contrastadas con la realidad para poder ser aceptadas.*

Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2009:42

Para muchos docentes la enseñanza de la biología considera la adquisición de una serie de conceptos complejos y en muchos casos inabordables cognitivamente para muchos estudiantes. Se insiste en una enseñanza tradicional caracterizada por la enseñanza fragmentada de algunos tópicos, pretendiendo de esa forma comprender el “todo”. Se discute abiertamente sobre temas vinculados a las ciencias biológicas, como son el estudio del medio ambiente, la herencia de los caracteres en los organismos vivos, el proceso de fotosíntesis en plantas olvidando algas y bacterias, se teoriza sobre el sistema digestivo o excretor a partir del estudio de sus partes. Sin embargo, cuando deseamos hablar con los estudiantes sobre de estas “cosas” desde el mundo en donde ellos están insertos, nos encontramos con dificultad para elaborar ideas consistentes o coherentes sobre algunos de estos tópicos. Si los enfrentamos a alguna situación que obligue el uso del “conocimiento” para la toma de decisiones, los estudiantes no pueden abordar de buena manera la situación. En verdad, las teorías científicas tratadas en la clase de biología cumplen sólo un rol propedéutico, **es** y **será** útil para la evaluación que tendrá que rendir en los próximos días. No existe una noción clara y conciente de que las teorías científicas discutidas en la sala de clase permitirán interpretar fenómenos o sucesos del mundo en el cual viven estos estudiantes con la garantía de poder participar activamente de el. Creemos que los profesores debemos propiciar una enseñanza que favorezca la elaboración y uso de modelos que surgen de la actividad escolar, con el objeto de que los estudiantes puedan pensar, hablar y actuar sobre los fenómenos, sucesos o eventos del mundo.

### **3.7.2. MODELO CIENTÍFICO**

Justi (2006) sostiene que es incoherente pensar que la enseñanza se limite a la transmisión de conocimientos desvinculados del mundo real y que el alumno deba acumularlos. Se adhiere a la necesidad de aprender a hablar (Lemke, 1997) y escribir la ciencia. Esto significa internalizar, reconstruir, construir, comunicar y aplicar el saber y el saber hacer en el aula (Adúriz-Bravo y Bonan, 2006), por esto es importante que los profesores reconozcan las potencialidades de enseñar biología sobre la base de construir *modelo científico escolares*, dado que una forma de representar el mundo, es a partir de modelos. Desde esta perspectiva, la Didáctica de las Ciencias ha dejado en evidencia que es necesario investigar sobre las concepciones del profesorado en formación inicial como continua sobre la ciencia que enseña, cómo se construye, cómo se desarrolla y cómo se relaciona con los contextos sociales, culturales y económicas de una época (Quintanilla, 2006).

Muchos autores sostienen que los modelos son herramientas de pensamiento científico (Giere, 1999; Justi, 2006) que ayudan a elaborar explicaciones (Erduran, 1998; Vosniadou, 1999 citado en Justi, 2006) o permiten simplificar fenómenos complejos (Roedse y Morris, 1986 citado en Justi, 2006), por lo cual, es necesario diseñar actividades científicas escolares que favorezcan su construcción y uso como lo hemos venido reiterando.

Sin duda, la noción epistemológica que posee el profesor de biología sobre modelo científico incide en el aprendizaje de la ciencia escolar (biología), ya que, dependiendo de la noción que los profesores tienen sobre esto, se podría conducir -involuntariamente, dado que, es consecuencia de la epistemología de cada docente- la enseñanza de la biología hacia distintas vertientes, que se desprenden de la discusión realizada por Quintanilla (2000). Podríamos pensar entonces, en una enseñanza de la biología racional/empírica, que no se preocupa de cómo surge el conocimiento científico y que otorga sentido y valor a la experimentación como base de juicio y justificación; O una enseñanza instrumental de la biología, que cobra valor por su utilidad como instrumento para resolver problemas (Chalmers, 1992. citado en Quintanilla, 2000); O existir otras

como, el enfoque realista pragmático, inserto en el modelo cognitivo de ciencia, que busca desdibujar las fronteras entre el pensamiento científico y cotidiano; a partir de la racionalidad de **pensar con teoría**, para poder interpretar las cosas del mundo real y emitir juicios sobre las decisiones que se toman en la construcción de conocimiento, considerado una actividad profundamente humana. Esto obliga irreduciblemente la elaboración de modelos en los estudiantes.

### 3.7.3. MODELO CIENTÍFICO ESCOLAR

Un Modelo Científico Escolar (MCE) corresponde a la reconstrucción o transposición de un modelo científico erudito realizado por el docente con la finalidad de favorecer la construcción, utilización y apropiación de este por los estudiantes.

Clement (2000) y Gómez (2005) afirman que durante el proceso de aprendizaje los estudiantes se aproximan a partir de modelos intermedios al modelo científico escolar del profesor como se muestra en la siguiente figura:

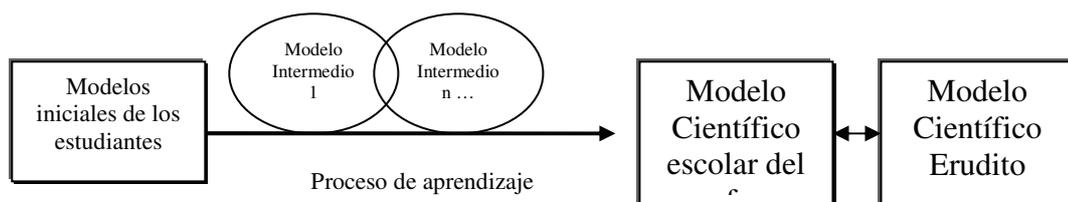


Figura 3.20. Construcción de un modelos científico a través de consecutivos modelos intermedios  
(Gómez, 2005)

Esto sugiere que el estudiante se aproxima de alguna manera al modelo científico, lo que obliga el desarrollo de una serie de “habilidades de pensamiento” para construir un modelo científico escolar propio que no tiene valor en si mismo (Gómez, 2005) sino en función al fenómeno, hecho, ejemplo o situación que desea predecir, describir o explicar.

Galagovsky y Adúriz-Bravo (2001) afirman que “los estudiantes aprenden modelos científicos simplificados, que tienen significado para el nivel de erudición del profesor, pero que no encuentran referente en la estructura cognitiva de los alumnos”. Este modelo científico que considera durante la enseñanza una imagen de ciencia y epistemología propia del docente, junto a un modelo de enseñanza específico “declarado” por las representaciones didácticas del modelo (RDM) corresponde para nosotros en el modelo científico docente.

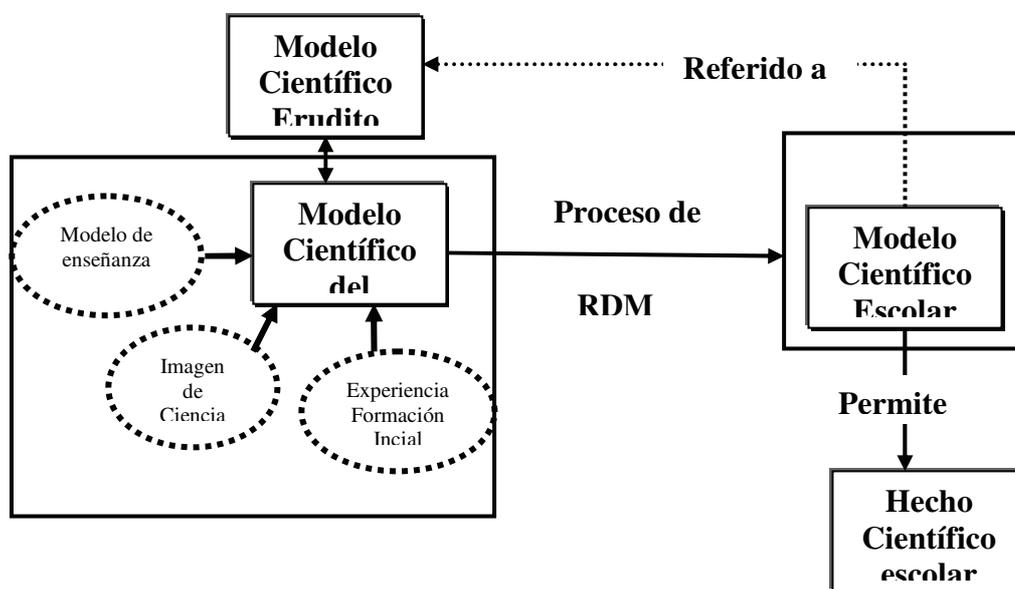


Figura 3.21. Diagrama que da cuenta de las distintas dimensiones que constituyen el modelo científico del profesor, distintivo de las dimensiones que caracterizan el modelo científico elaborado por el estudiante.

Actualmente hablar de modelos nos deriva hacia dos rutas. La primera entenderlos como representaciones de una idea, objeto o acontecimiento (Gilbert et. al., 2000 en Justi, 2006), como representaciones mentales utilizadas para razonar (Clement, 1989; Giere, 1999; Gilbert, 1993 en Justi, 2006) o como sostiene Ingham y Gilbert, 1991 citado en Felipe (2005) corresponden a representaciones simplificadas de un sistema o explicaciones referidas a objetos o procesos reales (Felipe, 2005). La segunda es concebir a los modelos como construcciones que toman parte de la realidad (Gómez, 2005) actuando como mediadores entre ella y la teoría (Isla, 2002).

Izquierdo y Adúriz-Bravo (2005) afirmar que esto permite que se transformen algunos fenómenos en hechos paradigmáticos, así la reconstrucción teórica de un ejemplo pasa a ser un modelo que permite interpretar otros fenómenos similares. Giere (1999) sostiene que los modelos tienen la capacidad de representar el mundo producido por el pensamiento humano de esta forma generar predicciones, interpretaciones y explicaciones de la realidad (Junck y Calley, 1985 en Justi, 2006) en distintos ámbitos (Adúriz-Bravo et. als., 2005).

Para los estudiantes los modelos facilitan la comprensión de conceptos científicos (Felipe, 2005) así cuando un estudiante no tiene un modelo coherente y consistente sus explicaciones son poco coherentes y consistentes (Tamayo, 2001). Es entonces necesario que los estudiantes construyan y utilicen los modelos científicos escolares para que partir de ellos interpreten los hechos científicos (Gómez, 2005) con sentido y valor.

#### **3.7.4. REFLEXIÓN SOBRE LA FORMACIÓN DE MODELOS CIENTÍFICOS ESCOLARES.**

Los modelos científicos escolares elaborados por los estudiantes deben permitir hablar de las cosas del mundo real. Estos modelos deben ser construidos en un contexto de ciencia de tal forma de representar el modo de pensar de los científicos (Justi, 2006). La construcción de modelos en la fase de experimentos mentales según la propuesta de Justi debe superar el pensamiento inductivo y potenciar el pensamiento deductivo que dará cuenta de “cierto nivel” de argumentación frente a situaciones particulares. Es interesante considerar los distintos planos de análisis (Labarrere y Quintanilla, 2002) en el cual se mueve el estudiante al analizar o tomar la posición del superhéroe; primeramente hay una discusión teorizada de algunos de los eventos, luego se involucra al sujeto, en este caso representado por la pregunta ¿Has pensado en el costo que traería para ti ser invisible?. Finalmente una toma de conciencia de qué las decisiones son valoradas en la medida que hacemos uso de la teoría. El trabajo con superhéroes es una instancia potente para la enseñanza de la biología, dado al alto grado de familiarización

que tienen los estudiantes sobre ellos, y a la oportunidad que tienen de poder desenmascarar sus poderes o atributos sobrenaturales.

### **3.8. CONCEPCIONES <sup>25</sup>DOCENTES SOBRE LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA CIENCIA ESCOLAR.**

#### **3.8.1. INTRODUCCIÓN**

*El cambio del profesorado es una de las variables determinantes del cambio escolar.*

*Rafael Porlán*

Son abundantes los estudios relacionados con las concepciones docentes, en la que destacan los aportes de Vicente Mellado, Rafael Porlan, Martín del Pozo, entre otros cada uno de ellos, desde diferentes contextos relevan la importancia, tanto como **herramientas** para interpretar la realidad o como **obstáculos** que impiden adoptar perspectivas y cursos de acción diferente (Porlan, et. als., 1997). Mellado (2003) está convencido que los cambios en educación dependen de lo que piensan y hacen los profesores, es por esto, que cobra relevancia identificar las concepciones docentes y su vinculo con el desarrollo de CPC en el marco de la ciencia escolar en consonancia con las exigencias propias de la sociedad del conocimiento y asumiendo que la escuela es cada vez más compleja y heterogénea.

#### **3.8.2. CONCEPCIONES DOCENTES Y DIDACTICA DE LAS CIENCIAS**

Porlán y Pozo (2004) afirman que el estudio de las concepciones docentes es prioridad desde finales de los ochenta, estudios sobre la imagen de ciencia (Lederman, 1992), exploración sobre la concepción de la enseñanza (Gallagher, 1993), aprendizaje (Aguirre y Haggerty, 1995) y currículo (Cronin-jones, 1991) son algunos núcleos de investigación al respecto importantes de considerar.

---

<sup>25</sup> Concepción se utilizarán en el sentido de una representación mental, un concepto en el sentido de una idea o concepto que se acuerde expresamente y utilizados en común por un grupo de personas (docentes), y un punto de vista (o punto de vista) en el sentido de una posición mental o actitud de las cuestiones que se consideran.

Autores como Perafán y Adúriz –Bravo (2002) señalan que un profesor es un sujeto reflexivo, racional que toma decisiones, emite juicios, tiene creencias y genera rutinas propias de desarrollo profesional lo que ha llevado a **identificar el conocimiento profesional del docente de ciencias**, y su **epistemología** para transformaciones en el currículo y la formación de profesores de ciencia (Perafán, 2005). Este interés, como se planteaba anteriormente se arrastra desde fines de la década de los ochenta, con los trabajos de Lederman (1992) y la imagen de ciencia, Gallagher (1993) y la enseñanza, Aguirre y Haggerty (1995); Martín del Pozo (2001) y, Martín del Pozo y Porlán (2001) en currículum, se suma a estos el debate y reflexión crítica de las ciencias naturales por Adúriz-Bravo (2005) en lo que hoy se denomina **naturaleza de la ciencia**.

Desde finales de la década de los noventa, muchos de los esfuerzos por el mejoramiento de la calidad de la educación científica se han centrado en la exploración de las ideas de los alumnos frente a la ciencia y a los conceptos científicos que se enseñan en los diferentes niveles. A razón de esto, Izquierdo (2000) y Adúriz-Bravo (2002) intentan establecer una base epistemológica para la enseñanza de las ciencias a la luz de nociones contemporáneas sobre la naturaleza de la ciencia y de cómo aprenden los niños y adolescentes, con el propósito de constituir un marco teórico de referencia que permita justificar las decisiones sobre la ciencia que debemos enseñar en la escuela, lo que constituye un aporte muy valioso a la reforma curricular vigente, dado que, permite abrir el “sendero” en educación científica y diversificar la forma de “mirar” y concebir la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia escolar; estas re-orientaciones derivadas de la consolidación de la didáctica como metaciencia (disciplina científica autónoma) que considera irreduciblemente interrogantes tales **cómo enseñar, cómo aprender y para qué enseñar y aprender ciencia**, constituyen nuevos desafíos docentes, innovaciones y la formación de un profesor reflexivo y dispuesto a enfrentar cambios sociales, culturales y tecnológicos propios de una época; ya que la influencia que ejercemos los docentes sobre la implementación del currículum nos lleva a la necesidad de cuestionar y modificar el sistema de ideas epistemológicas del profesorado con el propósito de que aquellas innovaciones sean llevadas correctamente a la práctica (Fernández, 2002).

Un hecho evidente es que cualquier innovación educativa, debe tener su génesis en la formación propia del profesor de ciencia, es decir, considerar la preparación profesional y, utilizarlo para abordar las interrogantes que hemos compartido anteriormente, desde una visión epistemológica, psicológica y didáctica definida. En este plano Porlán y Martín del Pozo (2004) creen que los profesores manifiestan cuatro tendencias posibles sobre la concepción epistemológica del conocimiento en la escuela.

Estas son:

**a) Epistemología tradicional o conservacionista** según Young (1981) corresponde a lo que Porlán y Martín del Pozo (2004) han denominado *concepción del conocimiento en la escuela como **producto formal y terminado***.

Esta epistemología se caracteriza por reflejar una posición racionalista en relación a la naturaleza de la ciencia, un modelo de aprendizaje tradicional, una concepción de aprendizaje basada en la apropiación de significados y una metodología de aprendizaje limitada a la transmisión de conocimiento enciclopédico.

**b) Epistemología tecnicista** según Young (1981) corresponde a lo que Porlán y Martín del Pozo (2004) han llamado *concepción del conocimiento como **producto que es generado por procesos técnicos***.

Esta epistemología da cuenta de un enfoque empiricista de las ciencias, un modelo de aprendizaje técnico, una concepción de aprendizaje por asimilación y una metodología basada en actividades en las cuales, el estudiante aplica los pasos del método científico. La dinámica de la clase se sustenta en un programa cerrado de actividades empiricista que tiene por objeto asimilar el contenido adaptado; que fue construido por los científicos.

**c) Epistemología interpretativa** según Young (1981), esta concepción fue llamada por Porlán y Martín del Pozo (2004) como *conocimiento como **producto abierto que es generado por procesos espontáneos***.

Esta concepción epistemológica manifiesta de manera moderada un enfoque empiricista con una concepción de aprendizaje por asimilación. La diferencia de este nivel epistemológico radica en proponer una metodología que se basa en

actividades espontáneas que surgen de los estudiantes, en donde, el profesor brinda apoyo, orienta las observaciones y las actividades de manipulación, pero no intenta establecer todo tipo de intercambio. Esto implica reducción en el origen y desarrollo del nivel de conocimiento escolar en el interés y observaciones espontáneas de los estudiantes.

- d) Epistemología evolutiva** caracterizada por intentar superar la dicotomía que existe entre lo objetivo y subjetivo, entre lo racional y espontáneo, entre lo absoluto y lo relativo. Esto lleva concebir el conocimiento como fruto de un proceso de integración y reelaboración de diversos tipos de conocimientos –no sólo científico- y como una construcción interactiva a través de procesos de orientación y nivel de investigación del profesor. Para Porlán y Martín del Pozo (2004) esta concepción fue denominada *nivel de conocimiento como un producto abierto generado por procesos complejos*.

Tabla 3.1. Nivel epistemológico en relación a imagen, enseñanza, aprendizaje y currículum de ciencia (Adaptado de Porlán y Martín del Pozo, 2004).

Epistemología	Imagen de ciencia	Modelo de enseñanza	Teoría de aprendizaje	Elementos del currículo		
				Contenido	Método	Evaluación
<b>Tradicional o conservativa</b>	Racionalista	Tradicional Dogmática	Apropiación de significados	Reproducción y simplificación	Transmisión verbal	Calificación
<b>Técnicista</b>	Empiricista	Tecnológico	Asimilación de conceptos	Contenido científico adaptado	Secuencia de actividades cerradas	Medir el logro de los objetivos propuestos
<b>Interpretativa</b>	Empiricista	Espontáneo	Asimilación de significados	Contextualizados a la vida cotidiana	Secuencia orientada a los intereses de los estudiantes	Participación en la dinámica de la clase de ciencias
<b>Evolutiva</b>	Relativismo moderado	Alternativo, constructivista, investigativo	Construcción de significados	Re-elaboración e integración de una diversidad de conocimiento	Nivel de investigación centrado en problemas significativos	Investigación sobre hipótesis

### 3.8.2.1. CONCEPCIONES DOCENTES SOBRE NATURALEZA DE LAS CIENCIAS

*“Empieza a comprenderse que, si se quiere cambiar lo que los profesores y los alumnos hacemos en las clases de ciencias, es preciso previamente modificar la epistemología de los profesores”*  
(Bell y Pearson, 1992).

Estamos convencidos que el “éxito” en la enseñanza de las ciencias y especialmente la enseñanza de la biología pasa porque **el profesorado tome conciencia sobre la visión epistemológica que caracteriza y define sus acciones pedagógicas**, la “inconciencia de lo que se sabe y cómo disponerlo durante el proceso de enseñanza” sin duda restringe posibilidades de implementar un currículum que responda a las necesidades e inquietudes de nuestros jóvenes. En este sentido, una visión deformada **de y sobre** las ciencias es un obstáculo que a juicio de Fernández et al. (2002) impide la renovación de la enseñanza de las ciencias, debido a presentar una ciencia como algo acabado, verdadero y en constante avance, y a los científicos como seres altamente inteligentes (Gordon, 1984 citado en Porlán et al., 1998).

Un estudio realizado por Fernández et al. (2002) revisa algunas deformaciones en el sobre la actividad científica, en la que se destaca una concepción empiroinductivista, propia de la visión epistemológica positivista y atórica centrada en el “método científico” que caracteriza visiones de una **didáctica ingenua** propuesta por Quintanilla (2003). Sin embargo, algunos estudios han demostrado que profesores en formación tienen atributos empiristas, aunque si aparecen distintos puntos de vistas no atribuibles a alguna orientación filosófica particular. Un estudio realizado por Kouladis y Ogborn (1989) (citado en Porlán, 1998) con 12 profesores de ciencia y 11 profesores en formación a quienes se les aplica un cuestionario sobre conocimiento científico, revela una tendencia inductiva, hipotético-deductiva, contextualismos y relativismo principalmente; ahora bien, un 40% manifiestan una posición ecléctica, categoría emergente en la investigación de Kouladis y Ogborn. Por su parte, Mellado (1996) alude a las restricciones metodológicas utilizadas para determinar las concepciones

docentes, principalmente uso de cuestionarios, los que a juicio de algunos investigadores arrojan resultados simplificados que no se corresponden con otro tipo de registros, como las entrevistas. Desde esta perspectiva Mellado (1996) realiza entrevistas clínicas para investigar las concepciones sobre naturaleza de la ciencia y la didáctica de las ciencias y su relación con la conducta en el aula de 2 profesores ciencias y 2 licenciados en ciencias en formación. El análisis de la información permite afirmar que los docentes en formación carecen de reflexión previa sobre la naturaleza del conocimiento científico. Porlán et al. (2000) posteriormente afirma que profesores de educación básica en formación y profesores en activo, manifiestan una visión epistemológicamente predominantemente empírica, además de otros modelos como el racionalismo y relativismo moderado. Martínez et al., (2001) plantea que se debe:

*“Facilitar la construcción de un conocimiento profesional significativo y riguroso, cercano a la realidad escolar, para consolidar los planteamientos más teóricos que los futuros profesores parecen asumir con facilidad”* (Martínez, et. al, 2001:79).

Sin embargo, hay que considerar que los cambios epistemológicos en el profesorado no son producto de cursos de formación en la que se transmite nuevos enfoques por unos especialistas, sino, producto de una intensa discusión y colaboración entre los participantes para la toma de conciencia sobre qué, para qué y cómo enseñar ciencias en la escuela.

### **3.9. CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR**

#### **3.9.1. INTRODUCCIÓN**

El profesorado posee un conocimiento propio que lo distingue de otros profesionales; conocimiento que está concebido bajo la denominación de *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) o Conocimiento Didáctico de los Contenidos Disciplinarios (CDCD), para esta discusión hablaremos de Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB). EL CDCB según las orientaciones de Valbuena (2007) permite al profesor:

- ◆ Comprender los aspectos que facilitan o dificultan el aprendizaje de un contenido biológico.
- ◆ Conocer las creencias y concepciones de los estudiantes de diferentes edades y procedencia, acerca de un contenido biológico particular.
- ◆ Utilizar estrategias, que favorezcan la comprensión de los contenidos biológicos.

Según Valbuena (2007) la investigación relacionada con el Conocimiento Profesional del profesor de biología es aún incipiente y sólo las investigaciones están vinculadas con CDCB e implícitamente discuten temas relacionados con el vínculo entre conocimiento biológico docente y su incidencia en la enseñanza, como otras se han discutido desde la experiencia docente en las competencias profesionales para la enseñanza de la biología. En efecto, la caída de la investigación positivista –asociada con la tradición conductista de proceso/producto– y la emergencia del cognitvismo posibilitaron, a fines de los setenta, el estudio del *pensamiento del profesor* (Bolívar, 2005).

Una aproximación teórica del CDCB puede aportar con ideas y espacios de discusión sobre la enseñanza que piensan, declaran y ejecutan los profesores de biología en activo.

### **3.9.2. BREVE REVISIÓN DEL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR**

Con el propósito de conocer los distintos enfoques y evolución del Conocimiento Profesional Docente es que se exponen las ideas de algunos autores que de alguna manera han contribuido al respecto.

a) **Los aportes de Shulman:** Este autor con el propósito de explorar sobre el Conocimiento Profesional Docente (CPD) se plantea algunas interrogantes como: **¿Cuáles son las fuentes de conocimiento del profesor? ¿Cómo decide el profesor qué enseñar?**, interrogantes que de alguna manera se discuten en el curso de esta investigación, especialmente en el taller de reflexión docente realizado con originalmente 4 profesores de biología en activo. Al menos 4 de 16 sesiones, aportan antecedentes relacionados con la segunda pregunta de Shulman y que serán discutidas en la parte final de la tesis. Para Shulman (1987) el profesor manifiesta siete categorías de conocimiento, que son:

- ◆ Conocimiento del contenido.
- ◆ Conocimiento pedagógico.
- ◆ Conocimiento del currículo
- ◆ Conocimiento de los alumnos y del aprendizaje
- ◆ Conocimiento del contexto
- ◆ Conocimiento Didáctico del Contenido
- ◆ Conocimiento de filosofías educativas

De estas categorías, hacemos énfasis, por los objetivos de esta tesis, al Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) propuesto por Shulman y lo entendemos desde esta perspectiva teórica como “*una mixtura de contenido y didáctica*”, dado que el modelo pretende describir cómo los profesores comprenden el contenido (conocimiento) y la transforman “didácticamente” en algo “enseñable”, además de los restantes componentes, es clave en este proceso el paso del “**conocimiento del contenido al CDC**”.

b) **Los aportes de Bromme:** Este autor sostiene que el saber profesional incluye tanto elementos teóricos y su metaconocimiento y consta de reglas empíricas y experiencia práctica. De alguna otra forma, lo que plantea Bromme (1988), es que el Conocimiento Profesional Docente es aquel conocimiento que los docentes utilizan en su práctica cotidiana. Por ejemplo Bromme comparte el siguiente ejemplo:

*Un profesor de matemáticas de una escuela primaria observa que algunos alumnos fallan en determinadas sumas. Identifica la causa como dificultad en sumar cifras cuyo resultado supera la decena y decide interrumpir el desarrollo del tema por un tiempo para practicar estas sumas. Para ello propone ejercicios espontáneamente formulados en los que, como por ejemplo en 82 más 33, sólo hay que sumar llevando una vez. Según su experiencia los alumnos comprenden más fácilmente estos ejemplos que cuando hay que sumar llevando dos veces, como por ejemplo en 86 más 27. Sabe también que con números pequeños los alumnos en realidad no suman, sino que recuerdan sumas de dos números lo que les permite evitar la aplicación de las reglas para sumar llevando. Por ello escoge números que los alumnos ya no pueden dominar mediante el mero de acuerdo espontáneo de sumas de dos sumandos. Cuando tras esto algunos alumnos tienen todavía dificultades, termina con la práctica de la regla e intenta aclarar su sentido formando montones de 10 canicas y reuniéndolos. Estas decisiones suponen un considerable saber profesional.(Bromme, 1988:19).*

Finalmente podemos decir que el **saber profesional** incluye teoría junto a la experiencia práctica.

**c) Los aportes de Grossman (1990):** Para esta autora, el Conocimiento Profesional del Profesor esta orientado en cuatro componentes:

- ◆ El conocimiento del contenido disciplinar
- ◆ El conocimiento pedagógico general que incluye:
  - Características de los alumnos y sus aprendizajes
  - Gestión y organización del aula de clase
  - Estrategias de enseñanza
  - Creencias sobre los propósitos de la enseñanza
  - Evaluación de los aprendizajes
- ◆ El conocimiento del contexto
- ◆ El Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC)

Al revisar la propuesta de Grossman, podemos evidenciar que se cruzan las nociones del conocimiento pedagógico general y del conocimiento didáctico del contenido. Además cada uno de las categorías de conocimientos propuestas tiene como eje central CDC.

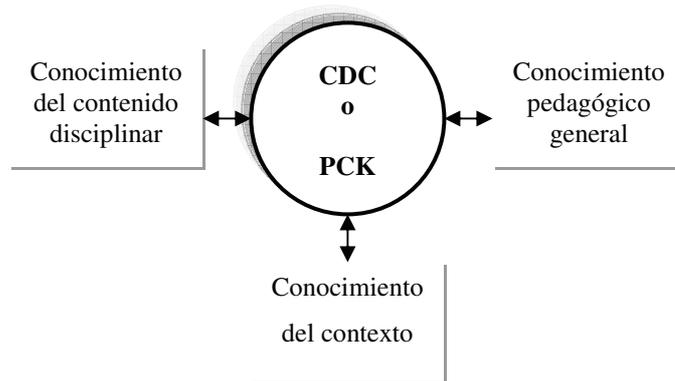


Figura 3.22. Estructura del Conocimiento Profesional del Profesor, según Grossman.

**d) Los aportes de Carlsen:** Este autor propone integrar el conocimiento pedagógico general, disciplinar y didáctico del contenido. Carlsen (1999) citado en Valbuena (2007) plantea que el conocimiento del profesor debe ser entendido con un sistema, desde esa idea, el CDC sólo es válido cuando se constituye desde la integración de los otros conocimientos del profesor, pedagógico general y disciplinar. Carlsen discrimina entre dos tipos de conocimiento contextual: uno general educativo, y otro específico más cercano al CDC.

**e) Los aportes de Magnusson, Krajcik y Borko:** Los Trabajos de Magnusson, Krajcik y Borko (1999) citado en Salazar (2005) y Valbuena (2007), se orientan desde la ciencia y responden particularmente a la propuesta de Grossman; la diferencia reside en que el conocimiento pedagógico general considera, entre los otros elementos según Grossman, a los estudiantes como aprendices, aspecto que involucra el estudio de preconceptos, conceptos errados en la construcción de los conocimientos y las dificultades que los alumnos pueden tener para aprender (Salazar, 2005); Esta autora sostiene que, a juicio de Magnusson, Krajcik y Borko conocer y comprender a los estudiantes permite al docente organizar su enseñanza de una manera más efectiva, dado

que sus estrategias se focalizan hacia una mejor representación del contenido, en este caso del contenido científico en construcción.

En este aspecto Shulman (1987) afirma que el manejo profundo del contenido disciplinar, facilita al profesor anticipar su acción sobre contenidos que pueden presentar problemas de comprensión. Acevedo (2009) plantea que Magnusson, Krajcik y Borko describen cinco tipos de conocimientos o creencias del **Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC)** que son:

- Finalidades y objetivos que se pretenden con la enseñanza de las ciencias u **orientaciones hacia la enseñanza**, según sus creadores.
- Currículo
- Evaluación
- Comprensión de los temas de ciencias por los estudiantes
- Estrategias de enseñanza.

**f) Los aportes de Morine-Dersheimer y Kent (1999):** Para estos autores el CDC es el centro al cual convergen los otros tipos de conocimientos del profesor y que contribuyen al CDC. Morine-Dersheimer y Kent proponen la existencia de dos tipos de conocimientos contextuales, uno general educativo, y otro específico más cercano al CDC (Valbuena, 2007). El CDC surge como producto de las relaciones mutuas entre los distintos tipos de conocimiento (Acevedo, 2009) , entre los cuales se distingue el **conocimiento didáctico**, como un esquema de relaciones que se vincula con el CDC.

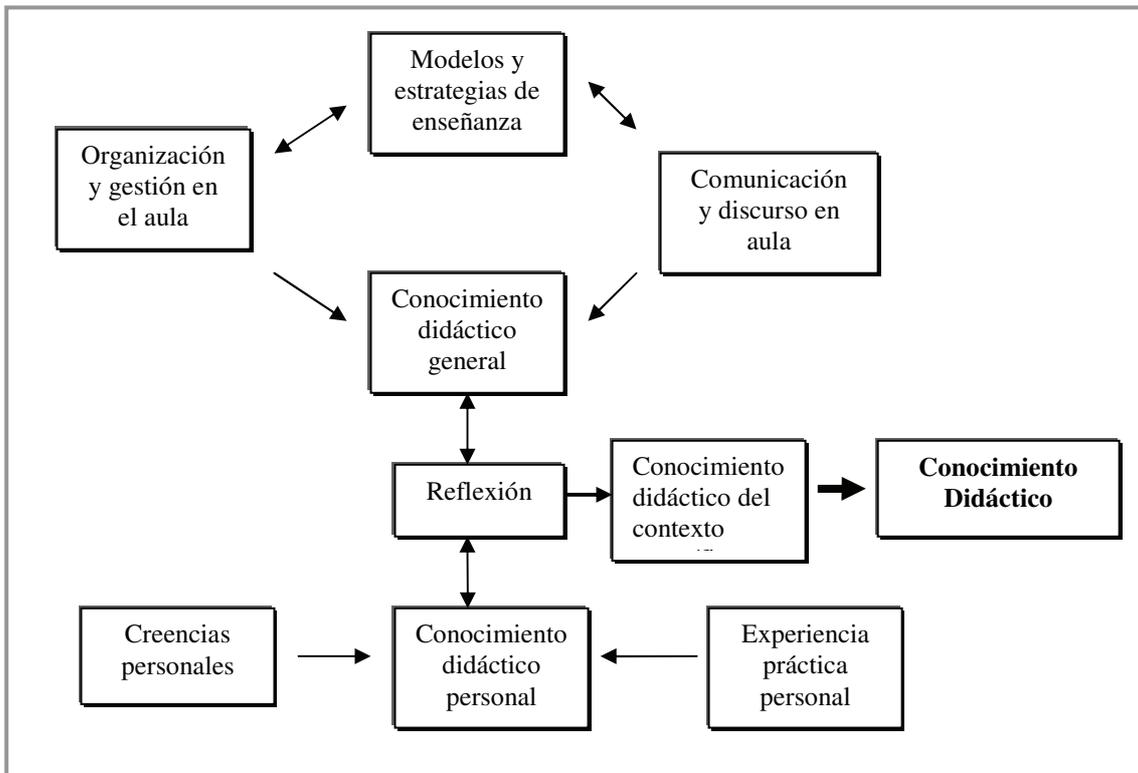


Figura 3.23. Diversas facetas del conocimiento didáctico según Morine-Dersheimer y Kente (1999). Tomado de Acevedo (2009: 28).

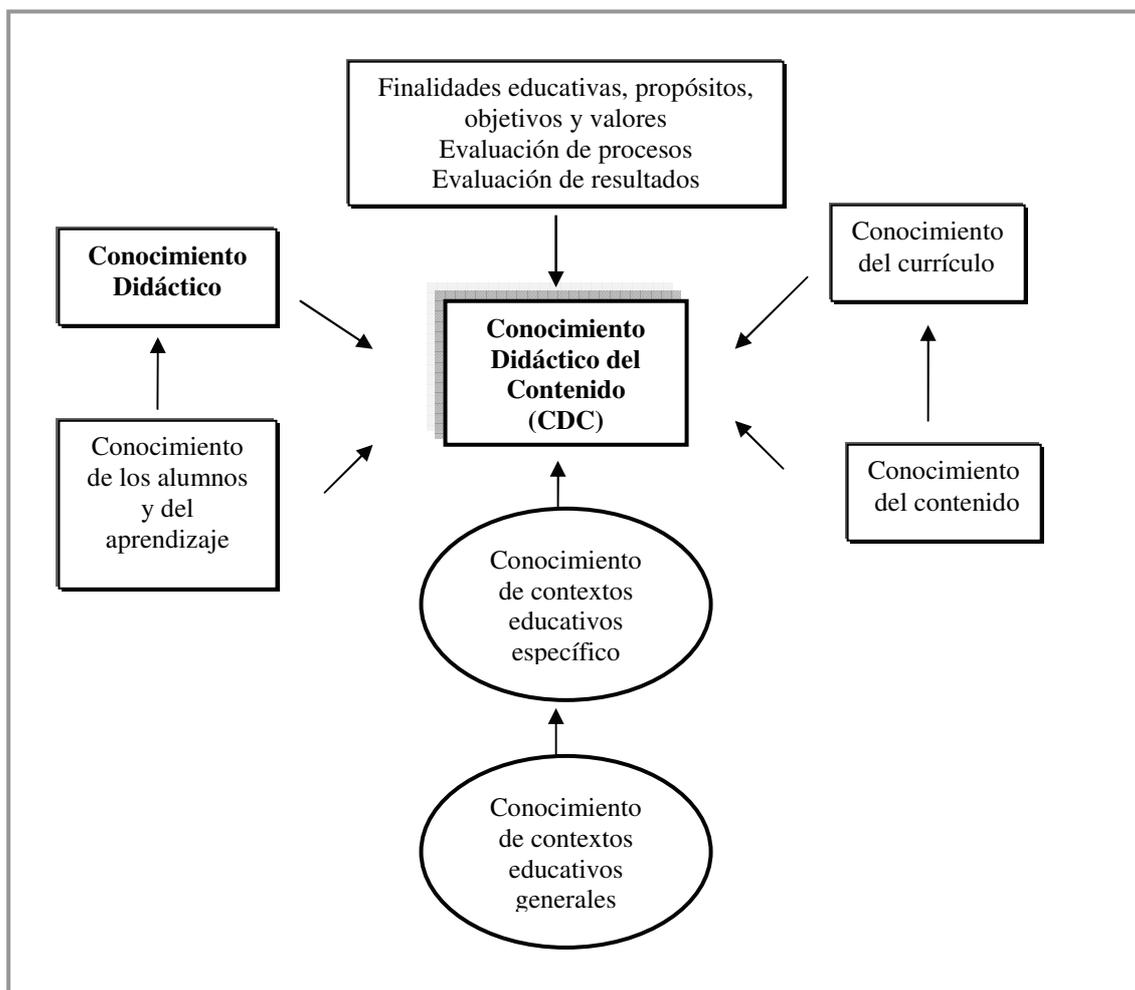


Figura 3.24. Tipos de conocimiento del profesor según Morine-Dershimer y Kente (1999) que contribuyen al CDC. Tomado de Acevedo (2009: 28).

Considerando la información recogida en esta tesis doctoral creemos y compartimos los planteamientos de Acevedo (2009), quien plantea:

*“El concepto del CDC en sí mismo y su relación con otros ámbitos del conocimiento del profesor han sido muy debatidos en la bibliografía, pero hay un acuerdo general en que el desarrollo del CDC está ligado sobre todo a la práctica docente y la reflexión sobre esta. De este modo, se puede afirmar que los profesores que tienen éxito en la enseñanza del contenido de un tema específico probablemente han conseguido desarrollar un CDC adecuado del mismo”* (Acevedo, 2009:27).

**g) Los aportes de Gess-Newsome.** Este autor intenta explicar la formación del CDC desde dos modelos, el primero **modelo integrador**, que considera el CDC como la intersección entre el conocimiento disciplinar, didáctico y del contexto (Fig. 3.24) y el segundo, **modelo transformador**, que asume que el CDC es el resultado de una transformación del contenido didáctico, del contexto y del contenido (conocimiento). La preocupación del modelo transformador es interrogar sobre **cómo se transforma el conocimiento en CDC en la práctica docente, como conocimiento base para la enseñanza**. Estos lineamiento teóricos, nos parecen muy interesantes y nos llevan a pensar, en nuevos enfoques metodológicos en investigación en didáctica sobre concepciones docentes y aspectos que eventualmente favorezcan el cambio conceptual en ellos.

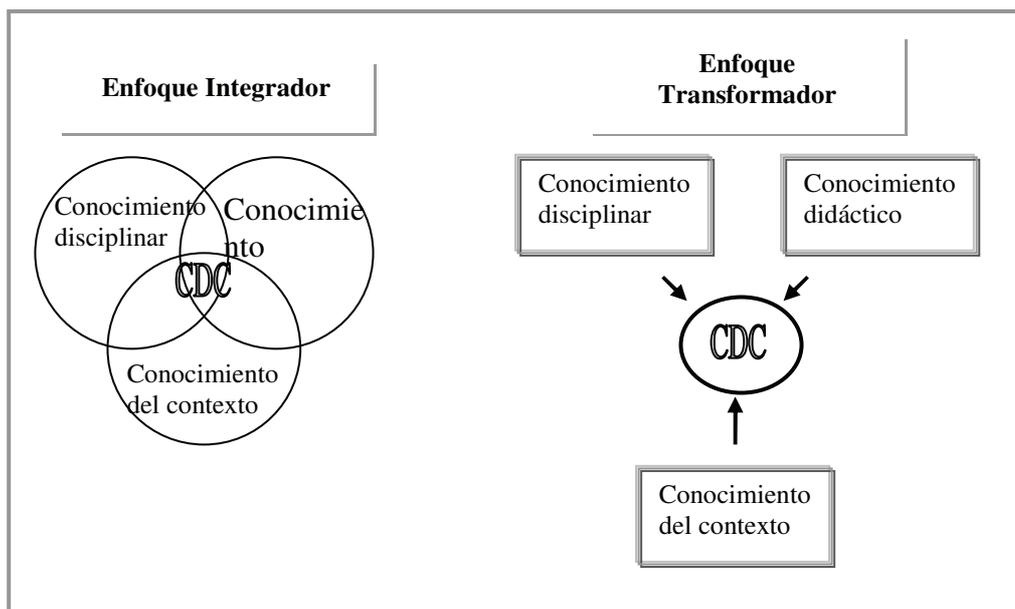


Figura 3.25. Modelos teóricos para explicar la formación del CDC según Gess-Newsome (1999) citado en Valbuena (1997)

Desde la perspectiva del **conocimiento profesional** como teoría práctica, Porlán et als. (2001) plantea que:

*“El conocimiento profesional se caracteriza por ser: práctico, integrador y profesionalizado, complejo, tentativo, evolutivo y procesual...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”.* (Porlán et als., 2001).

Ahora bien, el conocimiento práctico profesional del profesor no es, un conocimiento académico, ni es identificable con ninguna disciplina concreta, por lo que no sigue normas de la epistemología del conocimiento científico (Porlán y Rivero, 1998). Finalmente se ha llegado a consensuar que el conocimiento profesional docente es como un sistema de ideas integradas por cuatro componentes: saber académico, saber basado en la experiencia, teorías implícitas y rutinas y guiones (fig. 3.26).

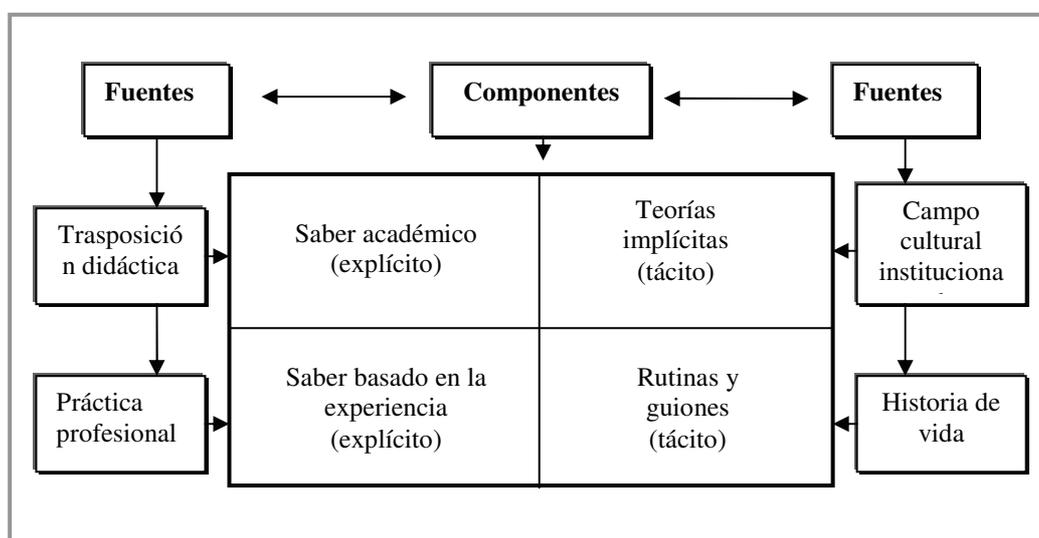


Figura 3.26. Conocimiento profesional como sistema de ideas integradas. Tomado de Perafán (2005:2).

Según Porlán et als. (1997) estos componentes están referidos a:

i) El **saber académico** corresponde al conjunto de concepciones disciplinares y metadisciplinares que poseen un profesor, son saberes relacionados con el contenido y comprende los saberes psicológicos, pedagógicos y didácticos. Estos saberes académicos se generan en el proceso de formación inicial, son explícitos y organizados.

ii) El **saber basado en la experiencia**, corresponde al conjunto de ideas concientes que los docentes desarrollan durante el ejercicio profesional. Estos saberes son explícitos y están relacionados con el proceso de enseñanza – aprendizaje, que considera aprendizaje de los estudiantes, metodologías, la naturaleza de los contenidos, el rol de la planificación, la evaluación y propósitos. Estos saberes son compartidos habitualmente entre los docentes y tiene un alto grado de influencia en el quehacer docente, a pesar de, corresponder más bien a un conocimiento común adaptativo y con contradicciones internas, carentes de métodos y con una alta valoración moral e ideológica afirma Porlán y colaboradores.

iii) En relación a las **rutinas y guiones**, es un conocimiento tácito que permite al profesor disponer de **modos de acción repetitivos** para enfrentar las actividades del día a día, situación que limita la toma de decisiones y la propuesta novedosa de nuevas formas de abordar una situación problema.

iv) Finalmente las **teorías implícitas** son teorías que explican los **porqués** de las creencias y de las acciones de los profesores quienes desconocen concientemente que su forma de pensar presupone de teorías de aprendizajes y visiones epistemológicas definidas que justifican, por ejemplo el discurso, la propuesta de actividades o el diseño de la enseñanza.

### 3.9.3. CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO BIOLÓGICO

Caracterizar el Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB) permite a los docentes construir el saber disciplinar en la escuela, es decir, el CDCB permite la construcción de la **biología escolar**. Son escasas las investigaciones sobre CDCB y sólo Valbuena (2007) ha desarrollado en su tesis doctoral algunos aspectos estructurantes de este tipo de conocimiento. Considerando la propuesta de este autor, compartimos la idea de que el CDCB surge de un proceso de transformación, procesamiento, interrelación e integración de diversos componentes, como:

- ◆ El conocimiento biológico por enseñar
- ◆ Los propósitos de la *Biología Escolar*<sup>26</sup> y su enseñanza
- ◆ Las estrategias didácticas para la enseñanza de la biología escolar
- ◆ Las concepciones y creencias de los estudiantes acerca de la biología escolar
- ◆ Las dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la biología escolar
- ◆ La evaluación de los aprendizajes de la biología escolar

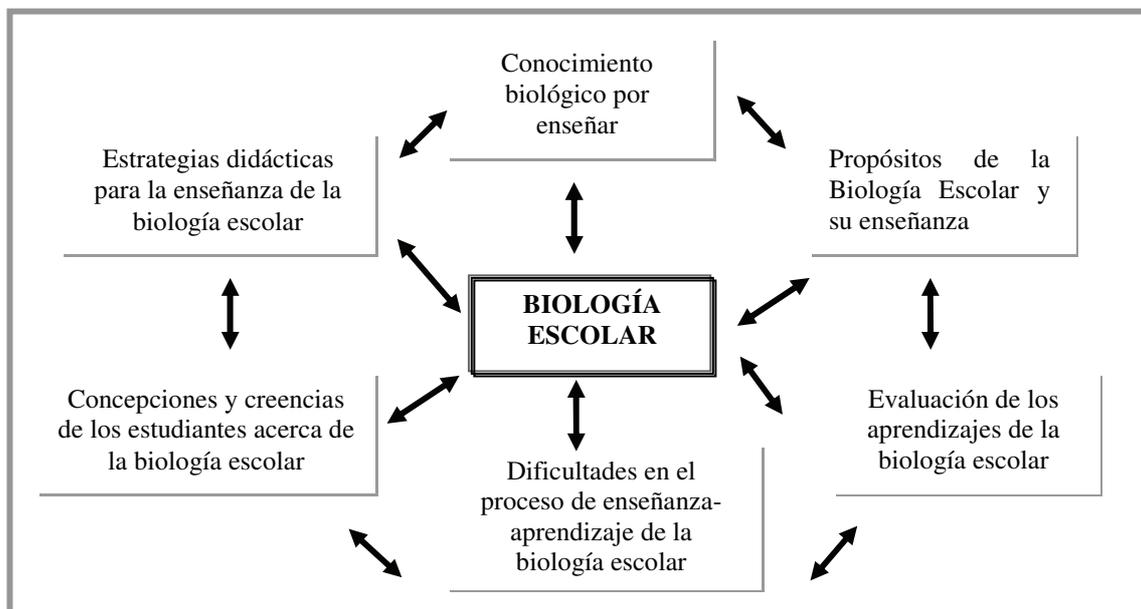


Figura 3.27. Relación entre los componentes del Conocimiento Didáctico del Conocimiento Biológico adaptado de Valbuena (2007:173).

<sup>26</sup> La biología escolar se entiende como aquel conocimiento disciplinar que se construye en la escuela, de mayor complejidad que el conocimiento cotidiano de la biología por el estudiante y menos complejo que el conocimiento biológico construido por los científicos

### **3.9.3.1. CONOCIMIENTO BIOLÓGICO POR ENSEÑAR.**

El conocimiento biológico es un componente del CDCB que permite al docente tomar decisiones sobre **qué, para qué y cómo organizar el conocimiento (contenido) que enseña**, dado que, el **conocimiento biológico** otorga al profesor competencias profesionales que justifican la selección de **modelos teóricos estructurantes**, como la noción de ser vivo o de ecosistema, por proponer algunos ejemplos; como la idoneidad para identificar obstáculos epistemológicos, cognitivos y didácticos **de y sobre** el contenido en discusión. El conocimiento biológico posibilita al docente redefinir propósitos de enseñanza ajustados a situaciones sociales, culturales y contextuales propias de la complejidad del sistema escolar y orientar la discusión hacia la formación de un sujeto competente en ciencias **que sabe de y sobre biología**, dado que, puede conjeturar, avizorar posibles respuestas y concepciones alternativas sobre los contenidos en discusión que facilitan la toma de buenas decisiones **de qué y para qué enseñar biología**. Aprender las reacciones bioquímicas propias del Ciclo de Krebs no tiene sentido ni valor para los estudiantes, sino se orienta su estudio, hacia la formación de un estudiante que comprende, qué sabe comunicar lo que está pensando y construyendo y, participa con fundamentos de las cosas del mundo.

### **3.9.3.2. PROPÓSITOS DE LA BIOLOGÍA ESCOLAR Y SU ENSEÑANZA**

Los propósitos de la enseñanza de las ciencias constituyen un foco de interés en el CDCB, dado que, orienta la toma de decisiones sobre qué y cómo enseñar el conocimiento científico escolar, **biología escolar**. No podemos desconocer que en las últimas décadas las finalidades de la enseñanza de las ciencias han ido variando, por que la sociedad y el mundo ha cambiado, por ejemplo: existe una nueva sociedad, la del conocimiento, un mundo tecnológico que crece aceleradamente, necesidad de dar mayor cobertura de educación a las personas, una toma de conciencia de trabajar en equipo para lograr metas, todos esto, quizás demanda reflexionar el **para qué enseñar ciencia hoy**.

Ahora bien, si consideramos la propuesta ministerial vigente, podemos afirmar que la finalidad de la enseñanza de las ciencias en la escuela es que los estudiantes *adquieran habilidades intelectuales y conocimiento para comprender el mundo natural y tecnológico*. Sería interesante discutir qué significa y qué demanda cognitivamente para el estudiante “*comprender el mundo*”. Creemos que “comprender el mundo” es disponer de un tipo de **conocimiento** que se ha construido en un marco de actividad científica escolar, que ofrece alternativas de análisis de situaciones contextuales desde el pensar teórico, lenguaje y la toma de decisiones fundamentadas.

Apostamos abiertamente a reformular los propósitos de la enseñanza de la biología o, quizás exigir una declaración ecléctica sobre qué y para qué enseñar, considerando la articulación de tres dimensiones que consideran al estudiante como constructor, que son: pensar con teoría, saber comunicar (lenguaje) y actuar o experimentar en las cosas del mundo. Esta interacción se representa en la figura 3.28.

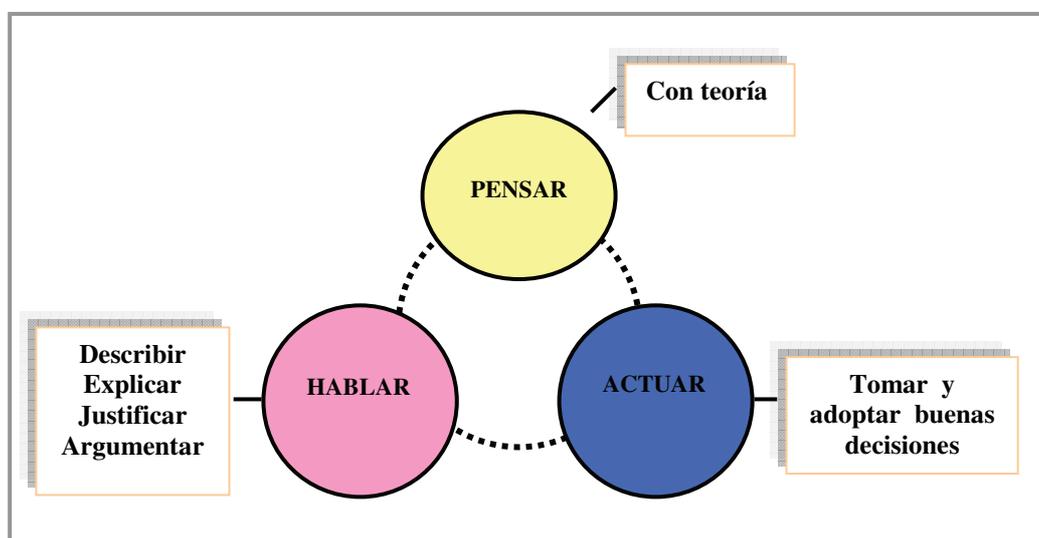


Figura 3.28. Finalidades de la enseñanza de la biología.

Desde esta perspectiva de discusión, un nuevo propósito de la enseñanza de la biología es formar un **sujeto competente en ciencias** que sabe usar de manera no arbitraria el conocimiento para abordar situaciones problémicas individual o colectivamente; que comunica saberes, forma de abordar situaciones y valores siempre vinculantes con el

mundo del cual forma parte. Por tanto, las finalidades de la enseñanza de la biología, son: *Promover el desarrollo de competencias de pensamiento científico que faculten a los estudiantes a convertir los hechos del mundo en modelos científicos escolares.* Estas ideas exigen en los docentes una práctica discursiva que se entienda como: **Explicar para comprender.**

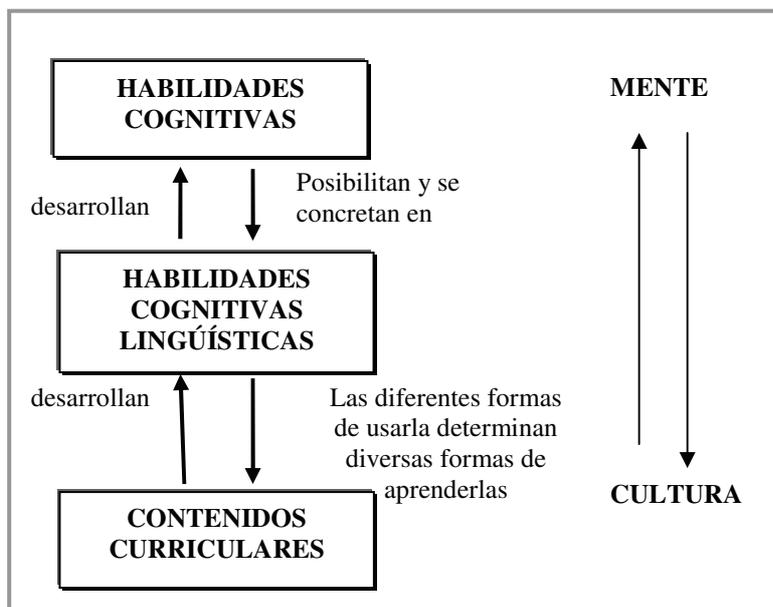


Figura 3.29. Visión sociocultural de la enseñanza- aprendizaje. Tomado de Jorba, Gómez y Prat (2000: 32).

### 3.9.3.3. CONCEPCIONES Y CREENCIAS DE LOS ESTUDIANTES ACERCA DE LA BIOLOGÍA ESCOLAR

Charrier y colaboradores (2006) sostienen que en los últimos veinticinco años se han publicado numerosos trabajos sobre las concepciones de los estudiantes en todos los campos disciplinares y niveles de enseñanza, en sus comienzos de carácter descriptivo luego, surgen propuestas didácticas dirigidas a enfrentar y resolver el problema de las concepciones alternativas en el aprendizaje de una noción científica. Sin duda que las concepciones de los estudiantes son relevantes a la hora de enseñar, dado que son estas concepciones y creencias las que permitirán las interacciones dialógicas en la sala de clase durante el proceso de construcción de conocimiento desde la visión epistemológica naturalista moderada (figura 3.29) de esta manera las ideas de los

estudiantes tienen gran valor, dado que constituyen visiones alternativas y en muchos casos diferentes de las que plantea la ciencia (Candela, 1991).

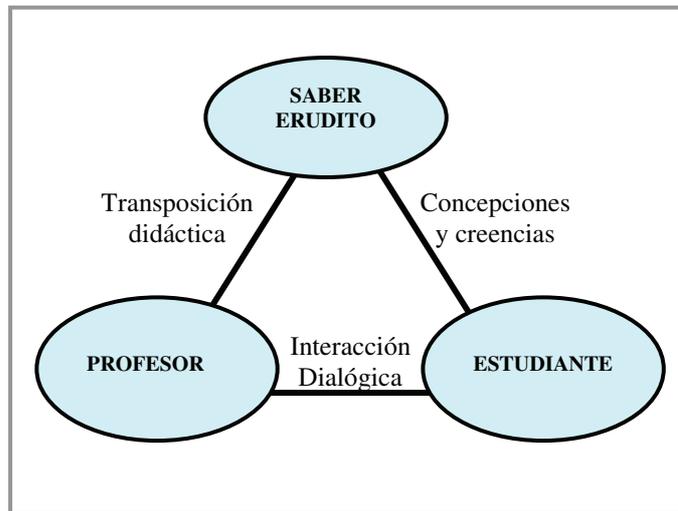


Figura 3.30. Triángulo didáctico según Chevallard (1991)

Los aspectos relacionados con el conocimiento profesional, creemos deben ser discutidos en la formación inicial y continua de profesores de Educación básica, media y universitaria, con el propósito de que cada docente aprenda a identificar, caracterizar y analizar concepciones o creencias estudiantiles que favorezcan la idoneidad profesional para detectar limitaciones u obstáculos epistemológicos, psicológicos y pedagógicos en el aprendizaje de la biología escolar.

Valbuena (2007) recoge algunas investigaciones acerca de las concepciones de estudiantes en biología que se resumen en la tabla 3.2.

<b>Concepción estudiada</b>	<b>Autor(es)</b>
Ecología, herencia y evolución	Bishop y Anderson (1900) Jiménez (1992) Demastes, Good y Puebles (1995) Barrabín y Grau (1996) Dagher y Boujaoude (1997) Britta (2002) Brem, Ranney y Schindel (2003) Sinatra, et al. (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)
Fotosíntesis y Respiración	Charrier, Cañal y Vega (2005)
Célula	Flores, Tovar y Gallegos (2003)
Digestión	Banet y Nuñez (1988)
Insectos	Shepardson (2002)
Microorganismos	Díaz-González (1996)

Tabla 3.2. Algunas investigaciones acerca de concepciones de estudiantes sobre diferentes conceptos científicos. Tomado de Valbuena (2007:183).

#### **3.9.3.4. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS Y DIDÁCTICA DE UNA ESTRATEGIA PARA LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA ESCOLAR**

Entendiendo que el propósito de esta tesis doctoral no es una revisión exhaustiva de las estrategias que hoy se han implementado para la enseñanza de la biología, si queremos comentar que las estrategias didácticas que se implementen en la sala de clase deben responder a cuestiones como:

a) Con el propósito de responder a las exigencias del siglo XXI, creemos que las estrategias deben estar orientadas hacia el desarrollo de competencias de pensamiento científico, para la formación de un sujeto competente. Propósito que obliga a los docentes re-pensar el diseño de las estrategias propuestas o comenzar a idear nuevas que se ajusten a las necesidades y exigencias de los estudiantes. Creemos que

estrategias centradas en el enfrentamiento a problemas propician espacios altamente reflexivos, estimula la creatividad y permite a los estudiantes buscar y proponer caminos alternativos de solución.

b) Las estrategias didácticas deben concebir el aprendizaje de la ciencia escolar como un proceso de construcción de modelos dinámicos y evolutivos. En esta dimensión han surgido los **Modelos Didácticos Analógicos (MDA)** desarrollados por autores como Galagovsky y Adúriz-Bravo (2001) para la enseñanza de la síntesis de proteínas y las células blanco (Cocchi *et. al*, 2008), como por Zamorano (2006) para el aprendizaje de la energía interna y temperatura. Como representaciones del modelo, se destaca el trabajo de Gómez (2005) y la construcción de maquetas para la construcción del modelo de ser vivo.

Finalmente, podemos afirmar que una estrategia didáctica debe permitir a los estudiantes **comunicar** sus modelos mentales, por lo tanto, debe contribuir a enseñar a **hablar y escribir la biología que se aprende**, lo que favorece, sin duda, el desarrollo de habilidades cognitivas lingüísticas y del pensamiento, como también la evolución de los modelos científicos escolares construidos y en construcción, de esa forma, cada uno de nuestros estudiantes podrá comprender el mundo en el que vive. Estas exigencias demandan de una nueva cultura docente como plantea Quintanilla et als. (2008); Ahora bien, es interesante el planteamiento de Tamayo y Sanmartí (2005) quienes plantean:

*“En el aprendizaje de las ciencias no es suficiente el conocimiento individual de las palabras, dado que este no es único, ni universal. Aceptar que los significados son elaborados por los individuos y las comunidades nos llevan a reconocer que éstos no forman parte de la propia naturaleza del objeto o del fenómeno. Se requieren que los estudiantes aprendan a usar adecuadamente tanto las palabras como los conceptos según diferentes contextos, problemas o situaciones, y que aprendan a relacionar diferentes conceptos al interior de un campo del saber determinado. Saber utilizar las palabras y los conceptos en contextos diferentes forma parte de saber hablar en ciencias” (Tamayo y Sanmartí, 2005:6).*

### **3.9.3.5. DIFICULTADES EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE DE LA BIOLOGÍA ESCOLAR**

En 1987 Hewson y Hewson publican un artículo que plantea que los docentes al igual que los estudiantes poseen preconcepciones, ideas y comportamientos intuitivos, que interfieren en la adquisición de conocimientos científicos; para el caso de los profesores, en la enseñanza de la biología escolar. Ahora bien, las visiones epistemológicas “matizadas” y espontáneas del profesorado (Fernández, 2002) que constituyen el sistemas de ideas de un profesor (Perafán, 2005), sin duda, deben ser consideradas a la hora de enseñar, como también deben ser identificadas y caracterizada por los docentes para orientar sus diseños de enseñanza. En cuanto al aprendizaje Jiménez (2003) presenta un análisis didáctico e identifica algunos ejemplos de dificultades de biología en secundaria obligatoria, que se muestran en la tabla 3.3., tipificadas como: conceptuales, procedimentales y actitudinales.

<b>Tema</b>	<b>Dificultades de aprendizaje</b>
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”.

Tabla 3.3. Algunos ejemplos de dificultades de biología en secundaria. Tomado de Jiménez (2003:131).

Podemos agregar a estos antecedentes, las serías dificultades que existen en la enseñanza y aprendizaje de la fotosíntesis y la respiración. Estudios realizados por Charrier et als., (2006), corroboran que estos conceptos son difíciles de enseñar y aprender por su **complejidad**, como también por la forma como se enseñan. Por ejemplo se tienden a enseñar juntos y como ejemplos de procesos anabólicos y catabólicos, situación que lleva a los estudiantes a pensar que son procesos químicos inversos, aspecto que lleva a concepciones alternativas que dificultan el aprendizaje de procesos biológicos más complejos.

### **3.9.3.6. EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES CIENTÍFICOS DE LA BIOLOGÍA ESCOLAR**

Un último componente del CDCB es la evaluación del conocimiento escolar, en este apartado sólo expondremos antecedentes generales que permitan caracterizar atributos y rol de la evaluación en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la biología escolar.

La evaluación es entendida como proceso caracterizado por tres momentos: i) recoger la información por medio de instrumentos específicos, ii) análisis de información y emisión de juicios de valor y finalmente iii) toma de decisiones de acuerdo al análisis y juicios emitidos anteriormente. Ahora bien, Sanmartí (2007) sostiene que la finalidad principal de la evaluación es la regulación tanto de la enseñanza como del aprendizaje; ésta se transforma en un puente de comunicación entre estudiantes y profesor, dado que favorece aproximaciones graduales a las creencias o concepciones de los estudiantes, que finalmente se traduce en procesos de comunicación ricos en intervenciones discursivas que ayudan a los estudiantes a apropiarse del conocimiento construido.

Sin embargo, por los antecedentes que hemos recogidos en esta investigación, los docentes no conciben la evaluación como instancias para que el estudiante aprenda, sino para calificar o ponderar productos terminales derivados de una actividad escolar. esto nos lleva a plantear que para promover y estimar el desarrollo continuo y progresivo del pensamiento científico y de su aprendizaje, es necesario considerar el sentido real de las actividades evaluativos; mediante estrategias dirigidas a favorecer la

participación progresiva de los estudiantes en los ámbitos evaluativos que realizan la función vinculante con el desarrollo progresivo y complejo de ellos (Labarrere y Quintanilla, 2002).

### **3.10. LA ENSEÑANZA DE LA NOCIÓN CIENTÍFICA DE METABOLISMO**

#### **3.10.1. INTRODUCCIÓN**

La tesis doctoral discute principalmente la toma de decisiones teóricas y didácticas para la enseñanza de la noción científica de metabolismo, para ello, se convocó a profesores a participar de un taller de reflexión docente (TRD) de 16 sesiones de trabajo, en la que compartimos ideas, experiencias, inquietudes, problemas vinculantes con la enseñanza y el aprendizaje de la biología escolar, específicamente, la noción de metabolismo. Originalmente, los docentes propusieron enseñar el concepto de “metabolismo” desde una visión más bien tradicional e instrumental, que creemos fue evolucionando gradualmente a través de las sesiones. Por otra parte, hemos constatado, que estudios en investigación en didáctica relacionadas con la enseñanza o aprendizaje del metabolismo propiamente son escasas; en este plano las investigaciones atienden a la noción de nutrición y metabolismo celular de los docentes y concepciones estudiantiles sobre la estructura del aparato digestivo y respiratorio y procesos metabólicos como fotosíntesis y respiración celular (Charrier, et. als., 2006).

#### **3.10.2. ¿QUÉ NOS DICE LA PROPUESTA MINISTERIAL?**

La enseñanza de la biología en Chile comienza en la educación media, los contenidos están organizados en cuatro años y atiende a una gran cantidad de contenido disciplinar como variado. De los cuatro niveles de estudio nos remitimos, por los intereses de esta investigación, al nivel primer año, el que específicamente está orientado a trabajar con jóvenes de 14 a 15 años con el propósito que se indica en el siguiente párrafo:

*“el programa se preocupa muy especialmente de desarrollar, desde la perspectiva biológica, una actitud científica, un entendimiento de la naturaleza de la ciencia, y las capacidades y habilidades necesarias para realizar indagaciones con base científica” (Marco curricular, 2005:128).*

Los contenidos que se discuten en el nivel de primero medio (NM1) se enmarcan en 8 unidades: **célula, nutrición, digestión, circulación, respiración, excreción, biología humana y salud y, ecología y medio ambiente.** Ahora bien, durante el taller de reflexión docente (TRD), los docentes participantes sugieren discutir y planificar la enseñanza del **metabolismo**, como conocimiento preliminar para la enseñanza de la nutrición, por ello, hemos destinado algunos párrafos a la descripción y análisis de la unidad 1 acápite d, De células a *tejidos y organismo* y, unidad 2 de la propuesta ministerial: *nutrición* que está relacionada con al noción científica que los docentes desean enseñar.

### 3.10.3. LA NOCIÓN DE METABOLISMO

La unidad 1 de la propuesta ministerial atiende al contenido científico de la **célula**, con una temporalidad de trabajo de 6 a 7 semanas. Esta unidad está dividida en 4 capítulos: *La célula como unidad funcional, Universalidad de las moléculas orgánicas, intercambio entre la célula y el ambiente y de células a tejidos y organismo.* Este último capítulo se aborda la enseñanza del metabolismo y se espera que los estudiantes **sepan y entiendan:**

- ◆ *Que las células llevan a cabo las múltiples actividades del organismo especializándose y organizándose en distintos tejidos, órganos y sistemas.*
- ◆ *Las relaciones existentes entre organización, estructura y función desde el nivel celular al nivel organismo.*

- ◆ *Que el metabolismo es un conjunto de reacciones químicas necesarias para mantener la vida, realizadas por enzimas en la célula, formando sustancias complejas o simplificándolas.*

Al revisar los propósitos de la propuesta del Ministerio de Educación sobre la enseñanza del metabolismo identificamos claramente la tendencia epistemológica que ella propone y que los docentes tienden a seguir desafortunadamente, creemos, al “pie de la letra”.

Con el propósito de comenzar a **comprender**, de alguna manera, las decisiones de los docentes sobre la enseñanza del metabolismo, creemos importante y a la vez interesante re-leer el planteamiento del Ministerio de Educación desde los planes y programas vigentes, sobre las finalidades de enseñar biología en la escuela, específicamente la enseñanza del metabolismo. La propuesta sostiene que los estudiantes deben entender *“el significado de los procesos de la nutrición desde el nivel fisiológico al celular y la función de los sistemas que participan en ellos”*, además de saber y entender *“que el metabolismo es un conjunto de reacciones químicas necesarias para mantener la vida, realizadas por enzimas en la célula, formando sustancias complejas o simplificándolas”* lo que permite, a juicio de la propuesta ministerial, que los estudiantes *“mejoran las habilidades de abstracción y procesamiento de información e integrar distintos niveles de información realizando una síntesis”*.

Estos objetivos, con matices, forman parte del sistema de ideas de los docentes participantes del TRD. Este antecedente surge del análisis de las narraciones de los docentes participantes del TRD en el que se discutió y acordó un diseño para la enseñanza del metabolismo, en la que se define, qué noción de metabolismo es la que se desea enseñar y, cómo enseñarla. Podemos adelantar que los docentes insisten en enseñar una definición operacional e instrumental de metabolismo, aspecto que se correlaciona con la idea de Lederman (1992) quien afirma que los profesores tienden a exaltar la supremacía del contenido científico a enseñar, esta tendencia descuida la toma de conciencia de los docentes sobre aspectos vinculante a la construcción de una noción

robusta de metabolismo, que **permita a los estudiantes proponer explicaciones** sobre situaciones o hechos próximos a su entorno.

De todas formas, no descartamos que los estudiantes, si se apropian de cuestiones teóricas de baja complejidad, como reconocer que *la ruptura de una molécula produce energía y que la unión de otras moléculas –simples- requieren de ella, y que cada proceso o fase se denomina de una forma u otra, en este caso catabolismo y anabolismo*<sup>27</sup> respectivamente.

¿Por qué los profesores piensan, qué es esa la noción científica de metabolismo que deben enseñar? Quizás no podamos, por ahora, proponer una respuesta a esta interrogante, sin embargo, muchos estudios (Porlán, 1989; Hewson y Hollín, 1994; López, 1995) ponen de manifiesto que las concepciones de los profesores son relevantes en el aprendizaje de una noción científica; nociones que están condicionadas por la propuesta ministerial vigente y que cada unidad educativa intenta implementar con éxito y que supera al profesor, dado que, estos no manifiestan una concepción definida y coherente sobre el conocimiento científico que enseñan por la escasa formación epistemológica (Mellado, 1996).

Algunas “pistas” de **por qué** pensar la enseñanza del metabolismo desde esta “visión epistemológica”, podrían surgir del análisis de algunas de las actividades propuestas por el MINEDUC, como las que se indican a continuación:

---

<sup>27</sup> Se utiliza la letra curvsa para dejar en evidencia la complejidad del contenido científico a enseñar y los múltiples obstáculos presentes para la construcción de una representación teórica, como la de metabolismo, así como de la variedad de nociones conceptuales que circundan el concepto científico central que el estudiante debe construir y que en muchos casos, el docente no considera en su discurso o conocimiento didáctico del contenido.

## Metabolismo

### Actividades

1. Examinar las fases metabólicas de degradación (catabolismo) y de síntesis (anabolismo) de compuestos orgánicos en la célula.

*Ejemplo:* Presentar esquemas simplificados del metabolismo celular, como el siguiente, en transparencias u otros medios, y explicar que las flechas representan reacciones químicas en las que se producen: 1) transformaciones de los glúcidos, lípidos y proteínas en componentes más simples, liberándose energía; 2) síntesis o formación de sustancias complejas a partir de monosacáridos, ácidos grasos y aminoácidos, consumiendo energía del ATP.

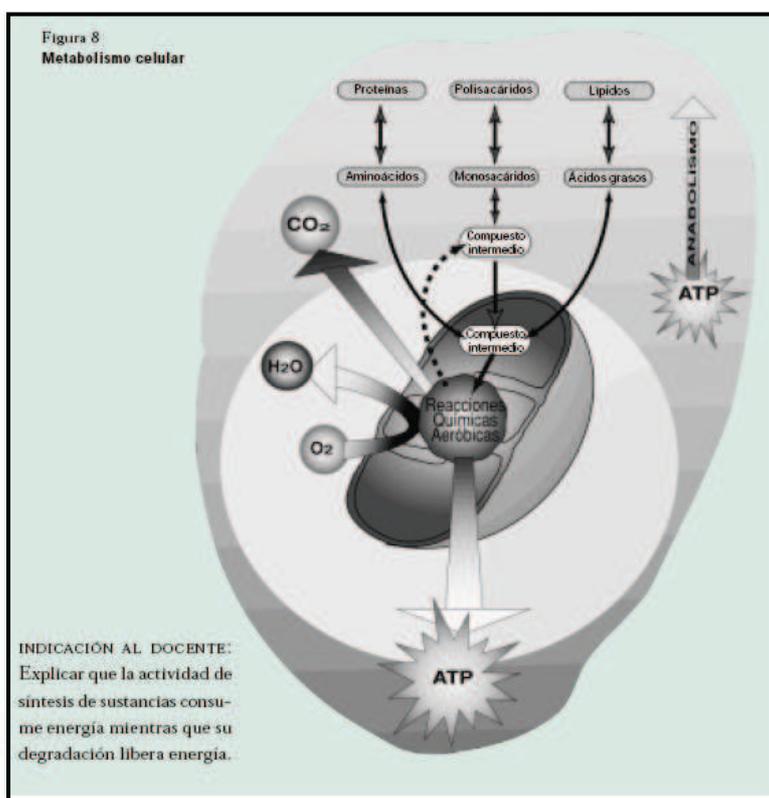


Fig. 3.31. Propuesta de actividad para la enseñanza del metabolismo según propuesta ministerial vigente (1998:42)

Si entendemos que la enseñanza de la biología es un proceso orientado hacia la construcción de significados y que cada profesor **debe** reconocer el grado de complejidad de la naturaleza del contenido (conocimiento) que enseña, es decir, “**sabe sobre lo que sabe**” como profesor, lo que Porlán (1993) citado en Porlán et al. (1997) llamó: *El conocimiento sobre el conocimiento*, nos llevan a pensar que este tipo de actividad no garantizan la toma conciente de decisiones sobre la enseñanza, obstáculos

y potencialidades, que inviten al docente a modificar las **rutinas y guiones** como las **teorías implícitas** que lo llevan a enseñar la noción de metabolismo de una manera particular, que preferentemente, será como lo propone el Ministerio de Educación. Durante las sesiones de reflexión con los docentes, se apreció un alto grado de valoración a los propósitos, secuencia de contenidos y sugerencias de actividades propuestas e los planes y programas, valoración que radica en la importancia de estos, para la unidad educativa. Una segunda actividad que hemos seleccionado tiene como consigna: *Conocer y describir la acción de una enzima en un esquema simplificado*, al igual que la actividad anterior el docente **debe explicar**, como si el mero acto de hacerlo garantice **comprender para aprender**. Aparentemente este tipo de actividades se enmarcan en creencias o concepciones docentes en las que **los alumnos aprenden si están atentos a la explicación del profesor y estudian** (Martínez, et. al., 2001); además se tiende a convocar a los docentes a un modelo tradicional caracterizado por la transmisión verbal de los contenidos disciplinares.

2

Conocer y describir la acción de una enzima en un esquema simplificado.

*Ejemplo:* Utilizar ilustraciones como la siguiente para explicar a los estudiantes que las enzimas son proteínas que actúan como catalizadores de las reacciones del metabolismo, disminuyendo la energía requerida para romper o formar moléculas, de manera que esto pueda ocurrir a la temperatura del organismo. Sin enzimas estas reacciones requerirían sobre 1.000° C. Explicar, además, la alta eficiencia con que las enzimas extraen la energía de los alimentos, ya que casi el 40% de ella se aprovecha en las actividades celulares, tales como la contracción muscular. Esto se debe a que las enzimas actúan en pequeños pasos secuenciales, liberando gradualmente la energía. En comparación, un motor de combustión transforma en trabajo mecánico sólo el 25% de la energía de la bencina mientras que el resto se disipa como calor.

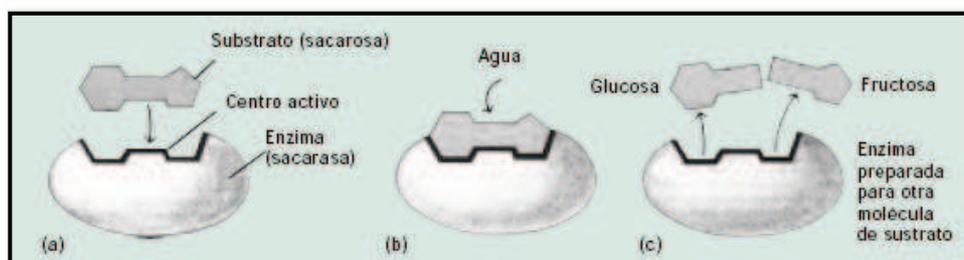


Fig. 3.31. Propuesta de actividad para la enseñanza del metabolismo según propuesta ministerial vigente (1998:43)

### **3.10.4. ¿QUÉ DICE LA INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS ACERCA DE LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA?**

Algunos autores como Monti-Hughes y colaboradores (2005) asumen que el aprendizaje de la Biología es compleja, en especial en temas vinculados a la bioquímica y biología molecular, dado que, deben ser aprendidas en distintos niveles: macroscópico, microscópico y simbólico. Si bien el estudiante logra comprender los procesos involucrados a nivel macroscópico, microscópico y simbólico, tal comprensión es muchas veces atomizada; el estudiante no logra integrarlos de forma tal que pueda elaborar una explicación acabada de los conceptos que está aprendiendo (Monti-Hughes et. al., 2005), para enfrentar esta situación se han propuestos estrategias didácticas como experimentales de bajo costo, uso de modelos analógicos didácticos, entre otros. La bibliografía justifica la dificultad propia de la biología (Rodríguez, 1997), como su enseñanza y aprendizaje dado a la complejidad y el difícil acceso a evidenciar o modelar procesos propios de la disciplina, podemos afirmar que, es muy difícil conseguir un “replica” de algún proceso metabólico en la escuela.

Un estudio realizado por Valeiras y Meinardi (2007) señala que los profesores sostienen que las mayores debilidades que tiene actualmente la biología son: los **contenidos**, los que a juicio de los docentes, se exponen alejados de la realidad lo que los hace muy poco atractivo para los estudiantes; los antecedentes de Valeiras y Meinardi coinciden con la propuesta de Garófalo et. al., (2005) quienes sostienen que en los estudiantes existe la percepción de “aprender” muchos contenidos pero no vinculantes con la vida cotidiana. En relación a un segundo aspecto deficitario en la enseñanza de la biología es lo que guarda relación con **materiales curriculares**, específicamente con el uso de herramientas tecnológicas y de los escasos programas informáticos adaptados o diseñados para la enseñanza de la ciencia; existe mayor preocupación por adquirir gran cantidad de ordenadores de bajo costo que pensar en un uso didáctico que garantice la construcción de conocimiento en la escuela. Finalmente, un aspecto importante y sustancial en la eficacia de la enseñanza de la biología, es la **formación docente**, la que se ha caracterizado hasta la fecha por la baja efectividad de

los planes de formación continua, que están condicionados señala Valeiras y Meinardi (2007) por:

- i) Dificultades para acceder a capacitación continua terminado la formación inicial.
- ii) Falta de estímulos para desarrollar innovaciones en el aula, con su respectiva investigación y reflexión sobre la práctica.
- iii) Sobre los cursos de capacitación, los docentes plantean exceso de teorías, temas poco actualizados, insuficiente consideración de su propia experiencia, sobre todo, escasos ejemplos concretos de aplicación de las teorías derivadas de la investigación en didáctica de las ciencias.

Meinardi (2001) afirma que en los últimos diez años los temas investigados en Didáctica de la Biología atienden a:

1. La elaboración histórica de conceptos y de modelos.
2. Las concepciones y de los obstáculos del aprendizaje
3. Los modelos y la modelización en Biología
4. El trabajo experimental de los alumnos
5. El saber de los profesores
6. La transposición didáctica
7. Las situaciones didácticas y los procesos de aprendizaje
8. El currículo
9. La formación de los enseñantes y sus concepciones sobre la enseñanza

Ahora bien, remitiéndonos al tema a enseñar por los docentes y que constituye el objeto de discusión y análisis de esta tesis doctoral, **el metabolismo**, hemos evidenciado que el mayor interés en investigación en biología relacionado con este tema son: Nutrición humana, metabolismo celular y digestión. Algunas investigaciones se presentan en la tabla 3.4.

<b>Autor/es</b>	<b>Propósito de la investigación</b>	<b>Resultados/Conclusiones</b>
Banet, F. y Nuñez, F. (1988)	Se recogen los errores más significativos y generalizados, referidos fundamentalmente al conocimiento anatómico del aparato digestivo luego, se analizan las ideas de los alumnos en relación con el proceso digestivo y la absorción de las sustancias resultantes.	Se describen algunas propuestas para mejorar el aprendizaje de la anatomía del aparato digestivo.
Garófalo, J.; Alonso, M. y Galagovsky, L (2005)	Identificar posibles obstáculos epistemológicos y modelos representacionales erróneos que podrían distorsionar la comprensión de los alumnos.	En los estudiantes existe disconformidad de sentir que aprenden muchos contenidos que les resultan interesantes pero no logran relacionarlos, además están muy alejados de sus inquietudes.
Monti-Hughes, A; Alonso, M.; Stella, C.; Garáfalo, J; Bekerman, D. y Galogovsky, L. (2005).	Diseñar un propuesta didáctica experimental utilizando dispositivos sencillos o de fácil adquisición para integrar los distintos niveles de comprensión (macro, micro y simbólico) de la Química o de la Biología Molecular y Celular de tal forma que el estudiante pueda elaborar hipótesis y predicciones, construir interpretaciones y modelos.	Estos estudios permitirán avanzar en los aspectos teóricos del aprendizaje de estos temas de bioquímica
Rivarosa, S. y De Longhi, A.L (2006).	Conocer y delimitar hipótesis respecto a cómo se activan las representaciones sobre una noción de alfabetización educativa básica, como la de alimentación, en situaciones comunicativas de prácticas sociales y escolares	La coherencia de la representación se encuentra más vinculada al contexto educativo del hogar que al de la escuela. Los sistemas externos de transmisión y aprendizaje popular definen fuertemente la configuración de las representaciones sobre alimentación-estilos-hábitos y valor nutricional. Uno de los obstáculos en el aprendizaje escolar de la noción de alimentación, está en retomar los niveles de complejidad que abraza su significación y conceptualización.

Rivadulla, J.C.; García, S y Martínez C (2008)	Averiguar en qué medida la enseñanza que se imparte en la educación obligatoria contribuye a que el alumno consiga determinados contenidos, teniendo en cuenta las tendencias actuales en educación	Esta comunicación es parte de la tesis doctoral en desarrollo del primer autor, por lo que sólo podemos comunicar que se realizará un estudio histórico epistemológico del conocimiento científico y otro sobre las concepciones del alumnado. Finalmente se desea proponer una secuenciación de contenidos para la etapa de la educación obligatoria.
Rodríguez, M.I; De la Torre, L.; Lintal, E.; Mayol, C. y Pujalte, A. (2008).	Indagar concepciones previas de los estudiantes acerca de la nutrición humana planteando a partir de ella estrategias tendientes a superar los obstáculos en la comprensión.	Es frecuente que en la educación secundaria la enseñanza de los sistemas del organismo humano se hace hincapié en los aspectos anatómicos y funcionales de cada uno de ellos, sin invertir más tiempo en instancias que impliquen la comprensión del funcionamiento integrado.
Lapasta, L.; Merino, G. y Ramírez, S. (2008).	Indagar la capacidad problematizadora, la interrelación de los mismos con contenidos de otras disciplinas, la inclusión de temáticas de debate social y contemplación de criterios conceptuales y pedagógicos-didácticos que orienten la selección y organización de los contenidos de estudiantes de formación inicial de las carreras de Profesor de Biología, de Ecuación Primaria y de Educación Inicial que están realizando práctica profesional.	Escasa cantidad de alumnos logra formular problemáticas y los que lo hacen fundamentalmente lo centran en la disciplina. Se evidencia dificultad en cuanto a la definición de criterios al formularlas.  Se define una línea de trabajo que pretende resignificar los contenidos con una visión problematizadora, y a la vez permitir estrechar la brecha entre marcos teóricos y práctica docente, para mejorar la práctica docente.

Tabla 3.4. Algunas investigaciones vinculadas con el metabolismo.

# MARCO METODOLÓGICO

## Capítulo 4

<b>4.1. Introducción.....</b>	122
<b>4.2. Contexto de investigación.....</b>	124
4.2.1. Breve descripción del diseño metodológico y etapas de sistematización y análisis de la investigación .....	125
4.2.1.1. Contexto de recogida de datos .....	125
4.2.1.2. Primera etapa de análisis: Racionalidad sobre la imagen de ciencia en profesores de biología .....	126
4.2.1.3. Segunda etapa de análisis: Identificación y visión epistemológica de los docentes participantes del taller de reflexión docente (TRD) .....	129
4.2.1.4. Tercera etapa de análisis: Racionalidades sobre la enseñanza de la biología escolar desde un marco de intervención dialógica .....	130
<b>4.3. Fuentes de información y obtención de datos .....</b>	141
4.3.1. Codificación de las fuentes de información .....	143
<b>4.4. Primera fase de investigación: ¿qué racionalidades existen en el profesorado sobre imagen de ciencia? .....</b>	144
4.4.1. Imagen de ciencia en los profesores de biología .....	144
4.4.2. Diseño, elaboración y validación de cuestionario tipo Likert .....	145
4.4.2.1. Dimensiones de análisis y sus descriptores en el cuestionario .....	146
4.4.2.2. Elaboración de enunciados para diseño del cuestionario ...	151
4.4.2.3. Elaboración del cuestionario tipo Likert .....	152
4.4.2.3.1. Validación del cuestionario tipo Likert .....	153
4.4.2.3.2. Aplicación del cuestionario tipo Likert .....	154
4.4.3. Tabulación y análisis de los datos del cuestionario tipo Likert .....	156
4.4.3.1. Primer nivel de análisis: estadístico-descriptivo .....	156
4.4.3.2. Segundo nivel: Análisis de Componentes Principales .....	157
4.4.3.2.1. Fases del análisis de componentes principales .....	157
4.4.3.3. Tercer nivel de análisis: Red conceptual con categorización .....	160

4.4.3.4. Cuarto nivel de análisis: Mapas cognitivos.....	160
4.4.3.4.1. Construcción del mapa cognitivo a partir del cuestionario .....	161
4.4.3.4.2. Etapas para la construcción del mapa cognitivo.	162
<b>4.5. Mediación con profesores de biología: Ambiente intencionado de actividad científica – Taller de reflexión docente .....</b>	<b>166</b>
4.5.1. Diseño del taller de reflexión docente (TRD) .....	167
4.5.1.1. Etapas del diseño del taller de reflexión docente .....	171
4.5.1.1.1. Fase de planificación .....	171
a. Definición de propósitos y participantes del TRD ...	172
b. Selección de profesores participantes del TRD .....	173
c. Definición de protocolo durante la sesión del TRD ..	173
d. Formas de obtener registros de los diálogos y producciones docentes .....	176
e. Características y propósitos de cada sesión .....	183
4.5.1.1.2. Fase de implementación .....	195
c. Orientaciones generales para abordar el TRD e Insumos .....	195
d. Delimitación y caracterización del rol de cada participante del TRD .....	200
<b>4.6. Algunas consideraciones desde la investigación .....</b>	<b>201</b>

## **4.1. INTRODUCCIÓN**

El diseño metodológico de la tesis doctoral corresponde a la investigación desde la perspectiva cualitativa, que enfatiza en su carácter contextual a la hora de recoger la información, como privilegiar la negociación de y entre los participantes (profesores); así como un diseño evolutivo-emergente, que exige del investigador descripciones detalladas de situaciones, eventos, personas, interacciones, incorporando el “habla” de los participantes, en este caso del profesorado. A juicio de algunos autores como Carrasco y Caldero (2000), Flick (2004) y Sandín (2003) este tipo de investigación se caracteriza, entre otros puntos, 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 aproximarse al máximo a los sujetos observado, con el propósito de recoger significados para el análisis profundo de las situaciones.
- Se basa fundamentalmente en la observación de las personas en su ambiente natural.
- Intenta comprender los sujetos de investigación dentro del marco de referencia en ellos mismos.
- No demanda necesariamente una cantidad tal de sujetos para justificar una muestra estadísticamente representativa y obtener resultados generalizables.
- No busca generalizaciones sino estudiar singularidades en profundidad.
- Fundamentalmente es de carácter inductivo
- La validación de los resultados se hace con referencia a los sujetos de estudio.
- Permite redefinir y reelaborar tanto instrumentos como categorías de análisis según necesidades del estudio.

Ahora bien, el problema de investigación acerca de las racionalidades epistemológicas y didácticas sobre la enseñanza de la biología escolar, específicamente, la noción de metabolismo en los docentes fue orientada desde el enfoque interpretativo por su modo naturalista de investigación basado en la observación, descripción contextual y en

profundidad (Sandín, 2003) de las instancias de recogida de información en la que participaron los profesores; considerando el carácter dinámico de la realidad en que ocurren los hechos de investigación. La tesis adopta el carácter de una investigación interpretativa al **buscar comprender los supuestos teórico - empíricos** de las racionalidades epistemológicas y didácticas particulares de los profesores de biología en activo, los cuales son únicos y se ven movidos por intencionalidades, motivaciones, creencias, sentimientos, experiencias particulares (Buendía et al., 1999) sobre la **imagen de ciencia que enseña** e identificar algunos obstáculos epistemológicos que dificulten el tránsito hacia una actividad científica escolar en el aula que favorezca el desarrollo de competencias de pensamiento científico (CPC). Lo anterior nos lleva a un enfoque de investigación **interpretativa con estudio de casos**, dado al interés particular sobre las racionalidades docentes; que son abordadas desde un proceso de indagación caracterizado por comprender, sistematizar y profundizar en los aspectos vinculados con el pensar docente. Desde esta perspectiva, el estudio de caso no es una opción metodológica sino una elección sobre un objeto a estudiar (Stake, 1994 citado en Sandín, 2003), en este caso las racionalidades epistemológicas y didácticas del profesorado de biología sobre la enseñanza del metabolismo. El **estudio de caso**, además, brinda una perspectiva completa de recogida, organización y análisis de la información; que favorece vínculos o contrastes entre la información recogida. Estos atributos permiten obtener una visión global, exhaustiva y en detalle de cada situación o hecho en particular como plantea Rodríguez, et al. (1999). El carácter analítico que orienta el enfoque interpretativo de la investigación, deriva de las relaciones causales dadas, entre la noción epistemológica de los docentes, obstáculos epistemológicos y didácticos para el diseño y ejecución de actividades científicas escolares acerca del metabolismo y, su incidencia en la enseñanza de una noción científica y el desarrollo de competencias de pensamiento científico. Considerando estos antecedentes el estudio de caso según número, unidades de análisis y objetivos de investigación corresponde a un estudio **único, inclusivo con propósito** exploratorio. Este tipo de estudio permite ampliar el conocimiento sobre “el pensamiento docente”, desde una perspectiva de análisis única e irrepetible y propia de cada sujeto; que permite revelar aspectos interesantes e importantes de considerar al momento de diseñar una sesión de clases.

Desde esta perspectiva, la investigación se inscribe como **etnográfica con una orientación temática**, la enseñanza de la biología, específicamente la enseñanza de la noción científica de *metabolismo*. Desde este foco de interés y análisis se busca aportar con datos descriptivos de los contextos, actividades y creencias de los profesores de biología (Sandín, 2003). Estas descripciones están insertas en un modo de investigar naturalista (Wilcox, 1993 citado en Sandín, 2003) con datos que emergen de observaciones contextualizadas dentro de perspectivas amplias de análisis, que se ven traducidas en la **objetivación de los relatos** derivados del taller de reflexión docente en el que participan los profesores de biología para problematizar la enseñanza; así también la objetivación de los momentos e instancias de enseñanza a partir de las observaciones de clase. A través del estudio etnográfico pretendemos obtener una descripción o reconstrucción analítica de carácter interpretativo de las racionalidades de los docentes de biología en activo sobre la enseñanza del metabolismo en estudiantes de primer año medio y cómo la propuesta implementada en la clase de biología favorece, en alguna medida, el desarrollo de competencias de pensamiento científico.

#### **4.2. CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN**

La tesis doctoral se desarrolla en comunión con el proyecto Fondecyt 1070795<sup>54</sup> que dirige el Dr. Mario Quintanilla Gatica. Este proyecto pretende, desde una perspectiva interdisciplinaria, identificar, caracterizar y explicar el tipo de competencias de pensamiento científicos que promueven los profesores de enseñanza media y su impacto en la calidad de los aprendizajes científicos mediante el enfrentamiento a la resolución de problemas específicos. El proyecto se formula desde la interrogante ¿Cómo hacer para que los procesos formativos no resulten en verdaderos filtros para la segmentación, sino, oportunidades para que los estudiantes de todos los estratos sociales se apropien de conocimientos poderosos que les permitan tener una vida más interesante, productiva y participativa? Desde esta perspectiva se ha orientado esta tesis doctoral que pretende **identificar y caracterizar las racionalidades epistemológicas y didácticas de los**

---

<sup>54</sup> Identificación, caracterización y promoción de competencias científicas en estudiantes de enseñanza media mediante el enfrentamiento a la resolución de problemas. Un aporte al mejoramiento de la calidad de los aprendizajes y a la reforma . Fondecyt 1070795. Director Dr. Mario Quintanilla Gatica.

**docentes sobre naturaleza de la ciencia, enseñanza, aprendizaje, y cómo estas favorecen el desarrollo de competencias científicas, junto con, identificar obstáculos que limiten el tránsito hacia una actividad científica escolar que contribuye a la formación de un sujeto competente.**

El proyecto Fondecyt 1070795 (2007 – 2009) se desarrolló en dos etapas, la primera de ellas identificó las representaciones docentes sobre resolución de problemas científicos y promoción de competencias, esta fase fue planificada y desarrollada en el primer año de proyecto. El segundo año consistió en diseñar y llevar a acabo una mediación que favoreciera la apropiación de modos de enseñar a enfrentarse a la resolución de problemas y promover competencias de pensamiento científico (CPC) en los estudiantes y sistematización de la actividad mediadora con profesores-investigadores. Los participantes en cada una de las fases fueron profesores de biología y química pertenecientes a colegios municipalizados, particulares subvencionados y particulares pagados. La muestra según la etapa del proyecto se disgrega de 117 docentes hasta llegar a cuatro docentes por disciplina (etapa final del proyecto).

Esta tesis doctoral se instala en la matriz teórica metodológica del proyecto Fondecyt y delimita las siguientes fases y etapas de sistematización y análisis de información.

#### **4.2.1. BREVE DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO METODOLÓGICO Y ETAPAS DE SISTEMATIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN.**

##### **4.2.1.1. CONTEXTO DE RECOGIDA DE DATOS**

En el mes mayo del año 2007 y bajo el marco del proyecto Fondecyt 1070795 se realiza una convocatoria a profesores de ciencias naturales: biología, química y física. La convocatoria ofrece a los profesores una secuencia de **talleres de formación sobre enseñanza, aprendizaje y evaluación de aprendizajes en ciencia**. En la primera sesión de trabajo, se aplica un cuestionario tipo Likert<sup>55</sup> con 80 afirmaciones para 8

---

<sup>55</sup> En los apartados siguientes se describe el cuestionario Likert utilizado.

dimensiones de análisis. El propósito es describir y caracterizar la **imagen de ciencia** en los profesores de ciencia en torno a las siguientes dimensiones metateóricas:

- i. Naturaleza de las ciencia
- ii. Enseñanza de las ciencias
- iii. Aprendizaje de las ciencias
- iv. Evaluación de los aprendizajes científicos
- v. Rol del profesor
- vi. Historia de las ciencia
- vii. Resolución de problemas y
- viii. Competencias de pensamiento científico,

Se proponen 10 enunciados por dimensión metateórica que representan una visión epistemológica particular; en este caso, se evidencia una visión absolutista y constructivista en cada dimensión. A partir de la información recogida nos aventuramos a describir y caracterizar teóricamente las concepciones docentes.

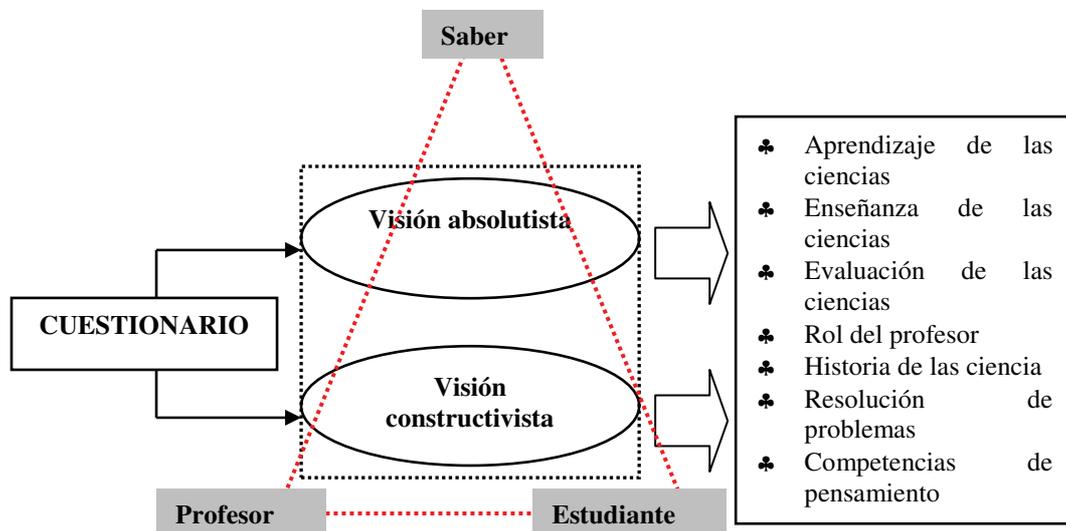


Figura 4.1. Relación entre el cuestionario, visión epistemológica, dimensiones de análisis y elementos del contrato didáctico.

#### **4.2.1.2. PRIMERA ETAPA DE ANÁLISIS: RACIONALIDAD SOBRE LA IMAGEN DE CIENCIA EN PROFESORES DE BIOLOGÍA**

De 117 profesores de ciencias, un total de 53 profesores de biología responde el cuestionario. De los 53 docentes, cinco (5) pertenecen a **colegios particulares** pagado de Santiago y 48 se desempeñan como profesores en **colegios particulares subvencionado** (22) o de carácter **municipalizado** (26). Cuatro (4) profesores en un colegio particular subvencionado y municipalizado, otros dos (2) docentes lo hacen en ambos tipos de establecimientos. De los 53 profesores, 22 trabajan con estudiantes de primer a cuarto año medio, la diferencia se distribuyen entre los niveles mencionados con un promedio de 31 profesores.

La **primera etapa del análisis** surge de la información colectada a partir del cuestionario Tipo Likert. La información recogida fue tabulada para luego realizar un análisis estadístico descriptivo con el propósito de explorar las racionalidades sobre la imagen de ciencia –biología- de los docentes; así como análisis multifactoriales, especialmente un análisis de componentes principales (ACP), considerándose los componentes obtenidos como **dimensión probable** de la creencia o concepción del profesorado (Porlán et als., 1997). La información nos permitió **explorar, describir, categorizar e interpretar**; considerando algunas de las dimensiones de análisis propuestas por el cuestionario con una mirada global de ciertas racionalidades, y que eventualmente, pueden ser explicitadas al momento de abordar el cuestionario. El enfoque epistemológico con el cual se interpretan la adhesiones o no a un enunciado específico propuesto, corresponde a la epistemología realista pragmática que sostiene teóricamente esta tesis (Ver figura 4.1).

Con el propósito de identificar, caracterizar e interpretar visiones como tensiones epistemológicas en el profesorado de biología en activo sobre la imagen de ciencia, a partir de la información recogida por el cuestionario tipo Likert, se realiza un análisis que considera tres etapas:

- a) *Descripción e interpretación a partir de un análisis estadístico descriptivo.* A pesar que la técnica se enmarca en la metodología cuantitativa, el análisis es de carácter cualitativo al intentar describir o interpretar la tendencia epistemológica del docente, representada por el mayor o menor grado de adhesión a un enunciado. Junto con esto, proponer categorías de análisis que nos permitan caracterizar las racionalidades iniciales de los docentes.
  
- b) *Descripción e interpretación desde un análisis de componentes principales.* El propósito es explorar e identificar aquellos enunciados que teóricamente representan ciertas concepciones docentes y que a través de un ACP podemos agrupar para identificar y potencialmente categorizar.
  
- c) *Categorizaciones de las concepciones docentes.* Para poder categorizar las concepciones docentes, se utilizó una red conceptual propuesta por Wang y Marsh (2002) para la Historia de la Ciencia que considera tres niveles de comprensión docente: **Conceptual, contextual y procedimental**. La tesis orienta la categorización desde estos aspectos claves para todas las dimensiones de análisis consideradas

El primer análisis, es enriquecido con nuevas instancias de diálogo, como lo fue un **grupo de discusión interdisciplinario** (docentes de biología y Química) y una **entrevista en profundidad** a profesores de biología, métodos que para esta tesis fueron insumo de textualidades y orientación para el levantamiento de categorías de análisis, acciones que tienen como objetivo enriquecer las interpretaciones de los análisis que hemos desarrollado.

Durante el curso de la investigación y considerando los distintos momentos de diálogo con los docentes de ciencias que participaron de ella, se decide trabajar con **tres profesoras de biología en activo**. De ellos, dos docentes fueron elegidos según los niveles de significatividad asignados a los registros en el cuestionario tipo Likert, lo que hemos denominado: **Muestreo teórico** y el tercer docente, se elige por cumplir labores de evaluador externo en algunos colegios municipalizados de la Región Metropolitana

y, que por su rol en el acompañamiento docente para el grupo de investigación resultaba potencialmente significativo para las finalidades de esta investigación.

El trabajo con las docentes consiste en invitarlas formalmente a un taller de reflexión docente (TRD) como parte de un curso de perfeccionamiento ministerial, con el propósito de profundizar acerca de sus racionalidades sobre naturaleza de la ciencia, enseñanza y aprendizaje de la biología para el desarrollo de competencias de pensamiento científico (CPC). El TRD se desarrolla en 16 sesiones de trabajo, planificadas en dos horas cronológicas cada una. Cada una de las docentes participantes tiene en promedio más de diez años de experiencia profesional.

#### **4.2.1.3. SEGUNDA ETAPA DE ANÁLISIS: IDENTIFICACIÓN Y VISIÓN EPISTEMOLÓGICA DE LOS DOCENTES PARTICIPANTES DEL TALLER DE REFLEXIÓN DOCENTE (TRD)**

Con el objetivo *de identificar, caracterizar y analizar* las concepciones de los docentes participantes del TRD se elabora un **mapa cognitivo** a partir de los datos recogidos en el cuestionario tipo Likert para cada dimensión de interés. Los mapas cognitivos se construyen **antes y al final** del TRD para dos de los docentes participantes, los que se caracterizan por tener una estructura más psicológica que lógica, como son los mapas conceptuales, por lo que un mapa cognitivo constituye una representación idiosincrásica personal (Ruiz et. al., 2005).

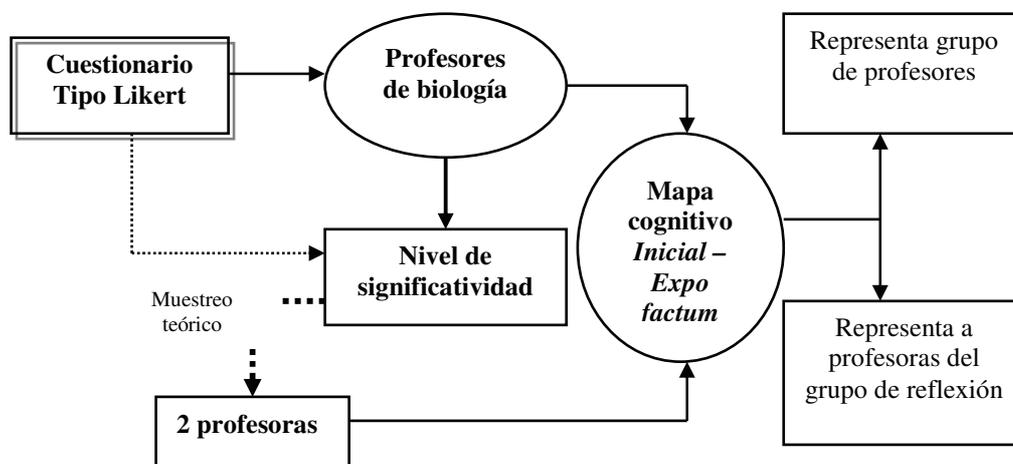


Figura 4.2. Relación entre el cuestionario y la elaboración de mapas cognitivos en profesores de biología para identificar su visión epistemológica

Considerando los primeros antecedentes teóricos derivados de la información y alcances interpretativos de la información colectada a partir del cuestionario, se planifica un tercer momento de recolección de información que se describe brevemente en el apartado siguiente.

#### 4.2.1.4. TERCERA ETAPA DE ANÁLISIS: RACIONALIDAD SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA DESDE UN MARCO DE INTERVENCIÓN DIALÓGICA

A partir de los antecedentes recogidos en el cuestionario tipo Likert, entrevista en profundidad y grupo de discusión<sup>56</sup>, se conviene convocar a un taller de reflexión docente (TRD) en un marco de intervención dialógica. Nos parece interesante e importante focalizar la discusión de la enseñanza para el desarrollo de competencias de pensamiento científico, finalidad que en los registros del cuestionario, grupo de discusión y entrevista, no aparecen claramente declarados por los docentes, como se muestra en la siguiente textualidad derivada de la entrevista en profundidad de una de las docentes participantes del TRD. La docente plantea:

<sup>56</sup> La tesis doctoral estuvo enmarcada en el Proyecto Fondecyt 1070795, lo que permitió, participar de otras instancias de recogida de información con el propósito de orientar la toma de decisiones metodológicas y aportes teóricos relevantes para enriquecer la discusión. Estas instancias no son detalladas en esta tesis.

*“Lamentablemente, ni siquiera en castellano le dicen a los chiquillos que de que les sirve lenguajes que no se preocupen si total aprobando los módulos están bien. Yo trato de enseñarles biología desde el punto de vista de su autocuidado que para qué les va servir a ellos y entender biología de que si el día de mañana les dicen que tienen problemas de cáncer que tienen algún problema con su hijo que viene en camino, si tienen una enfermedad, trato de enfocarlos desde el punto de vista lo social cómo puedo la biología hacerla desde mi vida diaria, en el diario vivir, lo mismo de la parte de la contaminación, que es parte del programa... Tú tienes que saber si tu pareja el día de mañana abortó a los tres meses, que entiendas porqué, o sea que entienda qué pasó. Por que a él cuando le dijeron abortó pensó que la niña se había hecho algo, entonces que entendiera, también, que en los tres primeros meses hay abortos espontáneos. Que las enfermedades de transmisión sexual como nos podemos cuidar. Yo lo veo desde ese punto de vista del autocuidado de ello, además, lamentablemente, tenemos mucho índices de papás de niños que van hacer papás” (Profesora 2: 248, año 2007).*

Se puede visualizar en la narración de la profesora un manejo de las competencias en el plano genérico, no se introducen competencias específicas asociadas a contenidos o a problemas específicos, estos nos lleva a plantear que los profesores **no elaboran teoría, sino que trabajan con ellas.**

Ahora bien, sobre el TRD que caracteriza el tercer momento de la investigación para esta tesis doctoral, consiste en la planificación y diseño de **16** sesiones trabajo docente, desde las orientaciones metodológicas de una ingeniería didáctica según el protocolo de Artigue et als. (2005), en que las docentes participantes debaten, relatan, deciden y definen consensuadamente el diseño de la enseñanza de una noción científica para la promoción de competencias de pensamiento científico.

Durante el TRD existe una mediación dialógica orientada por un investigador y un asesor científico, los que inicialmente proponen la discusión desde tres dimensiones:

- **Cognitiva:** Esta dimensión atiende a interrogantes que el docente debe compartir, tales como: ¿Cómo aprendo yo? ¿Cómo aprendo metabolismo yo como docente? ¿Cómo aprenden mis estudiantes?
- **Didáctica:** Esta dimensión estuvo orientada desde las siguientes interrogantes ¿Qué concepciones de metabolismo enseñar? ¿Para qué enseñar esa concepción de metabolismo? ¿Para qué CPC asociada a esa concepción de metabolismo?

¿Cómo enseñar esa concepción de metabolismo para esos aprendizajes, con base a resolución de problemas?

- **Histórica epistemológica:** Comprende interrogantes tales como: ¿Qué noción de metabolismo se enseña desde la propuesta de libros de texto y ministerial? ¿Qué limitaciones u obstáculos se han descrito en la enseñanza de metabolismo?

Las dimensiones sobre las que ocurre la discusión se enmarcan en la noción científica que se desea enseñar y que los docentes participantes han elegido, en este caso, *Metabolismo*. Los criterios de selección de la noción científica fueron:

- i) **Nivel en que trabajan las docentes:** Las docentes (2) participantes del taller desarrollan sus clases en primer año medio. La profesora Mariel, que no trabajaba en colegio porque su labor profesional es supervisar y evaluar las prácticas de otros docentes, asume el compromiso de abordar el contenido científico en discusión en ese nivel. Ahora bien, para efectos de análisis de esta tesis, principalmente, se orienta desde las docentes en ejercicio activo.
- ii) A partir de la elección del nivel, se revisan los contenidos y, por la fecha en que se realizarán las clases y sus respectivas observaciones, el contenido científico que coincide con la fecha de ejecución y observación de clases es *Metabolismo*.

En consecuencia, esta tesis, profundiza su análisis y discusión para las sesiones de trabajo vinculadas con **el diseño de la enseñanza de la noción científica de metabolismo y su vínculo con el desarrollo de CPC**.

La información recogida en cada uno de las sesiones de este curso, en especial, aquellas que se han analizado, se discuten a partir de dos unidades de análisis, la primera:

**a. Primera unidad de análisis:**

Un **análisis de discurso** a partir de las transcripciones de audio y video de los **relatos docentes** durante la participación en los talleres de reflexión y el **discurso docente** derivada de la observación de clases a partir del análisis con el programa computacional Atlas-ti.

**b. Segunda unidad de análisis**

Construcción de un **mapa cognitivo iniciales** y **ex post facto** por cada profesora según la dimensión de análisis seleccionada a partir del cuestionario tipo Likert.

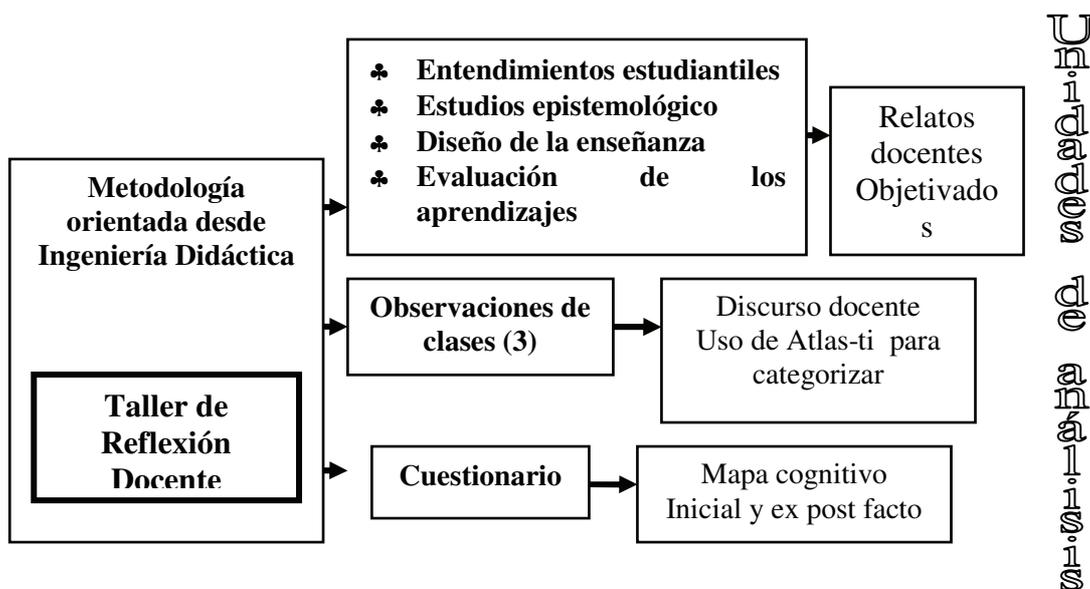


Figura 4.3. Elementos de discusión en el taller de reflexión docente con profesores de biología y unidades de análisis que emergen en cada uno de ellos.

La estructura metodológica propuesta considera 3 ejes, que se articulan desde las racionalidades docentes para la enseñanza de la noción científica de metabolismo. Es interesante para el grupo de investigación, determinar en qué medida estos ejes de análisis se correlacionan con el diseño de la enseñanza para la promoción de competencias de pensamiento científico, más que, un diseño centrado desde y para el contenido. Desde esta perspectiva se pretende conocer representaciones, creencias, convicciones y formas de trabajo y abordaje del contenido en el marco de la ciencia

escolar en las docentes, para luego contrastar estas racionalidades con la propuesta en la sala de clase.

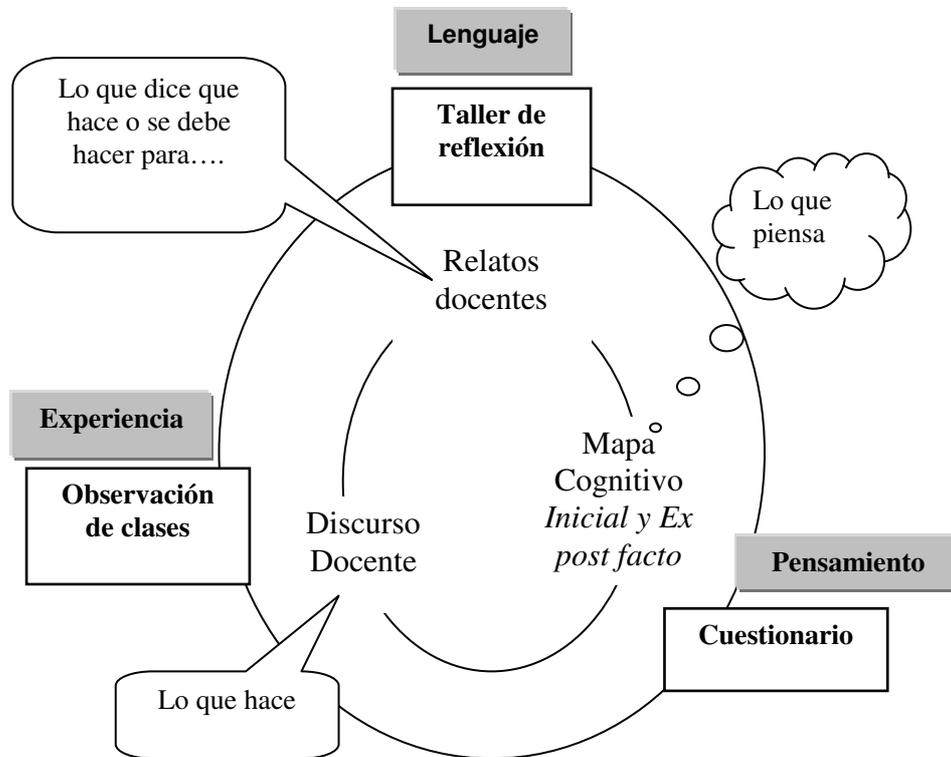


Figura 4.4. Estructura y finalidad del taller de reflexión docente.

Asumiendo que el interés es conocer la concepción sobre la enseñanza de la biología para el desarrollo del pensamiento (competencias de pensamiento científico) creemos valioso analizar estos tres ejes, para identificar potencialidades y obstáculos epistemológicos, didácticos y cognitivos sobre la enseñanza del metabolismo en profesoras de biología en ejercicio y proponer en el futuro nuevos espacios de reflexión que promueven en algún grado el cambio conceptual en este plano de discusión.

A continuación en la tabla 4.1 se sintetiza el diseño metodológico

Tabla 4.1. Resume del diseño metodológico y etapas de análisis de la investigación

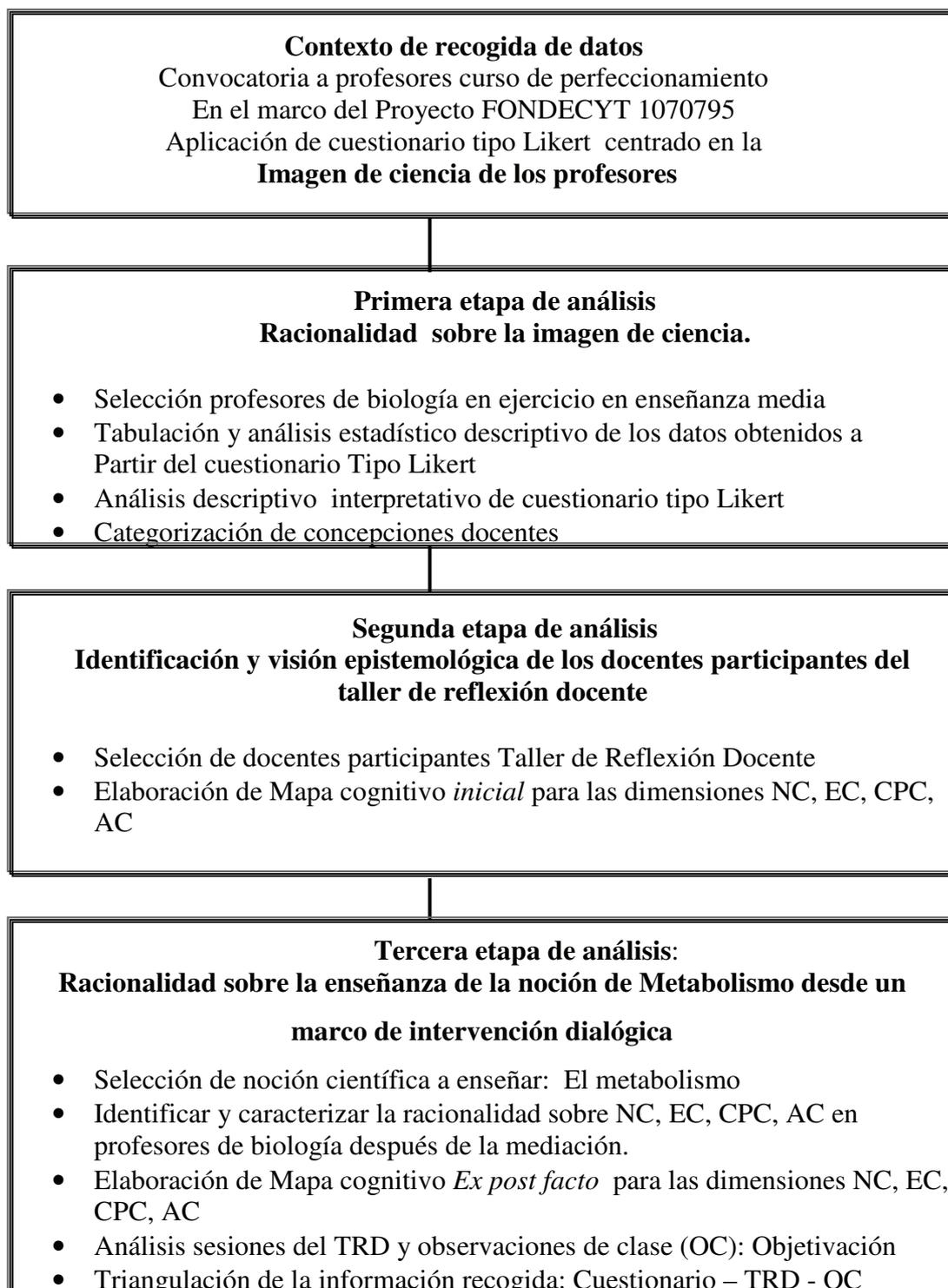


Tabla 4.2. Evolución y redefinición de la unidad de análisis en el desarrollo metodológico

Etapa de análisis	Primera etapa de análisis	Segunda etapa de análisis	Tercera etapa de análisis
Unidad de análisis	Enunciados propuestos en el cuestionario Tipo Likert para las dimensiones de interés  Textualidades del grupo de discusión y entrevista en profundidad - transcripciones -	Mapas cognitivos para las dimensiones de NC, EC, CPC, AC	Transcripciones de las sesiones del TRD  Transcripción de las observaciones de clase
Propósitos	Explorar racionalidades epistemológicas y didácticas en el profesorado de biología sobre NC, AC, EC y CPC	Identificar y caracterizar las racionalidades epistemológica y didácticas de los docentes participantes del TRD sobre las dimensiones NC, EC, AC y CPC	Identificar y caracterizar la noción epistemológica de los docentes participantes del TRD  Identificar obstáculos epistemológicos y didácticos sobre la enseñanza de la biología –Metabolismo- y el desarrollo de CPC.  3 docentes de biología
Participantes	53 docentes de biología	3 docentes de biología pertenecientes a  1 colegio municipalizado 1 colegio particular subvencionado 1 evaluador externo	1 colegio municipalizado 1 colegio particular subvencionado 1 evaluador externo
Instrumentos de recolección de información y análisis	Cuestionario Tipo Likert  Grupo de discusión  Entrevista en profundidad	Cuestionario Tipo Likert  Entrevista en profundidad	Textualidades y narraciones derivadas del TRD y Observación de clases (OC).  Análisis de discurso y levantamiento de categorías

Criterios de selección	Docentes con al menos cinco años de experiencia  Docentes de enseñanza media	Docentes con al menos 10 años de experiencia.  Nivel de significatividad asignada a los enunciados del cuestionario tipo Likert	Docentes con al menos 10 años de experiencia.
Procedimiento de análisis	Análisis de estadística descriptiva.  Análisis de Componentes Principales  Categorización de racionalidades docentes	Mapa cognitivo como procedimiento de análisis, dado a la facilidad de replicar el análisis de los datos	Categorización de la racionalidad docente: * Contenido * Metodológicas * Orientación hacia el aprendizaje y procesos cognitivos * Personales y autorreferentes * Híbridos o difusos

Figura 4.5 Diagrama general sobre instancias de recogida de información y el número de profesores participantes.

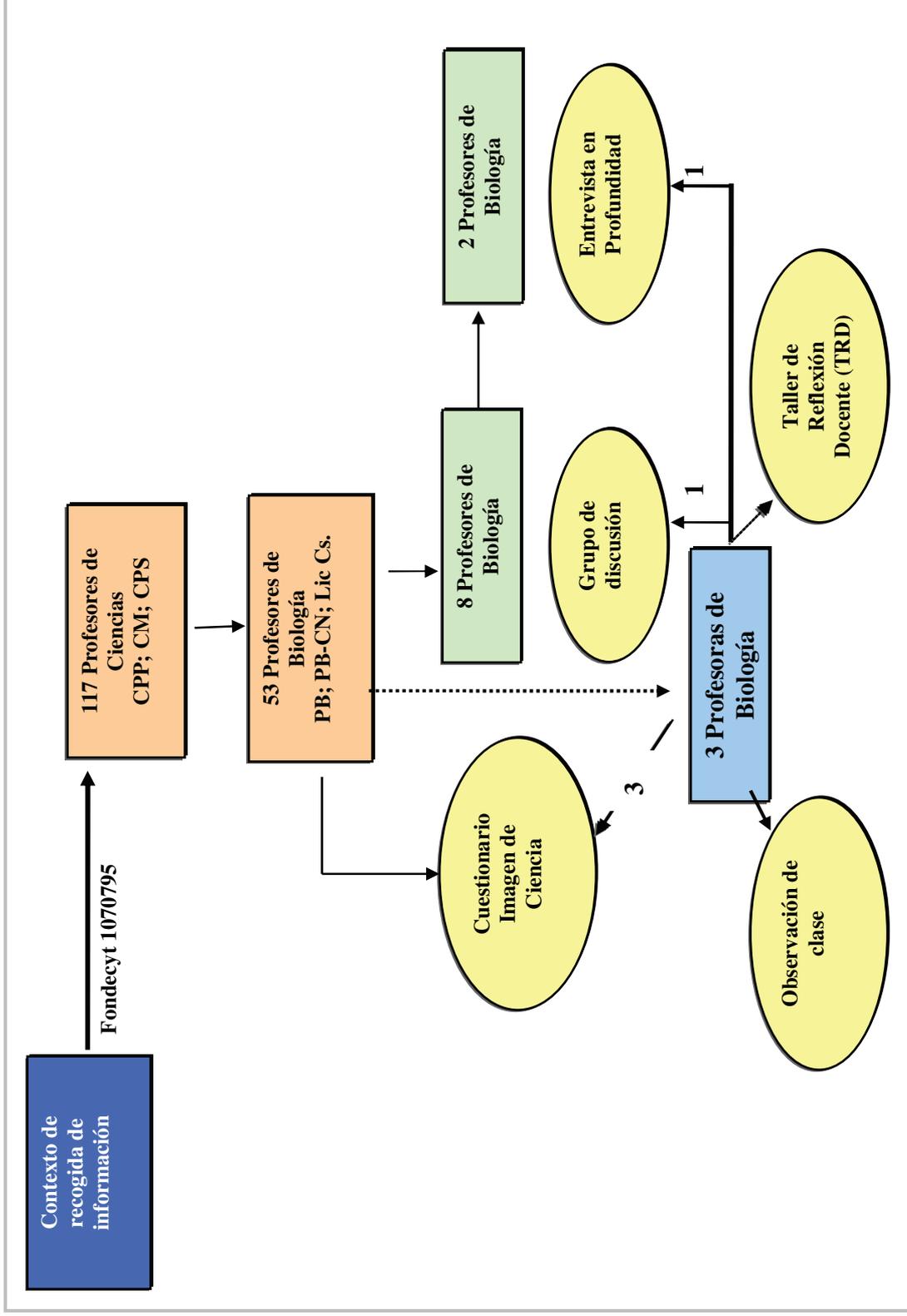


Figura 4.6. Evolución del diseño de investigación.

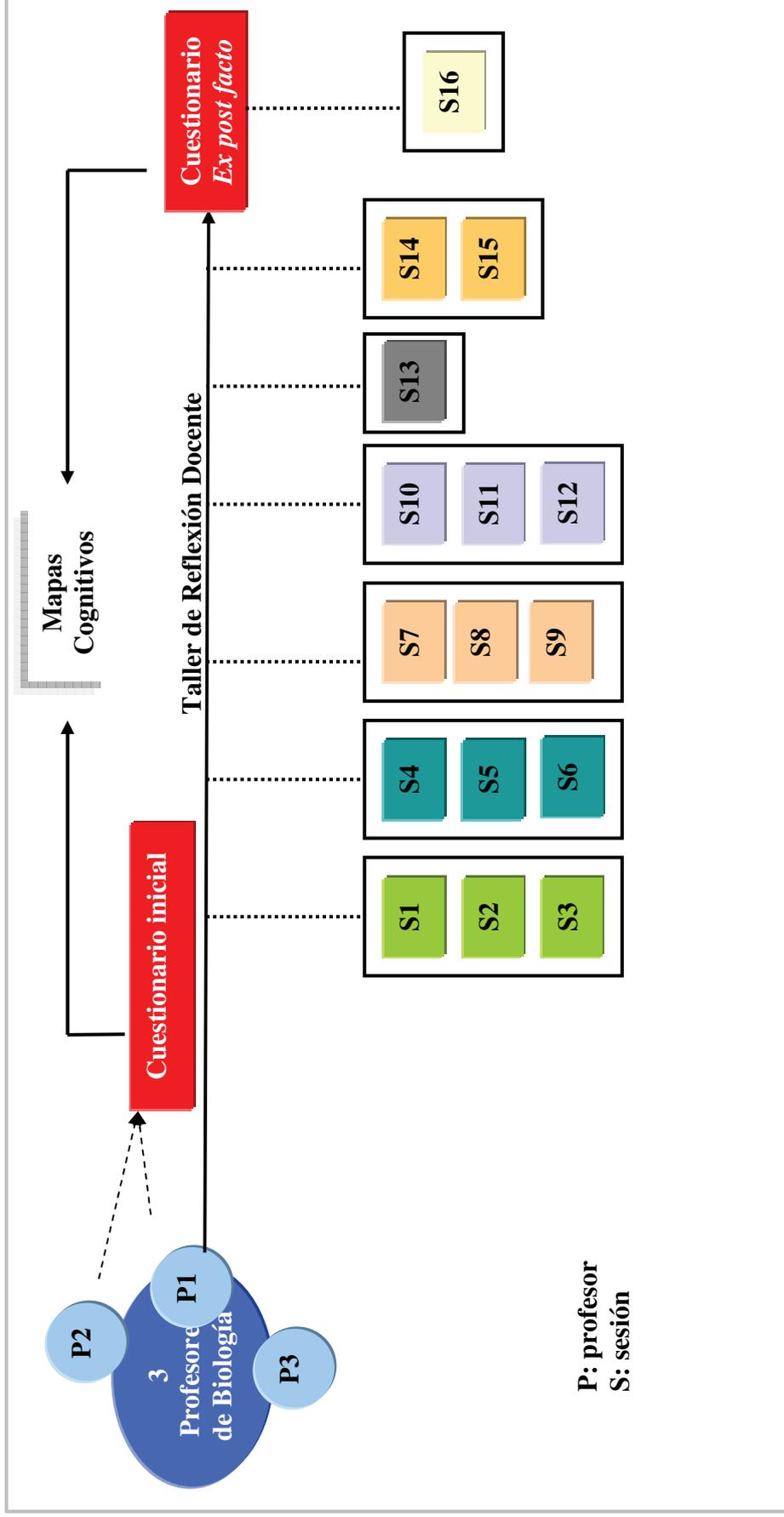
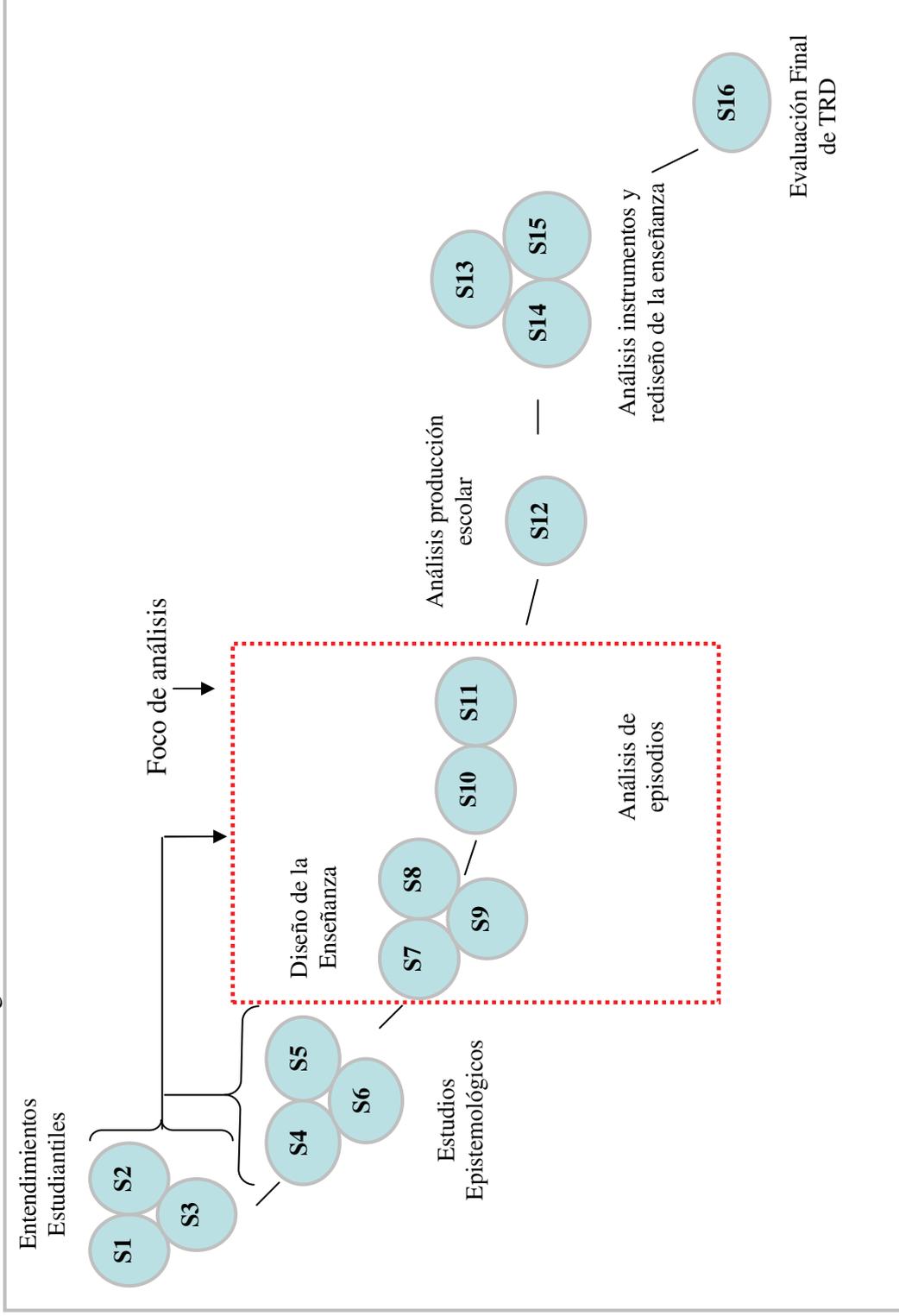


Figura 4.7. Evolución del diseño del taller de reflexión docente TRD



### **4.3. FUENTES DE INFORMACIÓN Y OBTENCIÓN DE DATOS**

Como fue planteado en los párrafos anteriores, durante el primer semestre de 2007 se aplicó un **cuestionario Tipo Likert** sobre la imagen de ciencia a 117 profesores de ciencias, entre ellos, profesores de biología, física y química de la Región Metropolitana. La convocatoria de los docentes al curso de perfeccionamiento surge en el marco del proyecto Fondecyt 1070795. Para esta tesis doctoral, la primera fuente de información son los enunciados que caracterizan cada dimensión de análisis. Fundamentalmente se realiza un **análisis interpretativo** de ellos, que luego es enriquecido y validado considerando la “*voz de los participantes*” (Sandín, 2003). Cada unidad de análisis, representada por el enunciado del cuestionario constituye un elemento estructurante del **mapa cognitivo** diseñado por profesor, en un segundo análisis. Posteriormente, a partir de las **representaciones teóricas** de los docentes derivadas del cuestionario se realizan **tres grupos de discusión**, en la que participan seis profesores de biología. Los grupos de discusión se realizaron simultáneamente el día sábado 12 de mayo de 2007. Cada grupo estuvo liderado por un investigador principal del Fondecyt; A partir de esta instancia de recogida de información, se realiza un análisis de primer orden de las **textualidades** derivadas del grupo de discusión, que constituyen nuevas unidades de análisis y de enriquecimientos de los análisis interpretativos emergentes desde el cuestionario. Un tercer momento, consistió en realizar una **entrevistas en profundidad** a dos profesores de biología, sobre la enseñanza y aprendizaje de la biología y su relación con el desarrollo y evaluación de competencias de pensamiento científico, de manera de obtener nueva información que sustente, enriquezca u oriente maneras y formas de analizar la información colectada. Finalmente, durante el curso de la investigación se toma la decisión de trabajar con tres profesores de biología en un **taller de reflexión docente** que analiza y discute la enseñanza y aprendizaje de la noción de metabolismo. La convocatoria se programa para el mes de abril y se invita formalmente a **tres docentes de biología** a participar de un curso de perfeccionamiento que corresponde a lo hemos llamado Taller de Reflexión Docente (TRD). Dos de los docentes convocados son seleccionados según la significatividad asignada a los enunciados propuestos en el cuestionario sobre imagen

de ciencia declarada; como por el nivel de compromiso con algunas producciones académicas derivadas de la primera convocatoria y que fueron de interés del grupo de investigación. El TRD permitió a los docentes dialogar, debatir, tomar decisiones **de y sobre** la enseñanza de la biología, específicamente sobre la noción científica de *Metabolismo*; de cada sesión se obtienen: **registros y transcripción de observación de interacciones discursivas** vinculadas con aspectos epistemológicos, didácticos y cognitivos desde la cual se discute la enseñanza del metabolismo; junto a algunas producciones estudiantiles interesantes derivadas de algunas situaciones problemáticas propuestas por los profesores.

### 4.3.1. CODIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE INFORMACIÓN

Como planteamos anteriormente, la tesis estuvo enmarcada en el proyecto Fondecyt 1070795 el que por su estructura metodológica generó diversos espacios de conversación con los docentes participantes del proyecto (117 profesores de ciencias de la Región Metropolitana). Cada uno de los espacios significó obtención de información de gran utilidad para el desarrollo de la tesis. Las instancias de participación docente y las características generales de cada una de ellas se muestran en la tabla 4.3.

Codificación	Instrumento o método	Características	Participantes
Cu0407	Cuestionario tipo Likert (Cu)	Es un instrumento que evalúa la imagen de ciencia y consta de 80 enunciados para 8 dimensiones de análisis.	117 profesores ciencias de la Región Metropolitana de Chile
GD0407	Grupo de discusión (GD)	Se realizan tres grupos de discusión simultáneos, moderados cada uno de ellos por un investigador principal. El grupo de discusión se orienta desde las siguientes preguntas: a. ¿Qué es ciencia y para qué enseñar ciencia hoy? b. ¿Qué problemas científicos son relevantes enseñar hoy en la clase de ciencias? c. ¿Cómo promover CPC en el estudiantado?	Ocho profesores por GD, cuatro de biología y cuatro de química.
EP0607	Entrevista en profundidad (EP)	Es una técnica que busca recoger información sobre enseñanza, aprendizaje y evaluación de la biología y el desarrollo de competencia de pensamiento científico	Dos profesores de biología. Dos profesores de química
TRD	Orientaciones desde Metodología Ingeniería Didáctica (TRD)	En el TRD participan cuatro profesoras de biología durante 16 sesiones de trabajo de dos horas de duración. Se dialoga sobre la enseñanza del metabolismo	Cuatro docentes de biología en activo.

Tabla 4.3. Codificación de instrumentos y métodos utilizados en el proyecto de investigación Fondecyt 1070795 y la Tesis Doctoral. Los números arábigos indican día y mes de aplicación del instrumento o técnica de recolección de datos. Por ejemplo: Cu0407: cuestionario aplicado el 4 de julio.

#### **4.4. PRIMERA FASE DE INVESTIGACIÓN: ¿QUÉ RACIONALIDADES EXISTEN EN EL PROFESORADO SOBRE IMAGEN DE CIENCIA?**

##### **4.4.1. IMAGEN DE CIENCIA DE LOS PROFESORES DE BIOLOGÍA.**

La imagen de ciencia, especialmente la tendencia epistemológica de la ciencia escolar y su enseñanza-aprendizaje-evaluación en el aula nos parece interesante de conocer y discutir, dado que, estas tendencias epistémicas de ciencia que existen en los docentes se transparentan durante la clase de ciencias, lo que trae como consecuencias, favorecer en niños y jóvenes una imagen de ciencia racionalmente fuerte, rígida y poco flexible. Se hereda la noción de una ciencia inalcanzable para algunos y propia de “mentes intelectualmente destacadas”. No se rescata la idea de interpretar el mundo con ideas como tampoco dejar en evidencia que las teorías científicas discutidas en la clase de ciencias –biología- deben permitir reconstruir el mundo; desde una nueva forma de mirarlo. Investigaciones recientes muestran que la mayoría de los docentes no poseen la claridad suficiente sobre lo que significa la construcción del conocimiento (Flores, et. al., 2007 y cómo lo construyen los científicos en una comunidad científica, se sigue creyendo y valorando el método científico como una forma de hacer ciencia, según Flores (2007) esta ha sido superado por los filósofos e historiadores de las ciencia, pero no por los profesores. Otros autores como Settle (1990) enfatiza en qué la mayoría de los profesores no están conscientes de la construcción social y cultural de lo que es la ciencia, que se muestra como un sistema de conocimiento verdadero (Flores et. al., 2007; Izquierdo, 2006), lo que ha llevado a una imagen de ciencia que encuentra solución a problemas desde el método científico, que concibe un problema auténtico como aquél que tiene respuesta única, en donde, las necesidades humanas de abordar un problema son de naturaleza técnica (Izquierdo, 2006). Esto ha llevado a algunos autores a sostener que es importante, que los profesores de biología se den cuenta de que hay que dominar no sólo los contenidos de la disciplina, sino también su propio “esquema conceptual” que obliga incluir y/o actualizar los componentes metateóricos en programas de formación permanente y continua (Angulo, 2002). Además, es necesario que el profesor de ciencias naturales adquiera una concepción de enseñanza, evaluación

y aprendizaje como cambio conceptual que favorezca en los estudiantes espacios para la toma de decisiones (Izquierdo, 2006), rescatando y relevando valores propios de una actividad científica que conduzcan hacia un modelo de persona y de sociedad en construcción permanente. Considerando los antecedentes antes discutidos se diseña el cuestionario tipo Likert que nos permite enfrentar la primera fase de investigación y comenzar a explorar las racionalidades existentes en el profesorado de biología.

#### **4.4.2. DISEÑO, ELABORACIÓN Y VALIDACIÓN DE CUESTIONARIO TIPO LIKERT**

Los profesores tienen creencias, conocimiento práctico muy estable y resistentes al cambio (Appleton y Asoko, 1996 citado en Mellado, 2003) especialmente los profesores con experiencia, por ello, Mellado (2003) prefiere referirse a procesos internos de “crecimiento”<sup>57</sup> y de “desarrollo” gradual a partir de lo que piensan y hacen, más que hablar de un “cambio” en el profesor. Esta resistencia al cambio se traduce en la persistente imagen de ciencia positivista, empiricista o racionalista que limita o dificulta el tránsito hacia la formación de un *sujeto competente en ciencias*; según Izquierdo (2006) “lo que se sabe”, a la vez, es lo que se sabe hacer, lo que sabe evaluar de manera personal y lo que se hace con los otros, a partir de esto, la ciencia deja de ser neutra.

Con el propósito de comprender las racionalidades epistemológicas y didácticas de los profesores de biología en activo sobre la **Naturaleza de la Ciencia (NC)**, **Aprendizaje de la Ciencia (AC)**, **Enseñanza de la ciencia (EC)** y **Competencias de Pensamiento Científico (CPC)** y cómo estas racionalidades inciden, de alguna manera, en la toma de decisiones en y durante la enseñanza de una noción científica en particular, se decide rediseñar un instrumento tipo Likert propuesto por Quintanilla et. als., (2006) y de esa forma comenzar a explorar e interpretar desde los enunciados propuestos “el pensamiento del profesor”.

El instrumento original propuesto por Quintanilla et als. (ibid) está constituido por seis (6) dimensiones de análisis; el rediseño se centró en **definir, diseñar y validar dos**

---

Las palabras en comillas corresponden a la idea original de Mellado (2003).

**nuevas dimensiones de análisis**, que fueron: Competencia de Pensamiento Científico y Resolución de Problemas, de tal manera de responder a los propósitos del proyecto Fondecyt sobre la cual se desarrolla esta tesis doctoral. Finalmente se re-diseña un cuestionario con 8 dimensiones que se describe a continuación:

#### **4.4.2.1.DIMENSIONES DE ANÁLISIS Y SUS DESCRIPTORES EN EL CUESTIONARIO**

<b>NATURALEZA DE LA CIENCIA (NC)</b>
<b>Descriptor de la categoría</b>
<p>La formulación y construcción del conocimiento adquiere connotación y denotación dinámica del saber que por su naturaleza está en permanente transformación y reconstrucción teórica. Además, esta construcción comunitaria y progresiva de la ciencia, incorpora elementos axiológicos, praxiológicos, culturales, históricos y lingüísticos, lo que hace posible una visión desde el racionalismo moderado que representa el conocimiento científico desde una perspectiva interpretativo crítico en función de una finalidades humanas.</p> <p>En el cuestionario propuesto, se indagó acerca de lo que los profesores consideran en cuanto a: la objetividad de los científicos, la metodología de la investigación científica, la evolución y transformación del conocimiento científico y la confiabilidad, el carácter experimental y rigurosidad de la ciencia.</p>
<b>5 – 7 – 22 – 27 – 40 – 52 – 56 – 58 – 61 – 66</b>

<b>ENSEÑANZA DE LAS CIENCIA (EC)</b>
<b>Descriptor de la categoría</b>
<p>En la enseñanza de la ciencia se considera importante empezar a enseñar a partir de los conocimientos previos de los alumnos y por ello se debieran conocer fundamentalmente lo que ellos valoran, lo que les gusta, sus expectativas de futuro, para formular objetivos que puedan generar actividades centradas en la construcción de modelos teóricos en los estudiantes. La enseñanza tiene como propósito enseñar a pensar, enseñando a escribir; pretende explicar los aspectos del mundo que hoy por hoy, son comprensibles, mediante analogías o modelos que tengan sentido (Izquierdo, 2000).</p>
<b>2 – 18 – 21 – 28 – 46 – 63 – 64 – 71 – 72</b>

<b>HISTORIA DE LA CIENCIA (HC)</b>
<b>Descriptor de la categoría</b>
Esta dimensión, es considerada como una base orientadora para la identificación y caracterización de los modelos teóricos de las disciplinas científicas. Además de promover una mejor aproximación de los conceptos, modelos y las características del trabajo de los científicos; permite que tanto profesores como estudiantes expliciten, comuniquen y estructuren sus ideas acerca de la ciencia, comprendan que los modelos científicos son modificables y que, por tanto, el conocimiento científico actual es susceptible de ser evaluado y transformado. En cuanto esta dimensión, se propuso identificar las concepciones que los profesores de biología tienen en cuanto la construcción histórica de las ciencias, la relación entre modelo cognitivo de ciencia y la actividad científica, la incorporación en las prácticas del componente histórico, la utilización de modelos de aprendizaje a partir de la historia de la ciencia y la relación de esta dimensión con la construcción del conocimiento científico, su valoración, elaboración y divulgación.
<b>1 – 14 – 30 – 38 – 53 – 54 – 55 – 68 – 70 – 79</b>

<b>APRENDIZAJE DE LA CIENCIA (AC)</b>
<b>Descriptor de la categoría</b>
En el cuestionario, se propuso indagar acerca del aprendizaje de las ciencias como el cambio de concepciones desde una perspectiva cotidiana hacia una representación dentro del ámbito científico, el aprendizaje como un proceso metacognitivo además de un proceso coevaluativo y formativo, la construcción de modelos científicos, la adquisición colectiva e individual de conocimiento científico, la toma de decisión acerca de qué y cómo aprender y la relación entre los conocimientos previos y los nuevos conocimientos desde diferentes y diversas fuentes.
<b>29 – 36 – 44 – 48 – 49 – 50 – 51 – 62 – 65 – 78</b>

<b>EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES CIENTÍFICOS (EV)</b>
<b>Descriptor de la categoría</b>
<p>A fin de evaluar la fundamentación teórica del estudiante frente a los conocimientos aprendidos y la capacidad de aplicación y transformación de los conocimientos adquiridos, se asume la evaluación centrada en la formación de los estudiantes, en el aprender a prender ciencia, la evaluación como el momento en que se valora el desarrollo y el conocimiento que los estudiantes construyen a fin de superarse y ser mejores ciudadanos y ciudadanas.</p> <p>Desde este punto de vista, se presentaron algunas proposiciones en torno a: los hechos, conceptos y principios de la ciencia, el modelo teórico que tiene el profesor y cómo este puede potenciar o condicionar el aprendizaje de los estudiantes, las estrategias, técnicas e instrumentos que utilizan en las prácticas educativas, la incorporación de la evaluación de contenidos actitudinales y la evaluación como proceso dinámico y permanente.</p>
<b>9 – 12 – 23 – 33 – 35 – 57 – 67 – 69 – 73 – 75</b>

<b>ROL DEL PROFESOR (PC)</b>
<p>El rol del profesor en las prácticas educativas juega un papel importante como mediador del conocimiento científico y la identificación de estas características le permitirá incorporar nuevas estrategias y elementos que contribuyan a desarrollar habilidades metacognitivas que favorezcan la autorregulación de los cambios conceptuales, procedimentales y actitudinales en su quehacer docente y en el proceso de enseñanza de las ciencias.</p> <p>En el cuestionario propuesto se indagó por la función del docente como mediador para transformar el conocimiento cotidiano en conocimiento científico, su rol apoyado en los libros de texto y otros materiales, las concepciones a propósito de la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación en ciencias, las representaciones que los profesores de ciencias tienen acerca de su ejercicio profesional y objeto de conocimiento de las ciencias.</p>
<b>3 – 6 – 11 – 17 – 19 – 31 – 37 – 42 – 43 – 45</b>

### **COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO (CP)**

Según Quintanilla (2006) la noción de competencias científicas nos remite a alguien que es capaz, que sabe, que tiene capacidad reconocida para afrontar una situación, que posee un cierto grado de dominio habilidades y recursos. Es alguien que ha desarrollado las acciones de captar, pensar, explorar, atender, percibir, formular, manipular e introducir cambios que permiten realizar una interacción competente con un medio dado o específico.

En este sentido es importante analizar las concepciones que tiene el docente sobre la capacidad de generar estudiantes competentes en biología; capaces de resolver problemas en una actividad científica escolar y de esa forma participar activamente en la sociedad.

**4 – 13 – 25 – 26 – 32 – 34 – 41 – 47 – 74 – 80**

### **RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS (RP)**

Un problema es aquel que sitúa al sujeto ante la necesidad de desplegar su actividad cognoscitiva en un intento de búsqueda, de razonamiento, de elaboración de conjeturas y toma de decisión; su actividad cognitiva, implica búsqueda activa, razonamiento, elaboración de estrategias previas de solución, que considera valores, cultura, contextos. Un problema difiere de la noción de ejercicio matemático (mal llamado problema), que solo exige de parte del estudiante la aplicación de una fórmula o procedimiento que ya conoce y que por tanto, no genera en él un interés real por solucionar el problema propuesto, o dicho de otra modo, por buscar formas de resolver dicho problema que es lo que importa.

Desde esta perspectiva, esta dimensión de análisis explora sobre las racionalidades docentes en torno a la resolución de problemas como una estrategia que favorece el desarrollo de competencias de pensamiento.

**8 – 10 – 15 – 16 – 20 – 24 – 39 – 60 – 76 – 77**

Tabla 4.4. Distribución de afirmaciones propuestas en el cuestionario considerando epistemología y elementos del contrato didáctico: saber erudito, profesor y estudiante (Quintanilla et. al., 2009).

Noción	Contrato didáctico	AC	CP	EC	EV	HC	NC	PC	RP	Total
<b>A B S O L U T I S T A</b>	<b>Saber erudito</b>		80		57 67	55 79 54	61 27 7 58 52 56		15 60 39	<b>15</b>
	<b>Profesor</b>		4 26	72 63 64 71 46	33 12	38		37 11 43		<b>14</b>
	<b>Estudiante</b>	36 44 48	13 25		69			3	76	<b>9</b>
<b>C O N S T R U C T I V I S T A</b>	<b>Saber erudito</b>		32		23	1 68 53 14	22 5 66		16	<b>10</b>
	<b>Profesor</b>			28 2 18 21	73	30 70	40	42 17 6 45 19 31	77 10	<b>15</b>
	<b>Estudiante</b>	29 49 78 51 62 65 50	74 47 41 34	59	75 9 35				20 8 24	<b>16</b>
<b>Número total de afirmaciones</b>		<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>80</b>

Considerando que los desafíos de hoy atienden a formar personas capaces de enfrentar los permanentes cambios de un mundo globalizado, con la oportunidad y el deber de rescatar y valorar la cultura propia de una época, resulta importante proponer un instrumento de investigación que permita la caracterización de las dimensiones referidas anteriormente, dado que, una visión epistemológica particular en los docentes puede eventualmente favorecer el desarrollo de un sujeto competente que responde satisfactoriamente a las exigencias socio-científicas y culturales del momento.

#### 4.4.2.2. ELABORACIÓN DE ENUNCIADOS PARA DISEÑO DEL CUESTIONARIO

Se consulta bibliografía con el propósito de proponer enunciados preliminares que fueron caracterizadas y disgregadas metodológicamente en el cuestionario, pertinentes desde el enfoque que delimita nuestros ejes teóricos en la tesis. Para la propuesta de reactivos se considera los elementos del contrato didáctico, de esa forma existen una serie de reactivos orientados hacia el profesor, estudiante y el saber erudito; cada uno de los enunciados propuestos por el grupo de investigación fue representativo de una visión epistemológica en particular, la que se divide en dos enfoques: absolutista y constructivista.

- i) **Noción absolutista:** que agrupa las visiones *racionalistas*, *empiristas* y *positivista*: Esta noción epistemológica no centra su interés **en cómo se construye el conocimiento**, sino en justificarlo (racional y/o empírica); es así como para algunos como Hempel (1997) debe existir una conexión entre la teoría y lo empírico. Se plantea una ciencia no evolutiva.
- ii) **Noción constructivista:** agrupa las visiones propuestas por Kuhn (1977) que sostiene que el saber científico debe ser evolutivo; la ciencia no crece acumulativamente o como lo plantea Feyerabend (1981) no existen criterios universales para explicar la ciencia, que lo lleva a decir “todo vale”. Estas visiones irracionales sobre la ciencia se ven contrastadas por las visiones racionales en el enfoque constructivista, como las propuestas por Popper (1950), Laudan (1980), Toulmin (1970) o Giere (1992), que asume el progreso del conocimiento a partir de un método hipotético – deductivo, en donde las teorías son conjeturas que pueden ser falseadas –Popper- o resolver problemas, sin necesariamente dar una interpretación desde la ciencia –instrumentalismo de Laudan- o concebir que las teorías científicas evolucionan, lo que nos lleva a pensar un permanente cambio y renovación –Toulmin- ; así Giere califica su postura como realismo naturalista o realismo pragmático, dado que la

ciencia es realista por que intenta interpretar el mundo con determinadas ideas y naturalista porque pretende explicar los juicios y decisiones científicas a partir de criterios propios de los científicos y no de principios racionales de carácter general.

Los enunciados propuestos en el cuestionario representan tendencias limitadas hacia la noción epistemológicas absolutista desde la imagen positivista y/o empiristas; como también, enunciados que atienden a la visión constructivista evolutiva - realista pragmática de Toulmin y Giere.

Esta distribución favorecen los análisis interpretativos vinculados con las concepciones docentes que se discuten en la tesis.

#### **4.4.2.3. ELABORACIÓN DEL CUESTIONARIO TIPO LIKERT**

El instrumento sobre la **imagen de ciencia** en profesores de biología, está compuesto por ocho dimensiones distribuidos en 80 ítems, formuladas como afirmaciones y organizados de manera aleatoria, en formato Tipo Likert, cada uno con cuatro posibilidades de respuesta: *Totalmente de acuerdo (TA)*, *Parcialmente de acuerdo (PA)*, *Parcialmente en desacuerdo (PD)* y *Totalmente en desacuerdo (TD)*. Se incluye una quinta columna de ‘observaciones’ para que se precisen o justifiquen aspectos relacionados con la comprensión o no de cada ítem por parte del sujeto que responde. La estructura del instrumento definitivo, en la que se sistematizan cada uno de los ítems que componen el instrumento en relación con las dimensiones propuestas, se identifica en el Anexo I.

#### **4.4.2.3.1. VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO TIPO LIKERT**

Se ha intentado que cada uno de los ítems que componen el instrumento evalúe efectivamente las categorías predeterminadas, y a su vez, que recojan de forma amplia el pensamiento de los profesores de biología con respecto a ellas, de manera tal que este se convierta en una fuente de información importante para la transformación y consolidación de las prácticas de enseñanza de las ciencias, hacia la formación de sujetos competentes en ciencia (Izquierdo, 2006), para ello, el diseño de la enseñanza debe estar centrado en el desarrollo del pensamiento más que en la acumulación de contenidos carentes de significado y valor para muchos estudiantes. Por ello, es importante conocer las concepciones implícitas y explícitas en los profesores de biología de y sobre la ciencia que enseñan.

En una primera instancia, el instrumento fue sometido a un proceso de determinación de su validez interna, por parte de especialistas en el área de metodología e investigación en didáctica de las ciencias, y a un grupo piloto de 20 profesores de ciencias naturales en ejercicio, en la ciudad de Santiago, que ejercen en colegios municipalizados y particulares pagados. Esta primera fase de la investigación se llevó a cabo durante el primer trimestre del año 2006. Se buscó que los evaluadores participaran de su valoración en cuanto a la *pertinencia* de cada uno de los ítems en cada categoría, lo mismo que en torno a la *claridad* o no de la formulación y el uso del lenguaje en el que se presentaban (Anexo II).

En función de lo anterior, se consultó la bibliografía pertinente y propusieron las dimensiones preliminares, las que fueron caracterizadas y disgregadas metodológicamente en el cuestionario inicial. Posteriormente se administró el cuestionario a 53 profesores de biología, de diferentes colegios de Santiago. En el mismo instrumento, se recogieron datos para describir y caracterizar las concepciones que ellos tenían según distintas variables tales como: edad de los docentes; dependencia administrativa del colegio; nivel en que desarrolla sus clases; género; años de experiencia profesional y universidad de procedencia, ya que como afirma Lederman

(1999) los contextos son sumamente importante en cualquier investigación sobre las prácticas y creencias de los profesores. En consecuencia, una discusión más detallada de cada profesor es útil en la interpretación de los resultados.

#### **4.4.2.3.2. APLICACIÓN DEL CUESTIONARIO TIPO LIKERT**

Durante el mes de abril de 2007 y en el marco del proyecto Fondecyt 1070795 se realiza una convocatoria a profesores de ciencia de enseñanza media en ejercicio de colegios o liceos de la Región Metropolitana a participar de un taller de perfeccionamiento docente. Participan 53 son profesores de biología o licenciados en ciencias biológicas que trabajan en colegio particular, particular subvencionado o municipal de la Región Metropolitana.

Las características contextuales del grupo de profesores encuestados se resumen en la tabla 4.5.

Título	Dependencia				Años de experiencia			
	M	S	P	Tota l	(5 – 10)	(10 – 15)	(15 – 20)	(20 a >30)
Profesor de biología	7	4	0	11	5	1	2	3
Profesor de biología y Ciencias Naturales	18	14	4	36	7	4	7	15
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>47</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>18</b>
Licenciado en Ciencias Biológicas	1	4	1	6				

Tabla 4.5. Características contextuales o perfiles del grupo de profesores que participa del cuestionario tipo Likert.

La aplicación del cuestionario tuvo una duración de dos horas y fue administrado por un docente miembro del equipo de investigación Fondecyt. Previo a la administración, el profesorado firmó la carta de consentimiento que nos permitió, posteriormente, utilizar la información recogida para nuestra investigación.

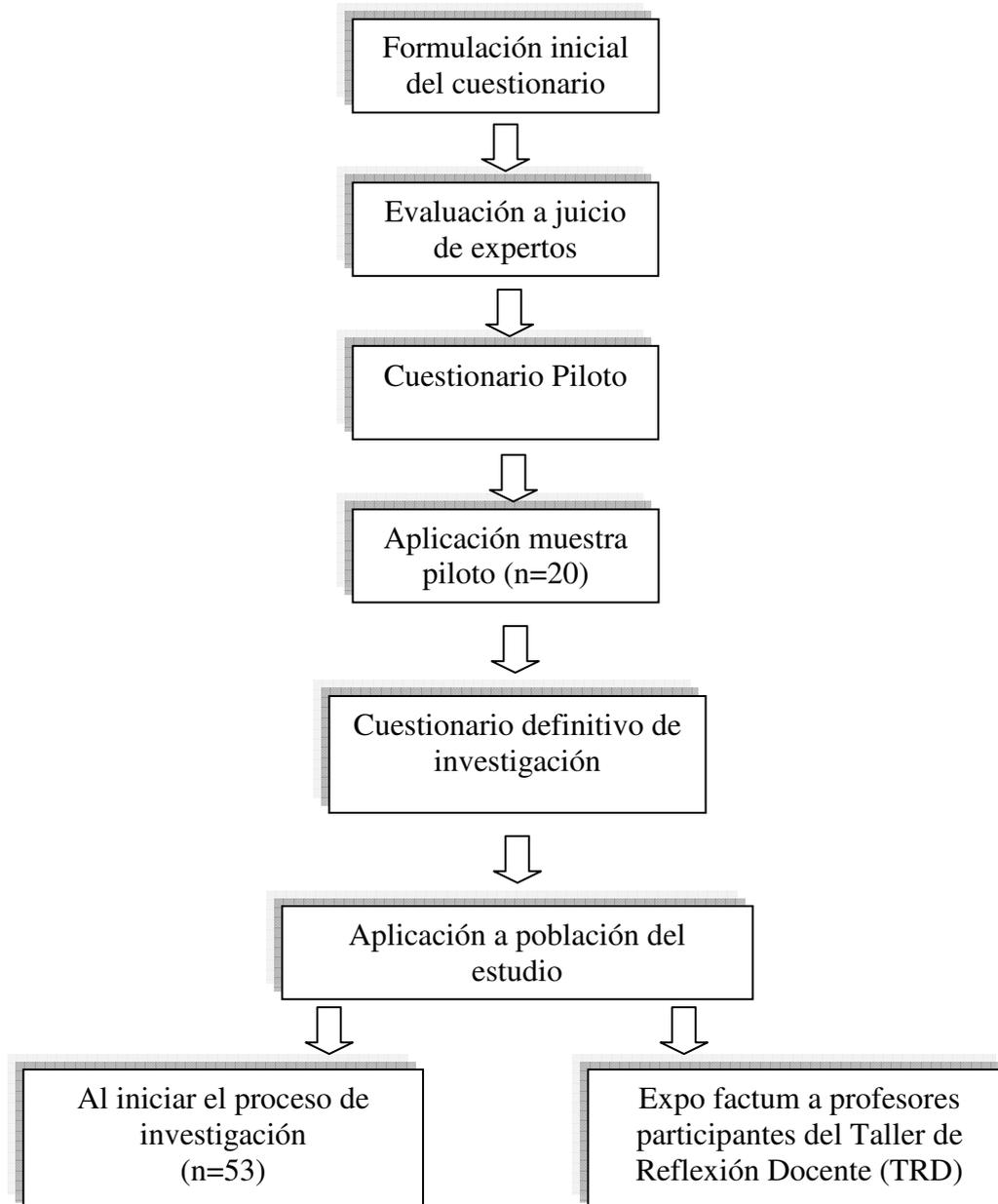


Figura 4.8. Procedimiento para el diseño, validación y aplicación del cuestionario tipo Likert en la investigación.

### 4.4.3. TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS DEL CUESTIONARIO TIPO LIKERT

El análisis de los datos obtenidos en el cuestionario se lleva a cabo a partir de:

#### 4.4.3.1. PRIMER NIVEL DE ANÁLISIS: ESTADÍSTICO -. DESCRIPTIVO.

La obtención de estadígrafos de tendencia central y de dispersión para un primer análisis de carácter descriptivo se realiza a partir del paquete estadístico Systa 5,0; posteriormente los valores se consignan en la matriz de datos para una análisis e interpretación posterior.

	Enunciado 1	Enunciado 2	Enunciado 3	Enunciado 4
Media				
Desviación estándar				
% (TA + PA)				

A partir de la información que surge de los datos se proponen conjeturas, tipos de análisis con el propósito de interpretar las nociones de los profesores según los enunciados propuestos para cada dimensión de análisis. El enfoque epistemológico que orientan las análisis están enmarcados desde el **modelo cognitivo de ciencia** de Giere (1992) que concibe la enseñanza como racional y razonable, en la que, las teorías científicas discutidas en la sala de clase deben permitir a los estudiantes reconstruir el mundo, para participar activamente en el.

Concebimos que la formación de un sujeto competente en ciencia, obliga la re-estructuración epistemológica y didáctica de los docentes, sobre la imagen de ciencia que comparten; así como sobre, la racionalidad de enseñar y aprender biología escolar para el desarrollo de CPC, y de esa forma, superar la imagen de ciencia positivista o empiricista que prevalece hasta hoy, y qué creemos **no responde a las exigencias tecno-científicas propias de nuestros tiempos.**

#### **4.4.3.2. SEGUNDO NIVEL DE ANÁLISIS: ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)**

Un segundo análisis a partir de los datos del cuestionario, se refiere a un **análisis de componentes principales** que es una técnica estadística de síntesis de la información, o reducción de la dimensión. Es decir, ante un banco de datos con muchas categorías, el objetivo será reducirlas a un menor número perdiendo la menor cantidad de información posible. Los nuevos componentes principales o factores serán una combinación lineal de las variables originales, y además serán independientes entre sí. Un aspecto clave en ACP es la interpretación de los factores, ya que ésta no viene dada a priori, sino que será deducida tras observar la relación de los factores con las variables iniciales (habrá, pues, que estudiar tanto el signo como la magnitud de las correlaciones). En consonancia con los planteamientos de Porlán et als., (1997), el ACP pretende ser una técnica de exploración, y por cierto, de orientación para el análisis y comprensión de las racionalidades docentes en los ámbitos en la que se genera esta investigación.

##### **4.4.3.2.1. FASES DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES**

###### **i) Análisis de la matriz de correlaciones**

Un análisis de componentes principales tiene sentido si existen altas correlaciones entre las variables, ya que esto es indicativo de que existe información redundante y, por tanto, pocos factores explicarán gran parte de la variabilidad total.

###### **ii) Selección de los factores**

La elección de los factores se realiza de tal forma que el primero recoja la mayor proporción posible de la variabilidad original; el segundo factor debe recoger la máxima variabilidad posible no recogida por el primero, y así sucesivamente. Del total de factores se elegirán aquéllos que recojan el porcentaje de variabilidad que se considere suficiente. A éstos se les denominará componentes principales.

### **iii) Análisis de la matriz factorial**

Una vez seleccionados los componentes principales, se representan en forma de matriz. Cada elemento de ésta representa los coeficientes factoriales de las variables (las correlaciones entre las variables y los componentes principales). La matriz tendrá tantas columnas como componentes principales y tantas filas como variables.

#### **FACTOR PATTERN**

	<b>PC1</b>	<b>PC 2</b>	<b>PC3</b>
E1	0.790	-0.288	-0.178
E2	0.011	0.373	0.404
E3	-0.823	-0.166	0.077
E4	-0.779	0.394	-0.122
E5	0.042	0.810	-0.586
E6	-0.333	0.164	-0.182
E7	0.319	0.878	0.358
E8	0.192	-0.092	0.687
E9	0.346	0.427	0.232
E10	-0.585	0.019	0.449

#### **VARIANCE EXPLAINED BY FACTORS**

1	2	3
2.628	2.106	1.463

#### **PERCENT OF TOTAL VARIANCE EXPLAINED**

1	2	3
26.281	21.059	14.629

En este caso, vemos que PC1 tiene la mayor correlación positiva con los enunciados E1, E9 y E7, mientras que tiene correlación negativa con E3, E4 y E6. Por tanto, estamos asumiendo que los profesores asignan valor a la enseñanza de la ciencia desde la historia de las ciencias (E1), así como aceptar que los procesos de autoevaluación potencian el aprendizaje (E9) del conocimiento verdadero que se enseña (E7). En cuanto a PC2, se aprecia algunas diferencias, ya que tiene correlación positiva con E7, E5 y E9, y negativa con el E1. Evidentemente, se está refiriendo a enseñar un conocimiento verdadero (E7) que surge de una ciencia de carácter experimental que permite construir los hechos científicos a partir de los hechos del mundo (5). Por último, PC3 tiene una correlación positiva con aspectos ligados a la formulación de problemas en un marco de actividad científica escolar, lo cual habría que interpretarla como la estrategia de aprendizaje para enseñar la ciencia en la escuela.

En síntesis, el análisis de componentes principales es una técnica exploratoria cuando intervienen gran cantidad de variables o categorías en la que se anticipan complejas interrelaciones. Fundamentalmente el ACP permite identificar aquellas relaciones que predominan dentro de la complejidad en que estas suceden.

#### 4.4.3.3. TERCER NIVEL DE ANÁLISIS: RED CONCEPTUAL CON CATEGORIZACIÓN

Un tercer análisis es la categorización de las concepciones docentes a partir de tres dimensiones de comprensión: Conceptual, contextual y procedimental según Wang y Marsh (2002).

Categorías	Descriptorios generales
1. Comprensión conceptual	a) Elementos que aporten descripciones, comparaciones o contrastación de pensamiento, ideas, esquemas, conceptos o nociones científicas. b) Definición, explicación, modelos, ilustración, gráficos, instrumentación. c) Encontrar leyes o teorías para: Enriquecer la presentación del conocimiento científico y Enfatizar la naturaleza tentativa del conocimiento científico.
3. Comprensión Procedimental	Comprende procesos de pensamiento o diseño de experimentos, procesos de investigación, conclusiones, inferencias, elaboración de informes y aplicaciones.
2. Comprensión contextual	Factores psicológicos involucrados en la construcción de la ciencia (motivación, incentivos, propósitos, otros). Factores sociales y factores culturales asociados a la investigación científica (ej., Personalidad, cultura, familia, organización, social o ética, etc).

Tabla 4.6. Red conceptual para categorías en torno a las concepciones docentes.

#### 4.4.3.4. CUARTO NIVEL DE ANÁLISIS: MAPAS COGNITIVOS

El cuarto tipo de análisis que emerge del cuestionario y que orienta definitivamente la investigación, es a partir de la construcción de mapas cognitivos de Porlán (1989) **desde** el conocimiento de los docentes más que **sobre** el conocimiento de ellos. Los mapas cognitivos se han considerados instrumentos para analizar las concepciones del profesorado de ciencias experimentales (Mellado, 2004). Según Sandín (2003) un docente afronta su actividad profesional desde su sistema idiosincrásico de conocimientos elaborado personalmente desde sus ideas en un contexto institucional y

de conformación como sujeto, esto lleva a formar un conocimiento *ad hoc* por el propio docente.

**Según los objetivos de la investigación se analizan las dimensiones: Naturaleza de la Ciencia (NC), Aprendizaje de las ciencias (AC), enseñanza de las ciencias (EC) y Competencias de Pensamiento Científico (CPC)**

#### **4.4.3.4.1. CONSTRUCCIÓN DEL MAPA COGNITIVO A PARTIR DEL CUESTIONARIO**

Porlán y Riveros (1998) citado en Ruiz et. al., (2005) sostienen que la reflexión es importante en las orientaciones que proponen una evolución gradual de los modelos didácticos del profesorado como también para favorecer la autorregulación y control de los cambios (Copello y Sanmartí, 2001) que eventualmente llevará a cabo. Con el propósito de conocer las racionalidades de los profesores sobre aspectos tales como: Naturaleza de la Ciencia, aprendizaje de las ciencias, enseñanza de las ciencias y competencias de pensamiento científico se han elaborado **40 mapas conceptuales**.

Creemos importante orientar la enseñanza hacia el desarrollo de competencias de pensamiento científica (CPC), ya que, han de generar actividad científica, a partir de situaciones en las que se pueda intervenir en el aula y fuera de ella con entidades y lenguajes apropiados para explicarlas y controlarlas teóricamente (Quintanilla, comunicación privada). A partir de esto, se entiende que el desarrollo de CPC en un marco de actividad científica escolar permite que la experimentación, la modelización y la discusión se entrecrucen para promover una reconstrucción racional de los fenómenos (Izquierdo et al., 1999). Creemos que la enseñanza de las ciencias debe generar nuevas formas de mirar el mundo, y que este “mirar” es la consecuencia de construcciones humanas no diferentes a la construcción que hacen los científicos y que demanda una

serie de procesos de pensamiento que pueden consolidar la formación de un sujeto competente<sup>58</sup>.

Los mapas cognitivos relacionan, de una forma parcialmente jeraquizada, unidades de información con un sentido amplio, permiten además una visión global y no fragmentada de las concepciones de cada profesor (Mellado, 2008) sobre las dimensiones de interés.

#### **4.4.3.4.2. ETAPAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MAPA COGNITIVO**

Asumiendo que un mapa cognitivo tiene una estructura psicológica, estos relacionan, de forma parcialmente jeraquizada, unidades de información con sentido amplio.

*“Para la construcción de los mapas cognitivos genéricos de cada categoría se comienza seleccionando todas las proposiciones del modelo tradicional y las opuestas del modelo constructivista. Posteriormente se enlazan las proposiciones de los ítems de las más generales e inclusoras a las más particulares, formando el mapa cognitivo del modelo tradicional de la categoría, realizado con una técnica análoga a la que utiliza Novak para los conceptos. En cada mapa es necesario mantener la independencia de las declaraciones, aunque tengan el mismo significado, aún a costa de hacer el mapa repetitivo, pues puede ocurrir que las respuestas de los sujetos sean diferentes y contradictorias, hecho que hay que reflejar. Para la construcción del mapa constructivista de cada categoría el proceso es análogo; se seleccionan las proposiciones del modelo constructivista y las opuestas del modelo tradicional” (Mellado, 2008).*

---

<sup>58</sup> El Dr. Alberto Labarrere, afirma que una competencia se entiende como una elaboración personal-social, que adopta una configuración individual y personalizado, que se expresa de manera peculiar en cada persona. Así hablamos del *sujeto competente*.

Las etapas de la construcción del mapa cognitivo para las dimensiones de interés será ejemplificado considerando la dimensión **aprendizaje de las ciencias** para una profesora de biología. La construcción del mapa cognitivo considera:

- a) Seleccionar todas las proposiciones del modelo absolutista y las opuestas del modelo constructivista que corresponden a la dimensión de interés, en este caso, **aprendizaje de las ciencias**
- b) Posteriormente se enlazan desde las proposiciones más generales e inclusoras a las más particulares, formando el mapa cognitivo que considere, conservando la independencia de cada enunciado, la noción absolutista y constructivista. (ver fig. 4.9).
- c) Se diseñan tres mapas cognitivos:
  - i. Mapa cognitivo para el enfoque constructivista
  - ii. Mapa cognitivo para el enfoque absolutista
  - iii. Mapa cognitivo de la profesoras de biología María

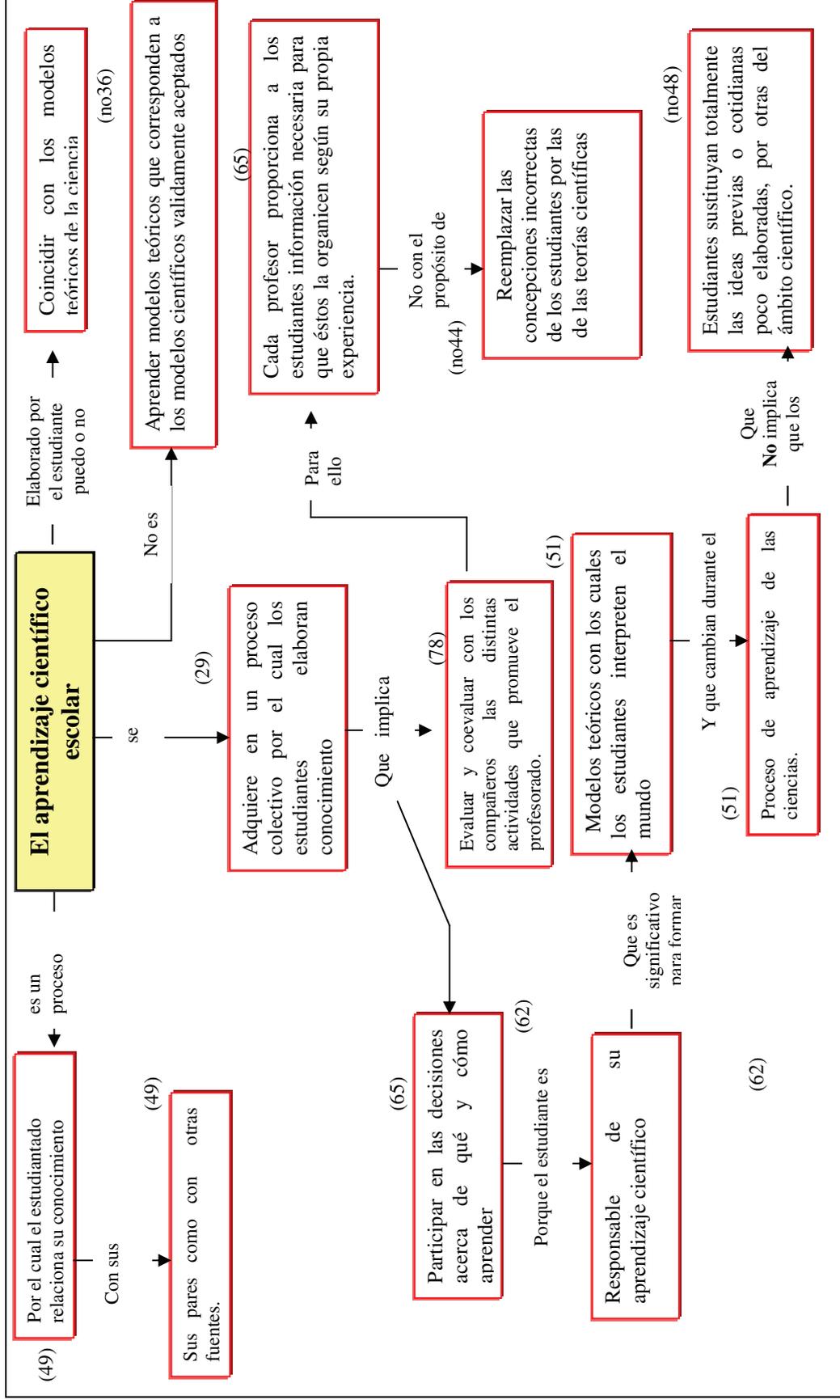


Figura 4.9 Mapa cognitivo para la dimensión aprendizaje de las ciencias

- d) Para la dimensión **aprendizaje de las ciencias** corresponden al enfoque absolutista los siguientes enunciados: 36, 44, 48 y 50. Para el modelo constructivista los reactivos: 29, 49, 51, 78, 62 y 65.

Tabla 4.7. Enunciados para la dimensión **Aprendizaje de las ciencias**

- |  |
|--|
| <p>36. Los modelos teóricos que se aprenden, se corresponden con los modelos científicos válidamente aceptados</p> <p>44. El aprendizaje científico escolar, se produce cuando los profesores reemplazan las concepciones incorrectas de los estudiantes por las de las teorías científicas.</p> <p>48. El aprendizaje científico escolar permite que el estudiante sustituya totalmente las ideas previas o cotidianas poco elaboradas, por otras del ámbito científico.</p> <p>50. Los estudiantes pueden aprender activamente conceptos científicos inapropiados, fuera de la escuela para interpretar la realidad y su propia experiencia.</p> <p>29. El aprendizaje se adquiere en un proceso colectivo por el cual los estudiantes elaboran conocimiento que puede o no coincidir con los modelos teóricos de la ciencia.</p> <p>49. El aprendizaje científico escolar es un proceso por el cual el estudiantado relaciona su conocimiento, tanto con el de sus pares como con el de otras fuentes.</p> <p>51. Los modelos teóricos con los cuales los estudiantes interpretan el mundo cambian después de un proceso de aprendizaje de las ciencias</p> <p>78. Aprender a aprender ciencias, implica evaluar y co-evaluar con los compañeros las distintas actividades que promueve el profesorado</p> <p>62. El estudiante debe participar en las decisiones acerca de qué y cómo aprender, porque él es responsable de su aprendizaje científico</p> <p>65. En el aprendizaje de las ciencias, cada profesor proporciona a los estudiantes información necesaria para que éstos la organicen según su propia experiencia.</p> |
|--|

- e) Para la elaboración del mapa cognitivo que representa la noción absolutista incluye proposiciones del modelo de interés y constructivista. Las proposiciones consideradas y su representación en el mapa son las siguientes: noción epistemológica absolutista 36, 44 y 48; no se considera el ítem 50; modelo constructivista *no29*, *no49*, *no51*, *no78*, *no62* y *no65*<sup>59</sup> (fig. 4.9). Un procedimiento similar se realiza para el diseño del mapa cognitivo para la noción epistemológica constructivista. En esta noción los enunciados son representados

<sup>59</sup> Hemos usado la notación *no* para el enunciado contrario a la visión analizada y sobre la cual se construye el mapa cognitivo. Se ha seguido la propuesta de Mellado, 2008.

por *no36*, *no44* y *no48* modelo absolutista. Para el modelo constructivista cada proposición corresponde a los ítems 29, 49, 51, 78, 62 y 65.

- f) Se construye el mapa cognitivo de la profesora de biología. Para la elaboración se adscriben sus respuestas al cuestionario del mapa correspondiente a la noción epistemológica constructivista. El mapa cognitivo de la profesora de biología se muestra en la figura 4.9.
- g) Sobre el uso o propuesta de conectores entre los enunciados, hemos decidido lo siguiente. Para las respuestas que corresponda a parcialmente de acuerdo o parcialmente desacuerdo, se usan conector, como por ejemplo: *Podría ser, supuestamente, a veces, otras*. Los enunciados no contestados son eliminados.
- h) Finalmente, a partir de los mapas cognitivos elaborados, obtenemos una imagen gráfica global por dimensión como también sobre la imagen de ciencia (biología) que permite identificar y caracterizar la concepción de un docente.

#### **4.5. MEDIACIÓN CON PROFESORES DE BIOLOGÍA: AMBIENTE INTENCIONADO DE ACTIVIDAD CIENTÍFICA – TALLER DE REFLEXIÓN DOCENTE (TRD).**

Sobre la coherencia de los entendimientos docentes derivados de la primera fase de la investigación, caracterizados por la aplicación del cuestionario y análisis de narraciones y mapas cognitivos iniciales para las dimensiones, es que se diseña una mediación tendiente a la apropiación y rediseño crítico de modos de enseñanza del aprendizaje basado en el enfrentamiento a la resolución de problemas y a la promoción de competencias de pensamiento científico relativos al contenido científico de *Metabolismo*. Para el diseño de la mediación o intervención se trabaja metodológicamente considerando los elementos propuestos en la **ingeniería didáctica** de Artigue (1995), dado que este tipo de metodología está basado en la concepción, realización, observación y análisis de secuencias de enseñanza desde la complejidad de

una clase y a partir de registros de estudios de casos simples o múltiples cuya validación es interna, basada en la confrontación entre el análisis a priori y a posteriori.

La mediación o intervención está definida bajo la nominación de **taller de reflexión docente (TRD)** la que se desarrolla fundamentalmente a través de interacciones dialógicas entre profesores de biología y un investigador moderador del TRD (ver figura 4.10).

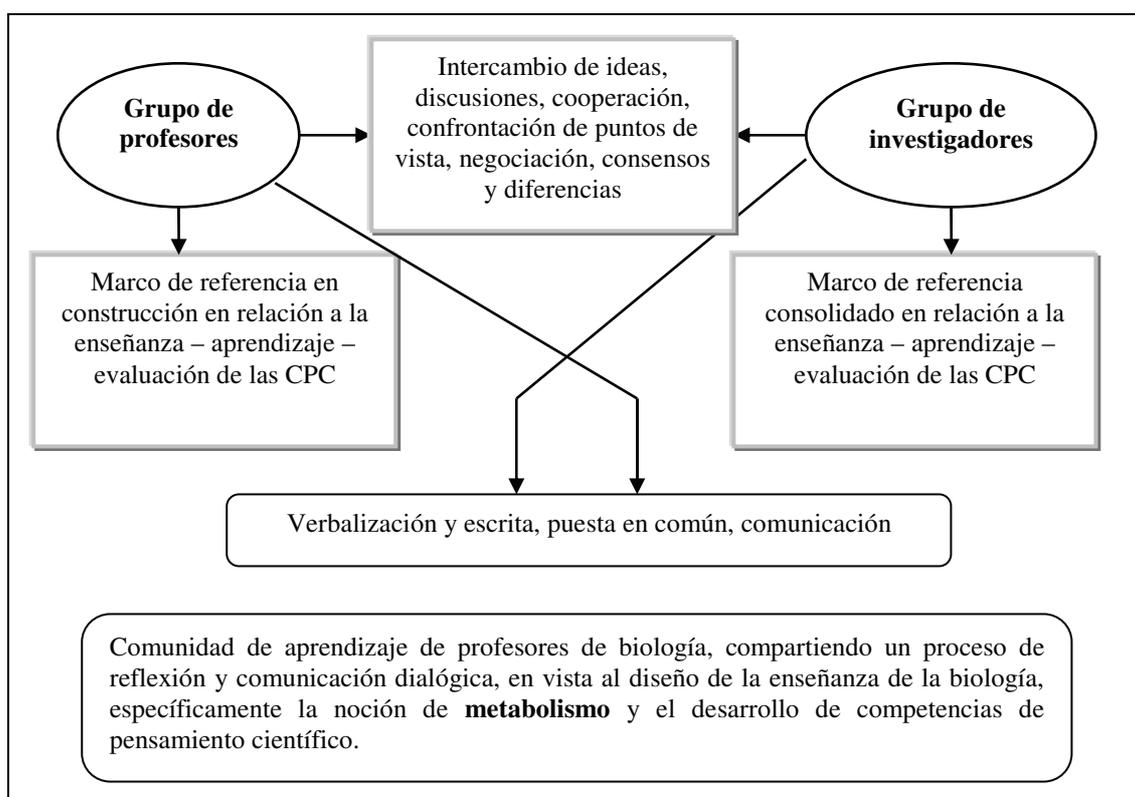


Figura 4.10. Interacciones dialógicas entre profesores de biología y grupo de investigación desde cada marco de referencia para el diseño de una secuencia de enseñanza en biología (adaptado de Copello, 2005).

#### 4.5.1. DISEÑO DEL TALLER DE REFLEXIÓN DOCENTE (TRD)

Con el propósito de identificar y caracterizar las racionalidades epistemológicas y didácticas de 3 profesores de biología implícitas en el diseño de una secuencia de enseñanza de una noción científica específica para el desarrollo de competencias de pensamiento científica, se diseña un TRD que comprende 16 sesiones de trabajo distribuidas en dos horas cronológicas cada una, que se resumen en la tabla 4.8.

Tabla 4.8. Etapas de la mediación dialógica del TRD desde el campo metodológico de una ingeniería didáctica

<b>Etapa de la mediación</b>	<b>Componente de Ingeniería didáctica</b>	<b>Propósitos</b>	<b>Actividad</b>
<b>Decisiones teórico – didáctica sobre qué contenido enseñar</b>	Componente epistemológica	Determinar el contenido científico a trabajar durante el mes de junio del año 2008.  Proponer un instrumento para identificar los entendimientos estudiantiles sobre la noción de <b>metabolismo</b> .	Socializar potencialidades y limitaciones para la enseñanza de una noción científica en particular.  Discusión socializada
<b>Análisis de los entendimientos estudiantiles</b>	Componente Cognitiva	Generar un espacio de reflexión para levantar categorías de análisis sobre los entendimientos estudiantiles	Analizar las respuestas emitidas por los estudiantes a una interrogación inicial ¿Con qué relacionan la palabra metabolismo?
<b>Análisis de una mochila didáctica</b>	Componente epistemológica	Genera un espacio de discusión y reflexión sobre cómo se construye el conocimiento científico, así como evoluciona.	Revisar y analizar distintos dispositivos de enseñanza: libro de texto, guías de aprendizaje, pruebas escritas, otros.
<b>Diseño de la enseñanza</b>	Componente didáctica	Generar un espacio de reflexión sobre materiales de enseñanza.  Proponer criterios para la selección de elementos de una “mochila didáctica” que promuevan el desarrollo de competencias de pensamiento científico	
<b>Observación y análisis de clase</b>	Componente didáctica	Generar un espacio de reflexión desde el metaanálisis de la observación de clase, con una alto componente metacognitivo desde la autorregulación docente	Analizar episodios de clases en que se pone en juego la enseñanza de y hacia el desarrollo de una CPC.

El diseño del TRD esta etapa de la investigación orienta su plan de acción metodológico desde el marco de referencia de una ingeniería didáctica, que surge desde la didáctica de la matemática francesa, de principios de los ochenta (De Faria, 2006) como una metodología para las realizaciones tecnológicas de los hallazgos de la teoría de situaciones didácticas y de la transposición didáctica.

*“... el término ingeniería didáctica designa un conjunto de secuencias de clase concebidas, organizadas y articuladas en el tiempo de forma coherente por un profesor-ingeniero para efectuar un proyecto de aprendizaje de un contenido matemático dado para un grupo concreto de alumnos. A lo largo de los intercambios entre el profesor y los alumnos, el proyecto evoluciona bajo las reacciones de los alumnos en función de las decisiones y elecciones del profesor. Así, la ingeniería didáctica es, al mismo tiempo, un producto, resultante de un análisis a priori, y un proceso, resultante de una adaptación de la puesta en funcionamiento de un producto acorde con las condiciones dinámicas de una clase.” (Douady, 1996:241).*

Artigue (1998) distingue varias dimensiones ligadas a los procesos de construcción de ingenierías didácticas:

- La **componente epistemológica** es entendida como aquella que centra el interés en el conocimiento construido en la disciplina (biología). Por ejemplo **qué se sabe y cómo se sabe** sobre la noción de metabolismo, en este ámbito de la ingeniería, se busca problematizar la temática de interés, se pretende deconstruir la componente de saberes **¿por qué cuesta aprender la noción de metabolismo?** La componente epistemológica considera ámbitos del contenido, análisis de los entendimientos estudiantiles y el análisis de la enseñanza desde las **orientaciones del docente de cómo enseña “algo”**.

- La **componente didáctica** se estructura considerando dispositivos de enseñanza tales como: libro de texto, instrumentos de evaluación, planificaciones, material didáctico. En la componente didáctica es interesante abordarla desde la dimensión del estudiante y del docente, bajo la pregunta **¿Cómo se enseña/aprende un concepto científico?**
- La **componente cognitiva** pretende indagar sobre cómo entienden los estudiantes una noción científica, se vincula directamente con los entendimientos estudiantiles. Estos nos obligan a los docentes proponer conjeturas sobre dificultades en el aprendizaje de alguna noción científica. Una pregunta que orienta la componente cognitiva es **¿Qué características tiene los estudiantes o los docentes sobre las concepciones, dificultades o conjeturas en torno a una noción científica?**

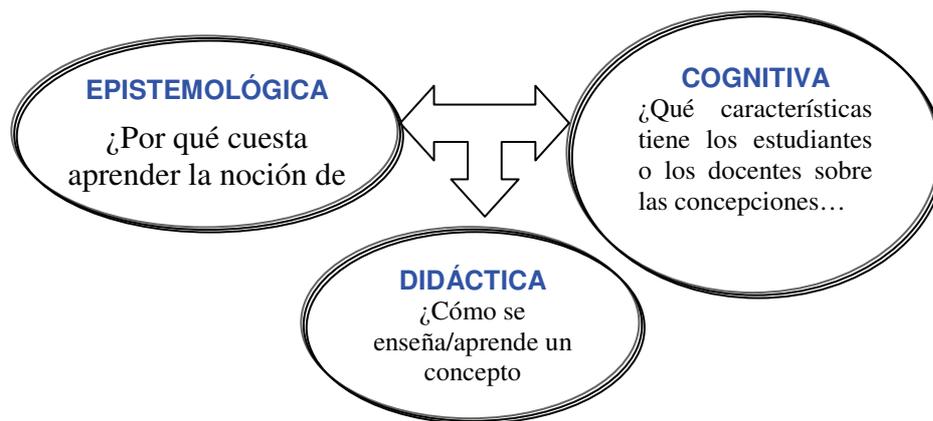


Figura. 4.11. Dimensiones ligadas a una ingeniería didáctica según Artigue (1998).

#### 4.5.1.1. ETAPAS DEL DISEÑO DEL TALLER DE REFLEXIÓN DOCENTE (TRD).

4.5.1.1.1. **FASE DE PLANIFICACIÓN:** Se caracteriza por la definición de propósitos y modos de acción de los participantes del taller. Se establecen orientaciones de trabajo, insumos y los docentes participantes para el taller.

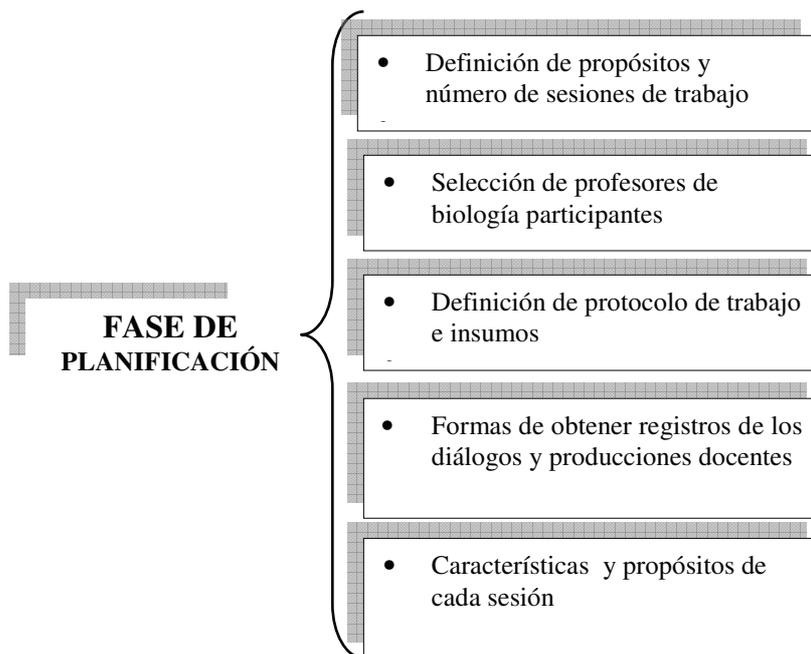


Figura 4.12. Fase de planificación del taller de reflexión docente.

La enseñanza de la ciencia para la formación de un sujeto competente en ciencia capaz de participar activamente como ciudadano comprometido en materias de tecnológicas, nos obliga reorientar nuestros propósitos de enseñanza hacia una enseñanza centrada en el desarrollo de competencias de pensamiento científico desde el contenido científico. Desde esta perspectiva, se decide diseñar el TRD, que invita a participar a tres profesoras de biología para el diseño de una secuencia de enseñanza en biología.

Una aproximación a los propósitos de esta fase se detalla a continuación:

### 1. Definición de propósitos y participantes del TRD

El propósito general de las sesiones docentes es identificar y caracterizar las racionalidades de los profesores de biología sobre el diseño de una secuencia de enseñanza y su incidencia en el desarrollo de competencia de pensamiento científico.



Figura 4.13. Relación entre los propósitos de las sesiones docentes (TRD) y su incidencia en el desarrollo de competencias de pensamiento científico.

Para el TRD y por muestreo teórico se escoge una profesora que trabaja en un colegio municipalizado, que llamaremos María, otra docente que trabaja en un colegio subvencionado, que llamaremos Carol y una última docente, llamada Mariel que trabaja como evaluadora externa de profesores de enseñanza media en un proyecto de la Universidad de La Frontera. A continuación se presenta las características generales de cada docente participante del taller de reflexión docente.

Tabla 4.9. Características generales de los profesores participantes del TRD

Nombre docente	Formación inicial docente	Años de experiencia	Dependencia
María	U. de Concepción	10	Municipalizado
Carol	U. de Concepción	11	Subvencionado
Mariel	U. Metropolitana de Ciencias de la Educación	15	Evaluadora externa de pares en colegios subvencionados y municipalizados

Entendiendo que identificar y caracterizar el pensamiento de un profesor es complejo y está condicionado a múltiples variables, factores o condiciones, es que hemos decidido planificar y diseñar un TRD de 16 sesiones, donde, los docentes y el equipo de investigación en un marco de interacción dialógica (fig. 4.10), deciden sobre qué y cómo enseñar una noción científica específica, en este caso específico, **el metabolismo**.

### **b. Selección de profesores participantes del TRD**

Los docentes seleccionados y participantes de esta etapa de investigación fueron principalmente según el grado de significatividad asignada a los enunciados propuestos en el cuestionario tipo Likert y que quedaron representados en los mapas cognitivos elaborados para cada uno de ellos. Un segundo criterio de selección fue al menos los 10 años de experiencia docente en el sector municipalizado o particular subvencionado, atributo interesante para el análisis desde el desarrollo de un sujeto competente como la importancia de la enseñanza de las ciencias desde el nivel de comprensión contextual.

### **c. Definición de protocolo durante la sesión del TRD**

El taller de reflexión docente surge como instancia de identificar y comprender las concepciones docentes sobre el proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación de la ciencia escolar, específicamente las orientaciones de discusión derivan de la noción científica de metabolismo. Noción que fue consensuada en la primera sesión de trabajo con los docentes.

Los TRD proceden desde las orientaciones metodológicas de una ingeniería didáctica, por lo que se pretende instalar la discusión desde una perspectiva epistemológica, didáctica y cognitiva.

Los participantes del TRD son **tres docentes de biología**, un **coordinador**, un **asistente científico** y un **investigador observante no participante** en las primeras tres sesiones y luego participante hasta el cierre del taller.

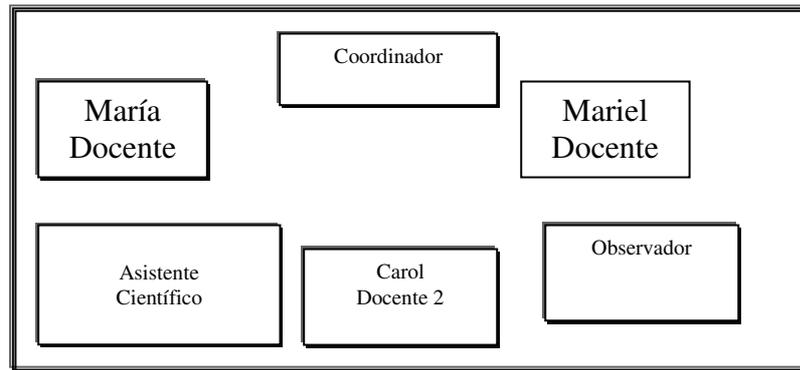


Figura 4.14. Distribución espacial de los participantes del taller de Reflexión Docente (TRD).

### **c.1) Protocolo del Taller de Reflexión Docente**

1. Reconocer la sala en que se llevará a efecto. Estar en ella al menos 10 minutos antes del inicio de la sesión.
2. Distribuir los asientos, en lo posible, en configuración circular. Ubicar en forma estratégica los puestos del Coordinador(a), Observador y del (la) Asistente Científico, así como los lugares de las grabadoras.
3. Revisar y probar el funcionamiento de los dispositivos de registro de audio y video.
4. Recordar los roles: **El Coordinador(a)**: realiza una conducción descentrada, atento a los turnos de los participantes. Vela por la participación activa remitiendo la suya a intervenciones especulares. **El Observador externo**: realiza registros de los turnos de habla y analiza los dominios discursivos de investigadores y profesores participantes. **El (la) Asistente Científico**: Dibuja un esquema con la disposición de los participantes; registra los turnos de habla; levanta registros de un minuto cada 5 minutos de participación.
5. Disponer un jarro con agua fresca y vasos con anticipación y de modo que los participantes accedan libremente a ella.
6. Coordinador y Asistente científico reciben y saludan a los participantes del TRD en cada sesión. Entregan insumos o materiales de trabajo, junto con compartir la propuesta de trabajo de la sesión bajo la estructura propuesta en la tabla 4.7
7. Dar a conocer la duración máxima del Taller de Reflexión Docente, de 120 minutos.
8. Agradecer la participación de los participantes y consultar su opinión sobre el TRD.

<b>Tiempo</b>	<b>Momento/actividad</b>	<b>Breve orientación</b>
15 minutos	Devolución sesión anterior	El grupo de investigación terminada cada sesión de trabajo con los docentes, discute y resalta aquellos aspectos teóricos, epistemológicos, metodológico, didácticos que pueden reportar o enriquecer la “forma de mirar” o concebir la enseñanza, aprendizaje y evaluación de la biología
60 minutos	Orientaciones hacia tareas específicas: Análisis de video, materiales para la enseñanza, de documentos, otros.  Problematización de la enseñanza  Propuestas o diseños de enseñanza y evaluación para el desarrollo de CPC	El TRD orienta la discusión desde distintos planos según los propósitos. Las intervenciones dialógicas o discursivas son mediadas por la coordinadora. El asistente científico y observador sólo interviene con el propósito de aclarar, problematizar o contextualizar una situación de discusión
30 minutos	Análisis de las tareas asignadas por sesión: Dificultades, controversias, desafíos.	El análisis pretende instalar en los docentes la necesidad de definir criterios para el análisis, intentar orientar la enseñanza hacia el desarrollo de CPC para la formación de un sujeto competente en ciencias, visualizar obstáculos epistemológicos y didácticos en la enseñanza y aprendizaje de la biología.
15 minutos	Evaluación docente	Los docentes participan de un metaanálisis, ya sea desde sus propios entendimientos sobre enseñanza, como a partir de una suerte de metacognición desde la experiencia en cada sesión. ¿Cómo han vivido la sesión? ¿Qué ha sucedido en ustedes? ¿Qué hemos podido evidenciar?

Tabla 4.10. Protocolo general del Taller de Reflexión Docente (TRD)

#### **d. Formas de obtener registros de los diálogos y producciones docentes**

La forma de obtener la información de cada sesión de trabajo, la podemos dividir en:

##### **d.1. Grabaciones de audio y video de VHS de las interacciones discursivas o dialógicas de cada sesión.**

Las observaciones de las 16 sesiones del taller de reflexión docente fueron realizadas en el aula dispuesta para estos efectos. Para recoger la información se utilizó grabaciones de video, grabaciones de audio y notas de campo. En la primera sesión no se utilizó videocámara, en esa ocasión se hizo la presentación del taller, principalmente haciendo énfasis en los propósitos del proyecto de investigación, para tal efecto el director del proyecto, explicó el sentido y la posibilidad de crecimiento profesional que el proyecto brindaría a cada uno de los participantes. A partir de la segunda sesión se realizaron las grabaciones, previa autorización de las docentes participantes del TRD. El grupo de investigadores aclara que el uso de las grabaciones será de uso exclusivo para las finalidades de la investigación.

La cámara de video se ubica en un extremo superior de la sala de trabajo, el foco de grabación siempre capturó imágenes de todo el grupo de profesoras e investigadoras en discusión. El técnico responsable de los registros de video, chequea y agudiza la señal de volumen con el propósito de capturar las interacciones dialógica de y entre docentes como del investigador moderador. Posteriormente las grabaciones fueron transcritas por el equipo de investigación. La transcripción textual de la conversación ayuda al lector a acercarse a la interpretación del investigador al observar el aspecto de la realidad que interpreta (Gómez, 2005).

Durante el registro de las notas de campo, se consideró la finalidad de la observación y el destino de los datos (Postic y Deketele, 1992), las que consideran principalmente aquellas sesiones en las que se discute sobre la enseñanza, aprendizaje y evaluación de la noción científica de interés: *El metabolismo*.

### d.2. Producciones docentes.

Las producciones docentes estuvieron vinculadas a la enseñanza del metabolismo y cómo esta incide en el desarrollo de una competencia de pensamiento científico, específicamente *explicar*. Durante el TRD las docentes enfrentaron distintos momentos de discusión, debate y producción. Las instancias de producción se indican en la tabla 4.11.

Codificación sesión	Actividad realizada por los profesores	Producción docente Objetivos/actividades/interrogantes
TRD01040408	Diseño de instrumento para evaluar ideas previas sobre célula y CPC	Instrumento de evaluación inicial que consiste en cuatro preguntas. <b>Si tuvieras la posibilidad mágica de viajar al interior de la célula</b> 1. ¿Qué célula elegirías? ¿Por qué? 2. ¿Cómo te desplazarías en el interior de ella? 3. Si te faltara energía ¿Cómo y dónde podrías recargar las pilas? 4. Si tuvieras que contarle este mágico viaje a un amigo ¿Qué le dirías?
TRD03180408	Análisis de “mochila didáctica”	Informe que da cuenta de posibilidades y limitaciones de la mochila didáctica para diseñar una secuencia de enseñanza del metabolismo y Enumerar tres criterios para seleccionar elementos de la mochila didáctica de modo de promover CPC sobre la base de enfrentamiento a problemas.
TRD05090508	Análisis epistemológico de la noción de metabolismo	Se proponen la pregunta ¿Cómo evaluarías logros de aprendizaje de tus estudiantes en tanto construyes esta noción de metabolismo recién estudiada? Y luego Fundamenta una selección de CPC, que tú evaluarías en tanto construyes esta noción de metabolismo con tus estudiantes. Las docentes no abordaron las interrogantes.

TRD07160508	<p>Análisis fichas de trabajo propuestas por el grupo de investigación.</p> <p>Análisis de videos sobre núcleos conversacionales de la sesión anterior.</p>	<p>Secuencia de enseñanza de la noción de metabolismo y CPC a partir del uso de las fichas de trabajo.</p> <p>De lo anterior las docentes abordan la siguiente pregunta: ¿Qué es lo que tú crees, que el estudiante debe hacer para responder las preguntas propuestas en las fichas?</p> <p>Las docentes abordan por escrito las siguientes interrogantes: ¿Qué piensan o sienten con la situación/episodio que muestra el video, en torno a la discusión sobre la enseñanza de la noción de metabolismo? ¿Qué CPC enfatizamos –como profesores- en la interactividad entre profesores de biología y “estudiante” que quiere aprender sobre el metabolismo? ¿Qué es una actividad cognitiva científica?</p>
TRD08230508	<p>Análisis histórico epistemológico y socio cultural sobre metabolismo</p>	<p>Emiten informe desde tres dimensiones:</p> <p>Desde la componente epistemológica del estudio sobre Concepciones en textos escolares vigentes y de profesores sobre metabolismo.</p> <p>Desde la componente cognitiva abordan interrogantes: ¿Cómo aprendo yo? ¿Cómo aprendo metabolismo yo como docente? ¿Cómo aprenden mis estudiantes?</p> <p>Desde la componente didáctica abordan interrogantes tales como: ¿Qué concepciones de metabolismo enseñar? ¿Para qué enseñar esa concepción de metabolismo? ¿Para qué CPC asociada a esa concepción de metabolismo? ¿Cómo enseñar esa concepción de metabolismo para esos aprendizajes, con base a resolución de problemas?</p>
TRD11200609		<p>Secuencia de enseñanza para la noción de metabolismo.</p>

Tabla 4.11. Sesiones del TRD y los productos docentes involucrados. La codificación da cuenta del taller, n° de sesión y fecha de realización.

### **d.3. Observaciones de clase.**

Uno de los aspectos interesantes e importantes de considerar en nuestra investigación fue, la observación de clase. Esta instancia de recogida de información, se planifica desde las orientaciones que delimitaron el TRD, en la que definimos y acordamos, junto al profesorado, la observación de tres sesiones de clase sobre la enseñanza del metabolismo discutida, analizada y consensuada en algunas de las sesiones de trabajo correspondientes al TRD. Cada sesión atiende a dos horas pedagógicas. Posteriormente, el material de registro es discutido con los propios protagonistas, en un análisis *metadiscursivo* muy valioso para los profesores que participaron de la sesión de discusión. Para efectos de la investigación y de los propósitos de algunas sesiones del TRD, cada una de las clases desarrolladas por las docentes participantes son grabadas en video y luego transcritas totalmente. Luego se realiza un análisis de contenido a partir del programa de Atlasti-ti. El **análisis es semántico centrado en vocablos** que permitió el análisis de categorías emergentes desde los dominios discursivos generados en la sala de clases.

En relación al programa Atlas-ti, el sitio web <http://solotxt.brinkster.net/csn/19atlas.htm> sostiene que el programa de Atlas-ti **Atlas/ti** pertenece a la familia de los **programas para Investigación cualitativa** o de análisis cualitativo de datos (en la que encontraremos también a NUDIST, entre varias decenas más). En los últimos años han empezado a ser utilizados en distintas disciplinas: sociología, antropología, psicología, pedagogía.

#### **d.3.1. Etapas de construcción de un proyecto en Atlas-ti.**

1) **Crear un proyecto y utilizarlo como "contenedor" de nuestros materiales.** Reunimos nuestros documentos primarios y los asignamos a una Unidad Hermenéutica (UH, el nombre que se le da en Atlas/ti a ese proyecto) a la que ponemos un nombre. Los documentos primarios pueden ser los textos que tengamos que interpretar, nuestras notas de lectura de obras sobre los temas que nos interesan, apuntes de nuestras reflexiones, transcripciones de entrevistas que hayamos realizado, fotografías, documentos que hayamos digitalizado.

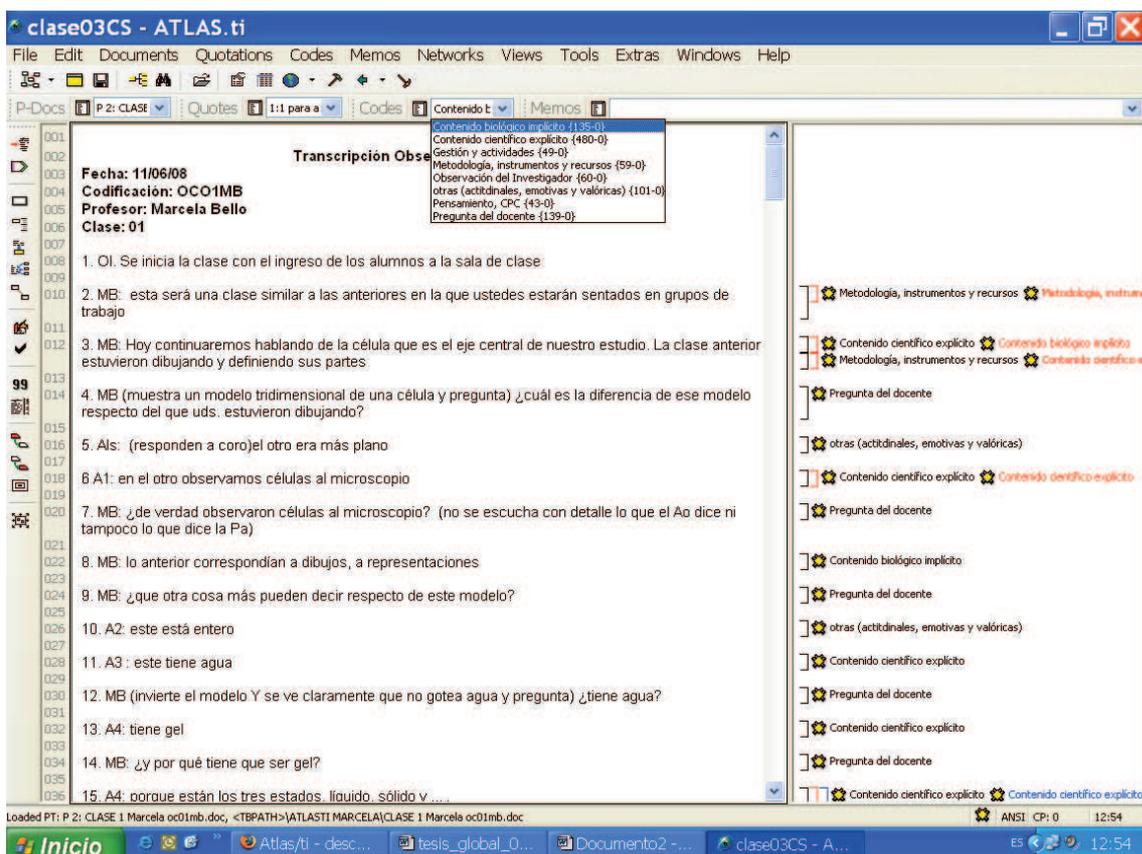
2) **Análisis-Codificación.** Analizamos los documentos y vamos marcando en ellos citas, pasajes. Asignamos a estas citas distintos códigos, que pueden estar creados previamente o que podemos ir creando sobre la marcha. Por supuesto, un código puede estar asignado a multitud de citas y cada cita puede estarlo a muchos códigos. Un recurso complementario para el análisis es la posibilidad de establecer relaciones directas entre citas, relaciones del tipo "contradice a", "apoya a", o las que nosotros podamos crear. Entre los códigos, la asignación de citas a códigos y las relaciones directas entre citas, es posible crear una auténtica malla hipertextual, en la que convivan varios hilos argumentales que pueden estar en constante actualización, a medida que profundizamos en el análisis o vamos incorporando nuevos datos.

3) **Notas.** Eventualmente, se nos pueden ocurrir ideas que no van adjuntas a un documento primario. Las redactamos en forma de **nota**. No forman parte de un texto externo (caso de los documentos primarios), sino que directamente están incluidas en la UH. También a ellas pueden asignárseles códigos.

4) **Teorizar/Interpretar.** Se supone que a estas alturas, analizados nuestros datos, hemos ganado mucho en nuestro conocimiento de estos y en la comprensión de los fenómenos y relaciones que subyacen en éstas. A "tejer" esto se le puede llamar trabajo de teorización. Como resultado de esto (o tal vez como ayuda para esto) podemos organizar nuestros objetos en **redes**; para ello contamos con un editor especial, una especie de pizarra a la que podemos traer cualquiera de los objetos antes mencionados. Evidentemente, se nos quiere facilitar un trabajo de construcción de mapas conceptuales, en este caso más complejos y con más potencialidades que en un programa enfocado exclusivamente a ello como pudiera ser **VisiMap** (al que pronto *Casi Nada* piensa dedicar un artículo). Pero ocurre, además, que estas vistas de red (pueden, por cierto, convivir tantas como queramos en una UH, ya que en el fondo no son sino vistas parciales de las relaciones dentro de la UH) tienen cualidades que nos permitirán profundizar en nuestra teoría en construcción y (esto es un punto importante) poder recorrer el camino hacia atrás y recuperar aquella cita o aquella nota que fundamenta tal o cual hipótesis. Ese camino hacia atrás puede ser necesario en distintos momentos: cuando nos cuestionamos algo y queremos someterlo a verificación o cuando pretendemos exponerlo a otras personas y queremos recurrir a la "cita" exacta

que está en la base de nuestra afirmación. Hay un camino adelante y atrás que nos recuerda la descripción de Pierre Vilar del trabajo del historiador como un constante recorrido *del ejemplo al razonamiento y del razonamiento al ejemplo*, algo que podríamos extender a tantísimo campos del trabajo intelectual.

5) **Búsquedas.** En cualquier momento podemos formular búsquedas a través de todos los componentes de la UH. Pueden ser de tipo simplemente textual (se nos ofrecen recursos para hacerlas bastante complejas si lo precisamos) o aprovechar la asignación de códigos a citas y las distintas relaciones entre los elementos, mediante lo que se llama aquí "búsqueda semántica", etc.



El análisis de contenido según Bardín (1977) y Pérez – Serrano (1998) se caracteriza por:

- **Centrase en vocablos** y otros símbolos de comunicación, en este caso se identifican vocablos implícitos y explícitos vinculantes con el contenido científico en discusión, como aquellos relacionados con competencias de pensamiento científico.
- **Decomponer las textualidades transcritas** en unidades de información con sentido independiente, con el propósito de categorizar.
- **Describir objetiva** y sistemáticamente la información

El análisis de contenido es en ocasiones de tipo *manifiesto* según Pérez-Serrano (1998) dado que, el análisis considera lo que el sujeto dice sin que se suponga nada, como en ocasión *latente* ya que, se trata de inferir el significado del discurso del docente como de las repuestas emitidas a alguna pregunta. El análisis de discurso permite establecer criterios, proponer caracterizaciones como también hacer inferencias sobre el foco de investigación. Un análisis de este tipo fue realizado por Uribe (2008) para análisis de las textualidades estudiantiles sobre variabilidad y de esa forma identificar y caracterizar el nivel de desarrollo de ciertas habilidades cognitiva lingüísticas existentes en los estudiantes de enseñanza media.

<b>Códigos</b>	<b>Significado</b>
CBE	Contenido Biológico explícito
CBE- Alumnos	Contenido Biológico explícito alumnos
CBI	Contenido Biológico Implícito
CBI- Alumnos	Contenido Biológico Implícito alumnos
METODO	Metodología, recursos
CPC	Pensamiento, competencias de pensamiento
GESTIÓN	Gestión, actividades
PREG	Preguntas docentes
OTRAS	Otras (actitud, emoción, valores)

Las categorías emergentes del análisis de los dominios discursivos de la observación de clase definidos son los siguientes:

### e. Características y propósitos de cada sesión

En cada una de las sesiones de trabajo los docentes abordan al menos una interrogante y un desafío para la discusión en la tabla 4.12 se indica el propósito y las preguntas en discusión de cada sesión.

Sesiones TRD	Propósitos de la sesión	Preguntas orientadoras de la sesión	Unidad de análisis
TRD01	<p>Socialización de propósitos y dinámica de trabajo durante las 16 sesiones con los docentes.</p> <p>Orientar a las docentes sobre la metodología de trabajo, desde la propuesta de ingeniería didáctica de Artigue.</p> <p>Determinar el contenido científico en el que centramos la discusión</p> <p>Proponer y definir un instrumento que permita identificar los entendimientos estudiantiles sobre la noción científica elegida, <i>Metabolismo</i>.</p>	<p>¿Cómo creemos que los estudiantes entienden la noción de metabolismo?</p> <p>¿Qué nociones son previas a la enseñanza del metabolismo?</p>	SDB01040408
TRD02	<p>Análisis de los entendimientos estudiantiles sobre metabolismo.</p> <p>Profesores levantan conjeturas de posibles respuestas estudiantiles.</p>	<p>¿Qué conjeturas Uds. puede levantar del análisis de las respuestas de los estudiantes?</p> <p>Las preguntas que los estudiantes abordaron son:</p> <p>a. Enuncie 2 o 3 frases de la vida diaria en que aparezca la palabra metabolismo.</p> <p>b. La palabra metabolismo con qué la relacionas.</p> <p>Indica que significa el resultado del IMC</p>	SDB02110408

TRD03	<p>La sesión pretende un análisis personal y colectivo sobre materiales para la enseñanza desde la metáfora: Análisis de una <i>mochila didáctica</i> para la enseñanza de metabolismo.</p>	<p>P1. Qué posibilidades y limitaciones te brindan los elementos de esta <i>mochila didáctica</i> para diseñar (caracterizar, relatar, argumentar, tipificar) una secuencia de enseñanza posible para el metabolismo. Explica brevemente tus reflexiones.</p> <p>P2. Enuncia al menos tres criterios para seleccionar elementos de la <i>mochila didáctica</i> de modo de promover competencias de pensamiento científico sobre la base del enfrentamiento a la resolución de problemas. Enumera tus criterios en orden de prioridad.</p> <p>P3. Criterios para seleccionar elementos de la mochila didáctica</p> <p>P4. Qué son para ustedes la CPC.</p>	SDB03180408
TRD04	<p>Realizar un análisis epistemológico sobre la noción de metabolismo a partir de la lectura “La noción de alimentación y su representación en alumnos escolarizados” Rivarosa, S y De Longhi, A (2006)</p>	<p>P1. Cómo se activa la representación de la noción de alimentación en estos estudiantes?</p> <p>P2. Cuáles fueron los principales resultados o hallazgos de los investigadores entre las representaciones científicas de los adolescentes y sus prácticas culturales?</p> <p>P3. ¿Qué valor tiene para</p>	SDB042508

		<p>nosotros –como profesores- conocer las representaciones tanto científicas como culturales en torno a una noción que se quiere enseñar?</p>	
TRD05	<p>Discutir sobre la noción de metabolismo que se desea enseñar.</p>	<p>P1. ¿Qué entendemos por metabolismo?</p> <p>P2. ¿Cuál es la noción de metabolismo que deseamos enseñar?</p> <p>P3. ¿Cómo evaluarías logros de aprendizaje de tus estudiantes en tanto construyes la noción de metabolismo recién estudiada?</p> <p>P4. Fundamenta una selección de CPC, que tú evaluarías en tanto construyes esta noción de metabolismo con tus estudiantes</p>	SDB05090508
TRD06	<p>Analizar interacciones dialógicas entre profesores –los propios del taller- con el propósito de evidenciar dificultades y obstáculos presentes en la enseñanza</p>	<p>P1. ¿Qué piensan o sienten con la situación (episodio) que muestra el video, en torno a la discusión sobre la enseñanza de la noción de metabolismo?</p> <p>P2. ¿Qué CPC enfatizamos – como profesores en la interactividad entre profesores de biología y “estudiante” que quiere aprender sobre el metabolismo?</p> <p>P3. ¿Qué es una actividad cognitiva científica?</p> <p>P4. Alguien propuso las actividades de las fichas para evaluar aprendizajes de esta noción de metabolismo.</p> <p style="margin-left: 40px;">i. Elige tres de ellas</p> <p style="margin-left: 40px;">ii. Argumenta las</p>	SDB06160509

		CPC que permite evaluar cada una.	
TRD07	Abordar, analizar y discutir en torno a una situación problemática con el propósito de comenzar a iniciar el diseño de la enseñanza de metabolismo.	<p style="text-align: center;"><b>Situación Problema</b></p> <p>“Todas las personas tenemos células cancerígenas que alteran el metabolismo de un individuo en condiciones específicas. Estas células en ocasiones manifiestan cambios en su actividad metabólica que se traduce en la expresión de genes que promueven la división celular descontroladamente. Una manera de combatir el cáncer es a partir de sustancias químicas las cuales provocan un envenamiento de estas, dada que ellas desarticulan los procesos metabólicos involucrados en la vida de una célula cancerígena”.</p> <p>Considerando el relato científico anterior, abordemos el problema presentado:</p> <p>P1. Cuando un científico piensa en la elaboración de un fármaco para anular el efecto de las células cancerígenas ¿Cómo te imaginas que el científico se enfrenta a este problema para cumplir con este propósito? ¿Qué hace?</p> <p>P2. Según el relato científico anterior, en qué pensamos como profesores de biología cuando decimos que “Una célula</p>	SDB07230508

		<p><i>manifiesta cambios en su actividad metabólica”.</i></p> <p>P3. Si tuviéramos que argumentar con un grupo de científicos los antecedentes propuestos en el relato científico para comunicarlo a un grupo de estudiantes de enseñanza media:</p> <p>P4. Si tuvieras que trabajar este texto con tus estudiantes ¿Qué entidades o elementos teóricos vinculantes con la noción de metabolismo consideras importante de discutir en tu rol de profesora de biología?</p> <p>P5. De qué manera se articulan las entidades teóricas seleccionadas para la noción científica de metabolismo. Propón un modelo esquemático que las relacione entre sí. Explícalo brevemente.</p>	
TRD08	<p>Analizar cómo un dispositivo de enseñanza colabora o favorece que el estudiante comprenda los conceptos comprometidos.</p> <p>Anticipar posibles respuestas estudiantiles a las actividades propuestas.</p>	<p>A partir del video de la célula desde el sitio <a href="http://www.youtube.com/watch?v=cIC2eec7xVA&amp;feature=related">http://www.youtube.com/watch?v=cIC2eec7xVA&amp;feature=related</a></p> <p>¿Qué definición de metabolismo hemos de asumir?</p>	SDB08300508

TRD09	Analizar la actividad estudiantil a partir del diseño de para la clase uno	¿Cuál está siendo en cada minuto la actividad cognitiva de los estudiantes?  ¿Cómo estamos teniendo registro de lo que está pasando con ellos, mientras va transcurriendo los distintos momentos de la clase?	SDB09060608
TRD10	Analizar una sesión de clase realizado por un docente participante del TRD con el propósito de redefinir el diseño de enseñanza	P1. ¿Qué actividad desarrollaran los estudiantes de tal manera que estemos promoviendo una actividad cognitiva?  P2. ¿Qué CPC estamos promoviendo?	SDB10130608
TRD11	Analizar la práctica docente a partir de las grabaciones de audio de las clases desarrolladas por las docentes participantes del TRD	P1. ¿Qué características podemos evidenciar de la práctica? P2. ¿Qué sugerencias podemos aportar para mejorar u optimizar la clase?	SDB11200608
TRD12	Analizar las producciones estudiantiles –papelografos derivados del abordaje de una citación problémica-		SDB12270608
TRD13	Analizar la secuencia de enseñanza propuesta por las docentes.  Identificar y analizar algún episodio en donde se “aprecia” la CPC, señalando los indicadores que permiten identificarla.	P1. ¿Qué indicadores podemos visualizar para caracterizar la CPC?	SDB13040708

TRD14	<p>Socializar la secuencia de enseñanza rediseñada luego de revisar los videos de clases por los profesores</p> <p>Identificar algunos episodios de la clase en que se manifiesta la competencia a partir del análisis de video</p>	<p>P1. ¿Qué criterios definieron para rediseñar la clase de metabolismo propuesta?</p> <p>P2. ¿Qué episodios de la clase observada manifiestan una competencia de pensamiento científico?</p>	SDB14110708
TRD15	<p>Diseñar un instrumento que permita evaluar competencias de pensamiento científico</p>	<p>¿Qué indicadores podemos proponer para identificar una competencia de pensamiento científico</p>	SDB15010808
TRD16	<p>Evaluación</p>	<p>¿Qué les ha parecido el trabajo desarrollado en todo este tiempo?</p> <p>¿Qué aspectos valiosos pueden rescatar?</p> <p>¿Qué aspectos sintieron fue una dificultad o limitación?</p>	SDB16110808

Tabla 4.12. Resume propósitos y preguntas directrices propuestas en cada sesión del TRD.

Tabla 4.13. Diseño de enseñanza para la noción de metabolismo propuesto por las docentes participantes del TRD

ORIENTACIONES PARA LAS ACTIVIDADES DEL DOCENTE Y DEL ESTUDIANTE				
Sesión de Clase (SC = 90')	Finalidades didácticas y pedagógicas	Actividades de Aprendizaje como proceso de desarrollo	Recursos materiales	
Sesión 1	<p><b>F1)</b> Identificar las representaciones de los estudiantes sobre la organización de la célula.</p> <p><b>F2)</b> Orientar y facilitar espacios de “nuevas miradas” a los estudiantes en el contexto de que la célula está en permanente actividad y dinamismo que da cuenta del metabolismo.</p> <p><b>F3)</b> Situar a los estudiantes en contexto sobre la actividad celular.</p> <p><b>F4)</b> Promover la imaginación en los estudiantes desde la observación de un video</p>	<p><b>Actividad 1.</b> El profesor comparte el propósito general de la clase. Luego comparte con los estudiantes el MDA de célula. Realiza algunas preguntas que obliguen a los estudiantes identificar las entidades del modelo de célula, con énfasis en la composición del citoplasma como estado coloidal.</p> <p><b>Actividad 2</b> Los estudiantes del curso observan un video de la actividad celular.</p> <p><b>Actividad 3</b> Los estudiantes abordan individualmente 4 preguntas con la siguiente estructura:</p> <p><b>Si tuvieras la posibilidad mágica de viajar al interior de la célula:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Qué célula elegirías? ¿Por qué?</li> <li>2. ¿Cómo te desplazarías en el interior de ella?</li> <li>3. Si te falta energía ¿Cómo y Dónde podrías recargar las pilas?</li> <li>4. Si tuvieras que contarle este mágico viaje a un amigo ¿Qué le contarías?</li> </ol>	<p>Modelo analógico de célula intencionado a identificar estructuras celulares y reconocer el estado coloidal del citosol.</p> <p>Video: La célula. Pretendemos mostrar a los estudiantes una célula siempre activa y que lleva a cabo muchos procesos, “hace siempre muchas cosas”.</p> <p>Preguntas directrices para evaluación de ideas alternativas.</p>	<p><b>Dispositivos y estrategias de evaluación</b></p> <p><b>D1.-Modelo Didáctico Analógico (MDA)</b> previamente elaborado y analizado por el docente y el G.Investigación FONDECYT 1070795</p> <p><b>D.2.- Video: La célula.</b> Identificar el escenario donde ocurre metabolismo. Se congelan imágenes y se problematizan con el propósito de rescatar ideas que dan cuenta de metabolismo</p> <p><b>D.3.- Debate.</b> Los estudiantes abordan las preguntas individualmente y luego comparten sus respuestas</p>

Segunda Parte ORIENTACIONES PARA LAS ACTIVIDADES DEL DOCENTE Y DEL ESTUDIANTE			
Sesión de Clase (SC = 90')	Finalidades didácticas y pedagógicas	Actividades de Aprendizaje como proceso de desarrollo	Recursos materiales
Sesión 2	<p>(F1). Reconocer la organización celular con el propósito de discutir que la forma y función celular está determinada por la acción de algunos organelos.</p> <p>(F2). Contrastar las conjeturas propuestas a partir de las preguntas y la información entregada en el power point.</p>	<p><b>Actividad 1.</b> El profesor retoma la discusión de la sesión anterior relacionada con las preguntas propuestas en la sesión anterior.</p> <p><b>Actividad 2</b> A partir de las preferencias explicitadas por los estudiantes, se explica atributos generales de cada célula. Por ejemplo espermio, glóbulo rojo a través de un power point</p> <p><b>Actividad 3</b> En grupos de trabajo, los estudiantes abordan la situación problemática propuesta</p>	<p>ojas de respuesta de estudiantes de las 4 preguntas.</p> <p>ower point sobre características de tipos celulares.</p>
			<p>Dispositivos y estrategias de evaluación</p> <p><b>D1. Relatos estudiantiles</b></p> <p><b>D2. Power point sobre forma y características de tipos celulares.</b></p> <p><b>D3. Situación Problemática</b> intencionada al desarrollo de CPC como <b>argumentar.</b> La situación problemática fue propuesta por la docente Mariela Dattoli y socializada en el grupo de investigación.</p>

Segunda Parte ORIENTACIONES PARA LAS ACTIVIDADES DEL DOCENTE Y DEL ESTUDIANTE			
Sesión de Clase (SC = 90')	Finalidades didácticas y pedagógicas	Actividades de Aprendizaje como proceso de desarrollo	Recursos materiales
Sesión 3	<p>(F1) Identificar nociones de metabolismismo en los estudiantes.</p> <p>(F2) Promover el debate desde el modelo teórico de célula para abordar situaciones problemáticas y de esa forma identificar niveles de decisión y creatividad</p>	<p>El profesor retoma la sesión anterior leyendo nuevamente la situación problemática y orienta a los estudiantes para el diseño del papelógrafo.</p> <p><b>Actividad 1.</b></p> <p>Los estudiantes retoman el diseño de los papelografos en función de la situación problemática propuesta</p>	<p>• papelografos de los estudiantes</p>
			<p><b>Dispositivos y estrategias de evaluación</b></p> <p><b>D1. Situación Problemática</b> intencionada al desarrollo de CPC como <b>argumentar.</b> La situación problemática fue propuesta por la docente Mariel y socializada en el grupo de investigación</p> <p><b>D2. Discusión en grupos de trabajo</b> orientado a la toma de decisiones teóricas y prácticas para el diseño del papelógrafo y a compartir elementos teóricos relevantes para la propuesta y defensa del papelógrafo.</p> <p><b>D3. Debate</b> orientado al desarrollo de CPC desde la problematización de las aportaciones teóricas propuestas en el papelógrafo.</p>

Segunda Parte ORIENTACIONES PARA LAS ACTIVIDADES DEL DOCENTE Y DEL ESTUDIANTE			
Sesión de Clase (SC = 90')	Finalidades didácticas y pedagógicas	Actividades de Aprendizaje como proceso de desarrollo	Recursos materiales
	(F1) Reconocer en los estudiantes niveles de argumentación	<p><b>Actividad 1.</b> Los estudiantes pegan los papelografos alrededor de la sala y luego se realiza una análisis de papelografos cruzado, usando como material para el análisis las preguntas problematizadoras</p> <p><b>Actividad 2</b> Los estudiantes deben analizar el papelografo desde las preguntas problematizadoras propuestas.</p> <p><b>Actividad 3</b> Los estudiantes a través de una exposición oral representan sus saberes e inquietudes sobre el papelografo analizado y cómo este da cuenta de la noción de metabolismo</p> <p><b>Actividad 4.</b> Cada grupo de trabajo recoge una idea o frase del papelografo en cuestión y transcribe el dato en un papel. Luego se comparten las ideas de metabolismos extraídas y se contrasta con la noción de metabolismo erudita</p>	<p>• apelografos de los estudiantes</p> <p>• reguntas para problematizar papelografos: a) Con el propósito de hacernos una idea de lo que es el metabolismo de los seres vivos ¿Qué elementos nos entrega el papelografo analizado? b) Por lo tanto, ¿Qué es metabolismo para este papelografo? En qué estas deacuerdo, en qué discrepas, qué le agregarías. c) Después de revisar y analizar el papelografo ¿Qué pregunta le harías a los autores? ¿Por qué?</p> <p>• Noción erudita de metabolismo</p>
			<p>Dispositivos y estrategias de evaluación</p> <p><b>D1. Situación Problemática</b> intencionada al desarrollo de CPC como <b>argumentar</b>. La situación problemática fue propuesta por la docente Mariel y socializada en el grupo de investigación</p> <p><b>D2. Preguntas problematizadoras</b> propuestas por el grupo de investigación y socializadas con los docentes.</p> <p><b>D3. Debate</b> orientado al desarrollo de CPC desde la problematización de las aportaciones teóricas propuestas en el papelografo.</p>

De las 16 sesiones de trabajo con las docentes, se decide trabajar fundamentalmente con aquellas en que los **diálogos discursivos** sobre enseñanza y aprendizaje de la noción de metabolismo son diversos y altamente significantes desde la perspectiva en la que se hace el análisis como en las tendencias epistemológicas y didácticas existentes en los profesores, de tal manera de enriquecer nuestros análisis. Las sesiones elegidas para el análisis fueron: 03, 06, 08 y 09.

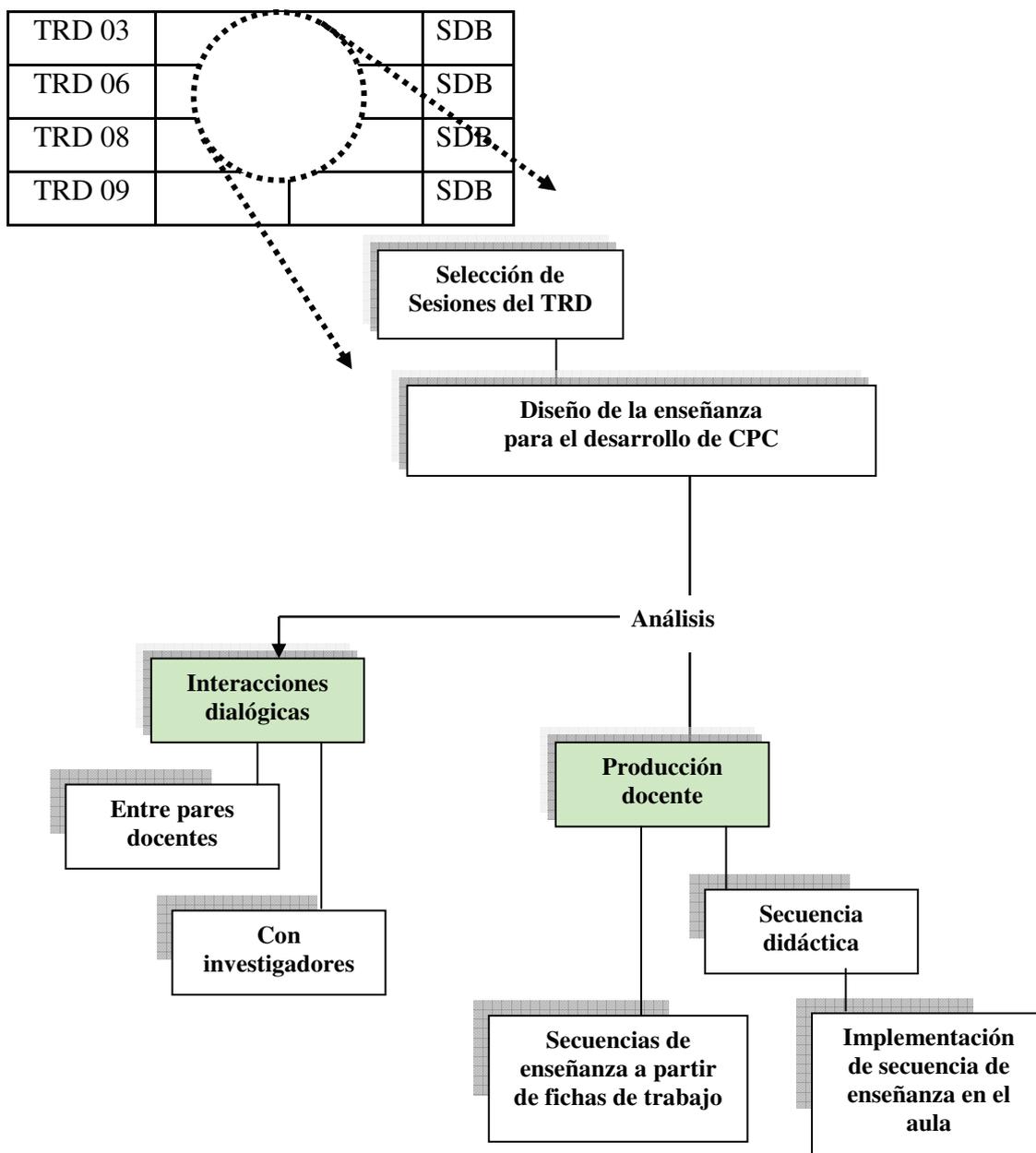


Figura 4.15. Selección de sesiones del TRD y respectivos productos docentes para el análisis e interpretación de las racionalidades docentes.

#### 4.5.1.1.2. FASE DE IMPLEMENTACIÓN

Considerando las orientaciones precedentes, tenemos que cada taller se ha diseñado considerando las orientaciones derivadas de la metodología de una ingeniería didáctica propuesta por de Artigue (1995), que se desarrolla como un espacio diverso y abundante en interacciones dialógicas entre docentes e investigadores.

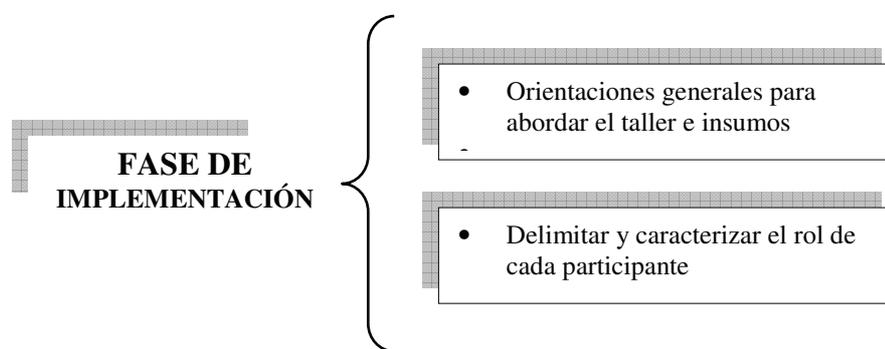


Figura 4.16. Fase de implementación del taller de reflexión docente.

##### **a. Orientaciones generales para abordar el taller de reflexión docente e insumos**

El TRD comienza el 04 de abril de 2008 y culmina el 11 de agosto de 2008. En total se realizan 16 sesiones de reflexión. Fundamentalmente, el trabajo estuvo orientado en compartir y debatir creencias, concepciones, ideas sobre la enseñanza de una noción científica específica (el metabolismo) desde un enfoque epistemológico, cognitivo y didáctico, relevando que, las decisiones y los enfoques de la discusión atienden hacia la formación un sujeto competente en ciencias, que está orientada hacia una enseñanza para el desarrollo de competencias de pensamiento científico.

Las orientaciones del TRD estuvieron marcadas por las racionalidades de los profesores declaradas, teóricamente en el cuestionario tipo Likert, como en los antecedentes recogidos de las entrevistas en profundidad y grupo de discusión en la que participaron algunos docentes de biología.

La pregunta que orienta la discusión, análisis e interpretación de las textualidades docentes en el marco del TRD fue: **En qué medida las discusiones docentes sobre planificación, diseño y ejecución de la clase sobre metabolismo se orientan hacia el desarrollo y evaluación de competencias de pensamiento científico.** Esta interrogante no fue compartida con las docentes participantes, sino que, representa la interrogante directriz para iniciar los análisis y discusión del autor de la tesis.

### **a.1. Insumos para el desarrollo del Taller de Reflexión Docente**

El TRD cuenta con los siguientes insumos:

<b>Bibliográficos</b>	<b>Tecnológicos</b>	<b>Estrategias/actividades</b>
<b>Dossier bibliográficos</b> i. Curso de Ingeniería didáctica para la enseñanza de las Ciencias y la Promoción de Sujetos Competentes. ii. Curso de Ingeniería didáctica para la enseñanza de las Ciencias y la Promoción de Sujetos Competentes. Componente histórico epistemológico acerca de y sobre el metabolismo.	Video Grabador VSH Grabadoras de audio Notebook	Discusión socializada  Problematización de la enseñanza sobre metabolismo.  Análisis de producción docente y observación de clases (videos) (meta-relato).

## **a.2. Bibliografía propuesta en los dossiers**

### **a.2.1. Curso de Ingeniería didáctica para la enseñanza de las Ciencias y la Promoción de Sujetos Competentes.**

El dossier fue dividido en módulos según el diseño del TRD y con el propósito de facilitar y orientar la lectura personal de los docentes participantes.

#### **Modulo I. Entendimientos Estudiantiles y Análisis Didácticos**

**Objetivo general:** Conocer los elementos estructurantes de la Ingeniería didáctica y su relación con al enseñanza de la biología escolar.

Artigue, M.; Douady, R.; Moreno, L. y Gómez, P. (Ed.) (1995). Ingeniería Didáctica en Educación Matemática. Grupo editorial Iberoamericana, S.A. pp. 33-59.

Ferrari, M. (2003). Ingeniería Didáctica. Extraído de Una visión socioepistemológica. Estudio de la función logaritmo. Tesis de Maestría. Programa de Maestría en Matemática Educativa, Cáp. 2, pp. 41-66. CINVESTAV, IPN, México D.F (5 páginas).

Labarrere, A y Quintanilla, M (2002). La solución de problemas científicos en el aula. Reflexiones desde los planos de análisis y desarrollos. Pensamiento Educativo. Vol.30 pp. 121-137.

#### **Modulo II. Estudios Históricos-epistemológicos y socioculturales**

**Objetivo general:** Conocer algunas orientaciones teóricas sobre la construcción desconocimiento desde una perspectiva histórica.

Pessoa, AM. (2007). Las prácticas experimentales en el proceso de enculturación científica. En Enseñar ciencias en el nuevo milenio: retos y propuestas. Ediciones Pontificia Universidad Católica de Chile. Cáp. 4 pp. 73-90.

Izquierdo, M. (2006). ¿Qué sabemos actualmente sobre la construcción del conocimiento? Documento editado por el departamento de DCE de la Universidad Autónoma de Barcelona. Pp. 01-23.

### **Modulo III. Diseño de la Ingeniería didáctica**

**Objetivo general:** Discutir aspectos epistemológicos, cognitivos y didácticos de y sobre la enseñanza de la biología escolar.

Sanmartí, N (1997). Enseñar y aprender Ciencias: Algunas reflexiones. En Sanmartí, N y Puyol, R.M (2000). Guía praxis de ciencias de la naturaleza. Barcelona: Ed. Praxis. Pp. 9-42.

### **Modulo IV. Predicción de desempeños estudiantiles**

Lectura sugerida

#### **a.2.2. Curso de Ingeniería didáctica para la enseñanza de las Ciencias y la Promoción de Sujetos Competentes. Componente histórico epistemológico acerca de y sobre el metabolismo.**

Alonso, M; Bekerman, D; Greco, M; Garófalo, J; Monti-Hughes, A; Stella, C y Galagovsky, L. (2005). Química y biología celular: Desarrollo, implementación y evaluación de estrategias de enseñanza y análisis de obstáculos de aprendizaje. Tercer encuentro de Investigación en Didáctica de la Biología.

Assis, A y Baierl, O (2003). Algunas consideraciones sobre o ensino e a aprendizagem do conceito de energia. *Ciencia & Educacao* Vol.9, Nº 1, pp. 41-52.

Carnicer, J; Furió, C García, M.J; Martínez, R; Matoses, V y Uso, F (1993). Facilitando el cambio didáctico en la formación permanente del profesorado de ciencias. Estudio de caso. Enseñanza de las ciencias, Número extra. IV congreso.

Garófalo, J; Alonso, M y Galagovsky, L. (2005). Nutrición y metabolismo celular: Modelos representacionales y estrategias cognitivas que operan en docentes y estudiantes universitarios. Tercer encuentro de Investigación en Didáctica de la Biología.

González, F y Paleari, ML. (2006). O ensino da digestão-nutrição na era das refeições rápidas e de culto ou do corpo. *Educação & Ciência*, Vol. 12, No. 1, pp. 13-24.

López, D; Quijano, S y Erazo, E. (2005). El problema de la nutrición: Una mirada desde el aula de clase. *Revista electrónica de la Red de Investigación Educativa*. Vol. 1 N° 3. Disponible en <http://revista.iered.org>.

Pereira, M.F y Martins, I.P. (1993). Como melhorar competencia científica de profesores de ciencia: Un modelo constructivista de formacao. *Enseñanza de las ciencias*, Número extra. IV Congreso.

Rivarosa, S. y De Longhi, A. (2006). La noción de alimentación y su representación en alumnos escolarizados. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* Vol. 5 N° 3.

De Arruda Silva, L. y Pacheco, R. (2006). A mediação pedagógica em uma disciplina científica como referencia formativa para a docencia de futuros profesores de biología. *Ciência e Educação*, Vol. 12, N° 1, pp. 57 – 72.

Pozo, J. I y Carretero, M. (1987). El adolescente como científico: Pensamiento formal y concepciones espontáneas. *Enseñanza de las ciencias*, Número extra.

Romero, C. \_\_\_\_\_. Como aprender y enseñar biología utilizando aprendizaje cooperativo. En <http://www.greidi.uva.es/JAC07/ficheros/45.pdf>

## 2. Delimitar y caracterizar el rol de cada participante

Durante el TRD participaron tres docentes de biología en activo y tres investigadores. El rol de cada uno de los docentes participantes se detalla en la siguiente tabla 4.14.

<b>Nombre docente/investigador participante</b>	<b>Rol en la investigación</b>	<b>Rol en el Taller de Reflexión docente</b>
Dra. Leonora Díaz	Investigador proyecto Fondecyt 1070795	Coordinadora de cada una de las sesiones de trabajo. Modera cada una de la intervenciones discursivas, cómo a su vez, problematiza las situaciones propuestas o derivadas de la discusión Participa de la planificación, implementación y evaluación de cada taller
Dr. Alberto Labarrere	Investigador proyecto Fondecyt 1070795	Observador no participantes durante las primeras tres sesiones, rol que varía en el curso del taller, dado a la necesidad de conceptualizar y orientar la discusión hacia el desarrollo de competencias de pensamiento científico.
Eduardo Ravanal	Tesista Proyecto Fondecyt 1070795	Observador no participante en las primeras tres sesiones, luego se incorpora en la discusión sobre diseño de la enseñanza y evaluación de CPC. Participa toma de registros escritos y de audio para posterior análisis.
Docentes	Participantes	Participan de la discusión como interlocutores activos de diálogo. Abordan las tareas asignadas por el grupo de investigación. Proponen, sugieren y tomas decisiones sobre enseñanza y evaluación para una noción científica específica. Ejecutan el diseño planificado y consensuado por el grupo.

Tabla 4.14 Rol de los participantes del Taller de Reflexión Docente

#### **4.6. ALGUNAS CONSIDERACIONES DESDE LA INVESTIGACIÓN**

Durante la investigación se tomaron una serie de decisiones metodológicas, que de alguna manera, permitieron recoger información pertinente a nuestros propósitos e interrogantes de investigación. Sin embargo, durante el año 2007, momento en el que se desarrolló el taller de reflexión docente, nuestro país sufre la llamada “*Revolución Pingüina*”, movilización estudiantil nacional que exigió a las autoridades respectivas, revisar la Ley Orgánica Constitucional De Educación (LOCE). Esto provocó que las docentes participantes del TRD, estuvieran con ciertas aprehensiones sobre la clase que debían realizar con sus estudiantes, es más, en algunas ocasiones los estudiantes no ingresaron a la sala de clase, por estar movilizadas. Estos aspectos, de alguna manera incidieron en la recogida de información. Junto con esto, los docentes por la sobrecarga de tareas en sus respectivas unidades educativas, por la razón antes comentada, se ausentaron de algunas sesiones del TRD, lo que motivó sólo analizar aquellas que sesiones en qué estuviesen todas las docentes.

Creemos que las tareas asignadas al profesorado, en un diseño, en que se privilegia las interacciones discursivas, deben ser acotadas, precisas y en lo posible, **únicas**; esto favorece la profundidad de la discusión y análisis por parte del profesorado, aspecto que enriquece la recogida de información desde una perspectiva más profunda que amplia.

# PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

## Capítulo 5

<b>5. Introducción</b> .....	205
5.1. Primer nivel de análisis: Racionalidades desde el cuestionario tipo Likert.....	205
<b>5.1.1. Dimensión naturaleza de la ciencia</b> .....	206
Parte I. Análisis estadístico descriptivo.....	206
Parte II. Red conceptual para la categorización de las racionalidades docentes.....	208
Parte III. Análisis de componentes principales para la dimensión naturaleza de la ciencia.....	209
<b>5.1.2. Dimensión enseñanza de la ciencia</b> .....	212
Parte I. Análisis estadístico descriptivo.....	213
Parte II. Red conceptual para la categorización de las racionalidades docentes.....	215
Parte III. Análisis de componentes principales para la dimensión enseñanza de la ciencia.....	217
<b>5.1.3. Dimensión aprendizaje de la ciencia</b> .....	217
Parte I. Análisis estadístico descriptivo.....	219
Parte II. Red conceptual para la categorización de las racionalidades docentes.....	221
Parte III. Análisis de componentes principales para la dimensión enseñanza de la ciencia.....	222
<b>5.1.4. Dimensión competencia de pensamiento científico</b> .....	225
Parte I. Análisis estadístico descriptivo.....	225
Parte II. Red conceptual para la categorización de las racionalidades docentes.....	229
Parte III. Análisis de componentes principales para la dimensión enseñanza de la ciencia.....	230
<b>5.2. Imagen de la biología escolar en el profesorado</b> .....	231
5.2.1. Síntesis de los datos.....	232
<b>5.3. Segundo nivel de análisis: Mapas cognitivos</b> .....	236
5.3.1. Análisis mapa cognitivo para la dimensión naturaleza de la ciencia .....	237
5.3.1.1. Mapa cognitivo para naturaleza de la ciencia .....	238

5.3.1.2. Racionalidades sobre naturaleza de la ciencia según profesora María .....	242
5.3.1.3. Racionalidades sobre naturaleza de la ciencia según profesora Carol .....	246
5.3.2. Mapa cognitivo para enseñanza de la ciencia .....	248
5.3.2.1. Racionalidades sobre enseñanza de la ciencia según la profesora María .....	252
5.3.2.2. Racionalidades sobre enseñanza de la ciencia según la profesora Carol .....	256
5.3.3. Mapa cognitivo para aprendizaje de la ciencia .....	258
5.3.3.1. Racionalidades sobre enseñanza de la ciencia según la profesora María .....	262
5.3.3.2. Racionalidades sobre enseñanza de la ciencia según la profesora Carol .....	266
5.3.4. Mapa cognitivo para aprendizaje de la ciencia .....	268
5.3.4.1. Racionalidades sobre enseñanza de la ciencia según la profesora María .....	272
5.3.4.2. Racionalidades sobre enseñanza de la ciencia según la profesora Carol .....	276
<b>5.4. Tercer nivel de análisis: Textualidades derivadas del taller de reflexión docente .....</b>	<b>278</b>
5.4.1. Análisis de interacciones dialógicas derivadas del taller de reflexión docente .....	281
5.4.1.1. Racionalidades docentes desde el análisis de la “mochila didáctica” .....	281
5.4.1.2. Racionalidades docentes desde el análisis de videos relacionados con el taller de reflexión docente.....	285
5.4.2. Análisis de producciones docentes desde el diseño de la enseñanza de metabolismo .....	290
5.4.3. Racionalidades sobre el diseño de la enseñanza de la noción de metabolismo.....	295
5.4.3.1. ¿Qué noción de metabolismo desean enseñar los docentes de biología participantes del taller de reflexión docente?.....	300
5.4.3.2. ¿Qué dicen los profesores de una clase de biología?: Categorías emergentes de un análisis de clase de biología sobre metabolismo.....	303
5.4.3.2.1. Reflexiones sobre las racionalidades docentes derivadas del análisis de la observación de clase.....	306
5.4.3.3. ¿Qué dicen y hacen los profesores de biología en la sala de clases? .....	308
5.5. Triangulación de la información .....	313

## **5. INTRODUCCIÓN**

El proceso de enculturación científica actual debe permitir que el estudiante participe activamente del mundo donde está inserto, en especial, en asuntos que implican conocimientos de ciencia y tecnología, destacándose la importancia del rol de la enseñanza de las ciencias, y la comprensión de éste conocimiento con unas finalidades profundamente humanas. Para que la comprensión sea efectiva, hay que intencionar su necesidad, la que puede ser potenciada a través de la resolución de problemas que proponen situaciones problemáticas que generan en los estudiantes, planteamientos desconocidos hasta el momento; posibilitándoles de esta manera el ensayo de estrategias de solución, desde un marco de actividad científica escolar “auténtica” y en un proceso continuo. Las investigaciones en didáctica de las ciencias naturales nos muestran que comúnmente los profesores poseen una imagen fragmentada, incompleta y en determinado caso superficial; sólo en planos conceptuales de la importancia de la Naturaleza de las Ciencia o sobre Enseñanza, Aprendizaje y Evaluación de los aprendizajes científicos, aspecto que se discuten los siguientes párrafos.

### **5.1. PRIMER NIVEL DE ANÁLISIS: RACIONALIDADES DOCENTES DESDE EL CUESTIONARIO TIPO LIKERT**

El análisis surge de las racionalidades teóricas de los 53 docentes que contestaron el cuestionario. Con el propósito de favorecer la comprensión del análisis, hemos decidido, para cada dimensión de interés, desarrollar el análisis y discusión desde un:

- a) Análisis estadístico descriptivo
- b) Red conceptual con categorización
- c) Análisis de Componentes Principales

El análisis es de carácter descriptivo interpretativo y será presentado considerando las dimensiones de análisis propuestas inicialmente en el cuestionario y que son de interés para el investigador. Junto con estos, se proponen categorías de análisis e interpretación de la información colectada con el propósito de enriquecer la propuesta.

### 5.1.1. DIMENSIÓN LA NATURALEZA DE LA CIENCIA (NC)

Comenzamos señalando los enunciados propuestos en el cuestionario para la dimensión NC (Tabla 5.1)

Tabla 5.1. Enunciados relacionados con la dimensión Naturaleza de las ciencias

<i>Dimensión Naturaleza de las Ciencias</i>	
<i>Items específicos para la dimensión</i>	
<b>E5</b>	<i>Las ciencias tienen carácter experimental, para ello es indispensable que los estudiantes construyan los hechos científicos, a partir de los hechos del mundo.</i>
<b>E7</b>	<i>El profesorado debe enseñar el conocimiento verdadero, confiable, definitivo e incuestionable, que se produce en la comunidad científica.</i>
<b>E22</b>	<i>La metodología científica permite al investigador en ciencias utilizar la intuición y la imaginación en cualquier momento del proceso de construcción científica.</i>
<b>E27</b>	<i>La objetividad de los científicos y sus métodos permiten que la ciencia sea neutral e imparcial frente a la interpretación de los fenómenos del mundo.</i>
<b>E40</b>	<i>El profesorado debe adoptar un modelo de ciencia y de enseñanza de las ciencias, epistemológicamente fundamentado.</i>
<b>E52</b>	<i>El cambio de una teoría científica por otra se basa en criterios objetivos: prevalece la que explica mejor el conjunto de fenómenos a que se refiere.</i>
<b>E56</b>	<i>Los conocimientos científicos que han adquirido un reconocimiento y legitimación universal, difícilmente cambian.</i>
<b>E58</b>	<i>Las ciencias son rigurosas, ya que, bajo criterios sumamente claros y precisos, seleccionan y presentan un determinado modelo del mundo.</i>
<b>E61</b>	<i>El estudiante debe aprender la metodología de investigación científica basada en etapas sucesivas y jerárquicas rigurosamente planificadas.</i>
<b>E66</b>	<i>Los criterios que poseen las ciencias son parciales porque los hechos de la naturaleza están sujetos a interpretaciones individuales y sociales.</i>

## PARTE I. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO PARA LA DIMENSIÓN NATURALEZA DE LA CIENCIA

A continuación presentamos los datos obtenidos de la aplicación del cuestionario Tipo Likert a 53 profesores de biología en activo. Los datos son presentados considerando las nociones epistemológicas declaradas en el cuestionario. Los datos obtenidos se resumen en la tabla 5.2

Medidas de tendencia central	Estudiante									
	Absolutista						Constructivista			
	E7	E27	E52	E58	E56	E61	E5	E22	E40	E66
Media	2,63	2,15	1,46	1,81	2,54	1,83	3,58	3,08	3,22	2,75
Desviación Standard	1,04	1,02	0,71	0,92	1,11	0,86	0,53	0,99	0,93	1,04
Porcentaje TA + PD	52	69	90	79	54	77	90	71	76	64

Tabla 5.2. Medidas de tendencia central y porcentajes para las opciones TA y PA según 53 profesores de biología en activo.

Un primer análisis estadístico para la dimensión naturaleza de la ciencia, revela que existe, en los profesores de biología encuestados, una clara heterogeneidad en su adhesión (respuestas) a los enunciados propuestos, encontrándose posiciones divergentes, a favor y en contra, en todos los enunciados propuestos, excepto el E5, en donde se manifiesta una clara tendencia de reconocer en la metodología científicas espacios de intuición e imaginación para la construcción del conocimiento (Tabla 5.2). Podemos evidenciar que sobre el 50% de los profesores cree que la ciencia se construye, y por ende, se enseña a través de una metodología científica sustentada en etapas sucesivas y jerárquicas (E7) rigurosamente planificadas, nos preocupa la concepción de una ciencia rígida, inflexible, que es permanentemente construida y de-construida para interpretar los hechos o fenómenos del mundo, situación que claramente se “ven” opacadas por las racionalidades expresadas en los enunciados E56 y E58.

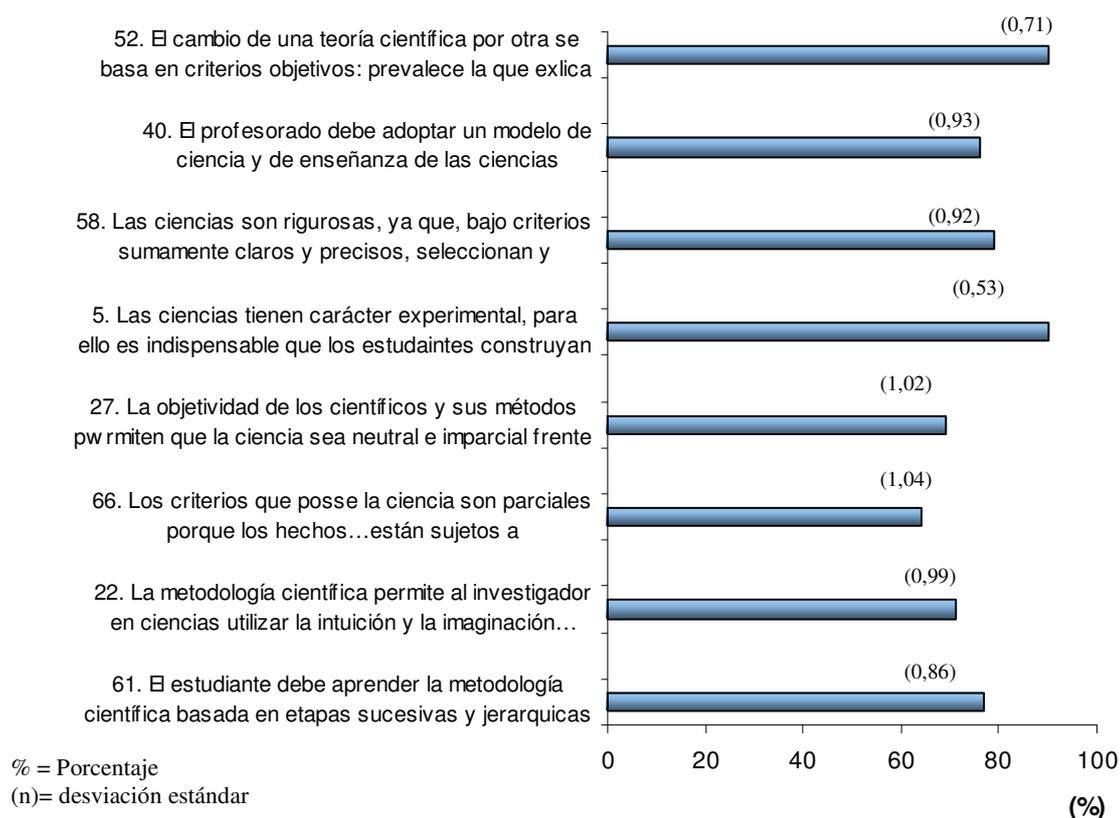


Figura 5.1. Concepciones de los docentes de biología sobre Naturaleza de las Ciencias (NC) según los enunciados propuestos en el cuestionario tipo Likert. Se grafican los enunciados en que los docentes están total o parcialmente de acuerdo con la afirmación propuesta.

## **PARTE II. RED CONCEPTUAL PARA LA CATEGORIZACIÓN DE LAS RACIONALIDADES DOCENTES**

Considerando los enunciados propuestos en el cuestionario y con el propósito de optimizar el manejo de la información en el análisis sobre las concepciones docentes, es que, se propone categorizar los enunciados según la red conceptual propuesta por Camacho y Quintanilla, 2009 (Figura 5.2) que nos permite comprender algunos aspectos relevantes en las concepciones identificadas.

Tabla 5.3. Red Conceptual para la dimensión Naturaleza de la Ciencia (NC)

Comprensión Conceptual	<ul style="list-style-type: none"><li>• Problematización y relación de los contenidos con la naturaleza del conocimiento.</li><li>• Énfasis en la naturaleza tentativa del conocimiento científico</li></ul>
Comprensión Contextual	<ul style="list-style-type: none"><li>• La actividad biológica en relación con los aspectos individuales y colectivos.</li><li>• Factores socio-culturales</li><li>• Proceso y diseño de experimentos</li></ul>
Comprensión Procedimental	<ul style="list-style-type: none"><li>• Las dinámicas de las comunidades científicas (Metodología de investigación)</li></ul>

Según los análisis estadísticos afirmamos que para la dimensión Naturaleza de las Ciencias los profesores de biología asignan mayor importancia a los aspectos Procedimentales y Conceptuales. Prevalece una noción empiricista de la construcción del conocimiento, que un marco de actividad científica escolar es rígida, inflexible y pobremente evolutiva. Creemos que tales nociones son consecuencia de:

- a) Coexistencia teórica en los docentes.
- b) Formación inicial docente
- c) Limitaciones mediadas por las exigencias ministeriales y de la unidad educativa.
- d) Imagen de ciencia instrumental. La clase de biología “debe ser experimental” – “Aprendemos biología desde el método científico tradicional”.

Estos resultados se pueden relacionar con las textualidades objetivadas de la entrevistas en profundidad y taller de reflexión docente. A continuación, presentamos algunos fragmentos donde se señala el carácter conceptual – operativo y procedimental de la Naturaleza de las Ciencias.

*“La primera tarea que siempre doy es que haga una línea de tiempo con los científicos, con los aportes más importantes que han hecho de tal año a tal año, que coloquen uno o dos antes de Cristo (P<sub>10</sub>; UD<sub>8</sub>) [...] Para que ellos vayan entendiendo, empezamos a hablar de Aristóteles, los científicos lo que hicieron, lo que han hecho, cómo clasifican los seres vivos”(P<sub>9</sub>; UD<sub>8</sub>) (profesora María; EP0607).*

*“Las actividades – del libro de texto – permiten inferir, graficar. Usar el método científico” (Profesora Mariel, TRD<sup>66</sup>-02).*

*“El libro tiene actividades de variadas índole: Cálculos, inferencias... en todo esto el uso del método científico” (profesora María, TRD-02).*

### **PARTE III. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA LA DIMENSIÓN NATURALEZA DE LA CIENCIA**

Con el afán de enriquecer la discusión se decide realizar un análisis de los resultados obtenidos en el cuestionario a partir de un análisis de componentes principales para la dimensión **Naturaleza de la Ciencia (NC)**. Este análisis nos permite identificar, desde el cuestionario, las representaciones teóricas fuertemente vinculantes que existen en el profesorado de biología.

El ACP se realizó con un coeficiente de correlación superior a 0,5. Los enunciados (E) utilizados para el análisis y que corresponden a la dimensión de interés fueron: 22, 5, 7, 27, 40, 52, 56, 58, 61, 66. (Tabla 5.1).

---

<sup>66</sup> TRD sigla que hemos utilizado para referirnos al Taller de Reflexión docente. Los números indican la sesión de trabajo a la cual corresponde

<i>Enunciado</i>	<i>NEC</i>	<i>ECD</i>	<i>Correlación</i>
E7	A	Saber	0.609
E27	A	Saber	0.574
E52	A	Saber	0.569
E58	A	Saber	0.525
E61	A	Saber	0.403
E56	A	Saber	0.359
E66	C	Saber	-0.022
E40	C	Profesor	-0.148
E5	C	Saber	-0.352
<b>E22</b>	C	Saber	-0.448

NEC: Noción epistemológica según cuestionario tipo Likert.  
 ECD: Elemento del contrato didáctico que representa el enunciado  
 C: noción constructivista.  
 A: Noción Absolutista

Tabla 5.4. Correlación por enunciado para el Factor 1 del análisis de componente principal para la dimensión Naturaleza de la Ciencia

El análisis de componentes principales (ACP) para 53 casos nos permite afirmar que el Factor 1 con el más alto valor de varianza explicada (20,28%) nos lleva a sostener que el profesorado de biología cree que se debe enseñar un conocimiento verdadero, confiable, definitivo e incuestionable, que se produce en la comunidad científica. Aspecto que se vincula con el factor 2 , que plantea que para los docentes de biología, las ciencias tienen carácter experimental, para ello es indispensable que los estudiantes construyan los hechos científicos, a partir de los hechos del mundo (Factor 2 con una varianza explicada de 16,09%). El Factor 3 considerado en el análisis con una varianza explicada de 12,22% nos permite afirmar que los docentes de biología caracterizan la NC desde una concepción de ciencias rigurosas, ya que, bajo criterios sumamente claros y precisos, seleccionan y presentan un determinado modelo del mundo. Es importante destacar que los enunciados E7 y E61 caracterizan a la noción epistemológica absolutista según el cuestionario que avala la concepción de una imagen de ciencia tradicional y empiricista que limita espacios de construcción de significados desde una

epistemología evolutiva. Los análisis que hemos compartido en el grupo de investigación; nos lleva a afirmar que existe, en los profesores de biología, una imagen de ciencia instrumental – operativa; caracterizada por privilegiar la reproducción de los contenidos científicos, con un método de transmisión preferentemente verbal y de actividades cerradas (Tabla 5.1). Considerando las aportaciones de Porlán y Martín del Pozo (2004) asumimos que existe una noción epistemológica absolutista en los profesores de biología encuestados (Tabla 5.1), caracterizado por una imagen de ciencia racionalista, con un modelo de enseñanza tradicional academicista que pretende la apropiación de significados o conocimiento verdadero, definitivo e incuestionable (E7). No hay evidencia suficiente desde esta dimensión, que indique la existencia de racionalidades constructivistas y evolutivas en los profesores de biología (Tabla 5.3). Las concepciones teóricas vinculantes en el profesorado de biología se resumen en la figura 5.2.

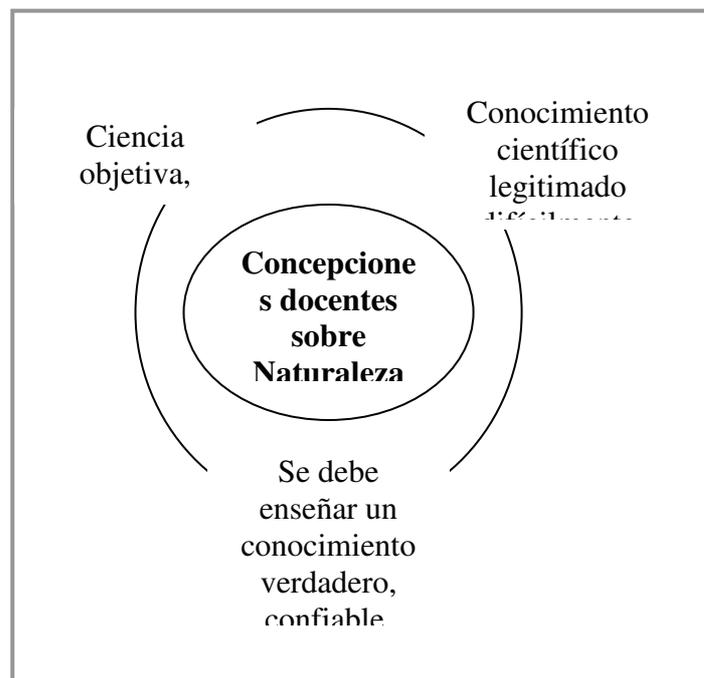


Figura 5.2 Concepciones sobre Naturaleza de la Ciencia en el profesorado de biología ( $r > 0.45$ )

### 5.1.1.2. DIMENSIÓN ENSEÑANZA DE LA CIENCIA (EC)

Los enunciados propuestos en el cuestionario Tipo Likert para la dimensión EC se indican en la tabla 5.5.

Tabla 5.5. Enunciados relacionados con la dimensión Enseñanza de las Ciencias

<b><i>Dimensión Enseñanza de las Ciencias</i></b>	
<b><i>Items específicos para la dimensión</i></b>	
<b>E2</b>	<i>La enseñanza de teorías científicas debe promover la relación entre los conceptos científicos, en los diferentes campos de un saber erudito.</i>
<b>E18</b>	<i>La enseñanza de las ciencias promueve en el estudiantado, una actitud ciudadana crítica y responsable.</i>
<b>E21</b>	<i>La enseñanza de las ciencias permite explicar el mundo cotidiano con teoría científica.</i>
<b>E28</b>	<i>La enseñanza de las ciencias en el aula debe considerar el significado que los estudiantes tienen de un concepto, aunque éste no corresponda con el significado científico correcto.</i>
<b>E46</b>	<i>La enseñanza de las ciencias se basa en dejar que los estudiantes descubran, por sí mismos, los conceptos científicos.</i>
<b>E59</b>	<i>La enseñanza reflexiva del método científico permite que el estudiantado cambie su forma de actuar frente a nuevas situaciones del mundo real.</i>
<b>E63</b>	<i>La enseñanza de las ciencias permite que los estudiantes reemplacen sus modelos incorrectos acerca de la realidad, por conceptos científicamente correctos.</i>
<b>E64</b>	<i>Las actividades experimentales son imprescindibles para justificar la enseñanza de los modelos teóricos.</i>
<b>E71</b>	<i>En la enseñanza de las ciencias se obtienen aprendizajes definitivos, aún si no se consideran los conocimientos previos.</i>
<b>E72</b>	<i>La ciencia que se enseña en el aula es un conocimiento sin componentes ideológicos, sociales y culturales.</i>

## PARTE I. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO PARA LA DIMENSIÓN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS (EC)

Se presentan a continuación los datos obtenidos para la dimensión EC en discusión (Tabla 5.6).

Medidas de tendencia central	Estudiante									
	Absolutista					Constructivista				
	E46	E72	E63	E64	E71	E59	E18	E28	E2	E21
Media	2,08	2,86	1,48	1,82	3,09	3,67	3,79	3,43	3,65	3,54
Desviación Standard	0,85	0,98	0,56	0,81	0,84	0,57	0,48	0,87	0,54	0,53
<b>Porcentaje TA + PD</b>	77,5	37,5	92,5	87,5	82,5	92,5	97,5	90	97,5	97,5

Tabla 5.6. Medidas de tendencia central y porcentajes para las opciones TA y PA según 53 profesores de biología en activo.

El análisis para esta dimensión nos permite afirmar que los docentes creen que los modelos teóricos en discusión se justifican a través de la experimentación (E64), esto nos lleva a pensar en una epistemología empiricista que pretende que exista una conexión entre los términos teóricos y los términos experimentales. Esta visión restringe en los estudiantes la oportunidad de introducir juicios de valor, además se plantea una imagen de la biología **no evolutiva** (E63). Sin embargo, los docentes asumen teóricamente una enseñanza del método científico reflexivo (E59) aspecto que desde esta perspectiva es racional y moderada, siempre que la finalidad de enseñarlo se vincule con el mundo real de los estudiantes, que aparentemente no son las teorías discutidas en la sala de clase ni menos los experimentos diseñados para la verificación y justificación de estos. Creemos que los docentes se sitúan en dos espectro de análisis de la realidad para un estudiante: “El mundo de las teorías” que debe aprender para rendir pruebas externas o internas, como lo muestra los datos obtenidos para E2 y, “el mundo socio cultural” propio del alumno en donde la biología es un valioso aporte siempre que las temáticas se correspondan con estos aspectos, que pueden estar representados por los enunciados 18 y 21. Estos antecedentes son enriquecidos con algunos fragmentos de los profesores entrevistados y que participaron del taller de reflexión docente y grupo de discusión.

*“La ciencia (biología) debería ser enseñada desde los chicos, ¿Cierto?... Que tengan cierto manejo para enfrentarse a lo cotidiano... Sin embargo, en los colegios estamos sometidos a presiones que nos alejan abismantemente de ese camino como por ejemplo rendir la PSU, rendir un Simce en la cual tenemos que mecanizar a los estudiantes... en post de un beneficio a corto plazo...”* (Profesora 1. GD0407).

*“... Yo la veo (biología) desde ese punto de vista del autocuidado de ellos”*  
(Profesora 2. EP0607).

Después de analizar un conjunto de actividades vinculadas con la enseñanza del metabolismo en el taller de reflexión docente, las profesoras participantes sostienen que:

*“Debe saber los componentes de cada una de las macromoléculas. Tener claro la función de la mitocondria y finalidades de las reacciones químicas”.* (Profesora 3. TRD-03)

Si revisamos los enunciados E2, 18, 21, 28 y 59 (Fig. 5.1) todos representan a la visión epistemológica constructivista, a la cual adhieren mayoritariamente los docentes encuestados, lo que nos lleva a pensar que la coexistencias teórica existente en ellos, las orientaciones ministeriales y el énfasis en una educación de calidad medida desde los productos, junto con las exigencias sociales, **provocan en los docentes confusión y apego hacia tendencias epistemológicas positivistas que restringen “las buenas intenciones constructivistas” declaradas en el cuestionario** (Fig. 5.3).

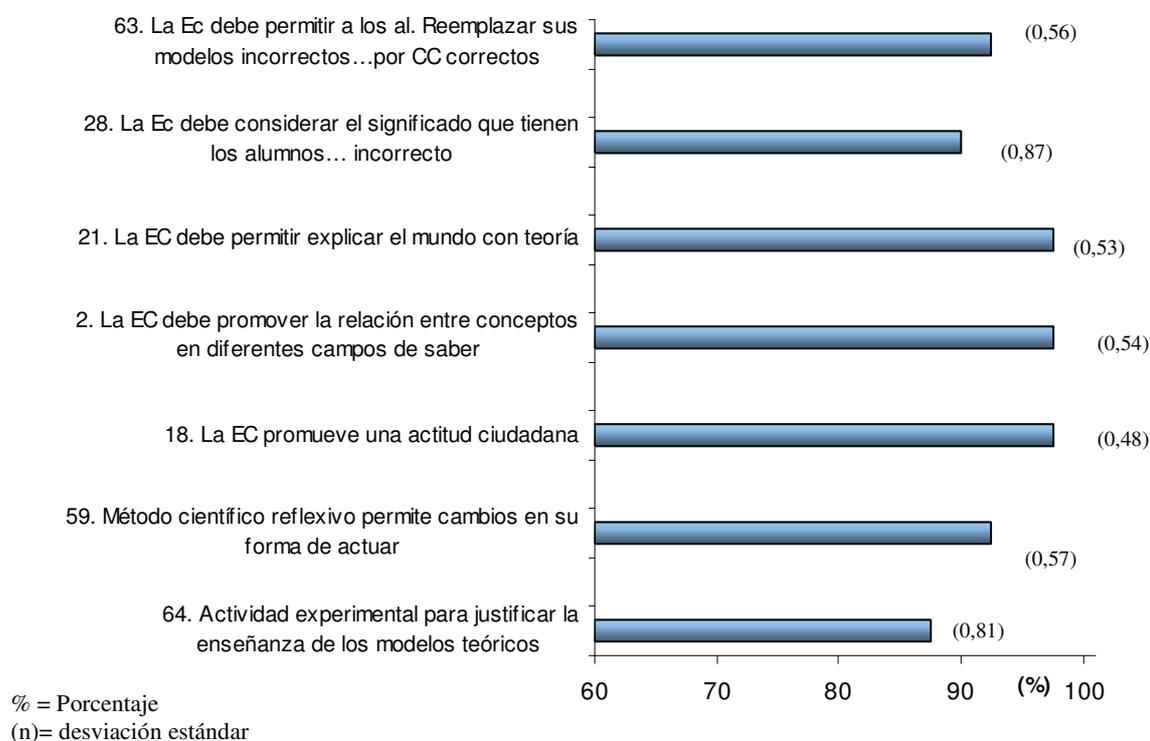


Figura 5.3. Concepciones de los docentes de biología sobre Enseñanza de la Ciencia (EC) según los enunciados propuestas en el cuestionario tipo Likert. Se grafican los enunciados en que los docentes están total o parcialmente de acuerdo con la afirmación propuesta.

## PARTE II. RED CONCEPTUAL PARA LA CATEGORIZACIÓN DE LAS RACIONALIDADES DOCENTES PARA LA DIMENSIÓN ENSEÑANZA DE LA CIENCIA (EC)

Tabla 5.7. Red Conceptual para la dimensión Enseñanza de la Ciencia (NC)

Comprensión Conceptual	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proporciona contrastación, comparación de ideas para la formación o reestructuración de un modelo teórico que permita predecir, deducir, descubrir para aprender con sentido.</li> </ul>
Comprensión Contextual	<ul style="list-style-type: none"> <li>La enseñanza vinculada a un componente ideológico, social y cultural</li> <li>La enseñanza como promotor de un ciudadano crítico y responsable</li> </ul>
Comprensión Procedimental	La enseñanza de la ciencia escolar desde: <ul style="list-style-type: none"> <li>La experimentación</li> <li>El método científico</li> </ul>

Considerando los análisis anteriores, podemos evidenciar que los docentes de biología sitúan sus racionalidades, al referirse a la **enseñanza de la ciencia**, en ámbitos de comprensión conceptual y contextual (Fig. 5.3). Surge una noción de un contenido científico absoluto, caracterizado por una construcción lógica incuestionable, lo que hace de la enseñanza de la biología pobremente *racional y razonable*. Creemos que la enseñanza de la ciencia (biología) no se construye en la escuela en un marco de actividad científica escolar desde la concepción evolutiva de las ideas o modelos teórico propios de los sujetos que aprenden. Algunas textualidades interesantes que deseamos compartir y que permiten de algún modo delimitar el análisis son:

*“Que el niño sea capaz de adquirir aprendizajes significativos con esa ciencia, no sea tanto la cantidad, porque el Ministerio da una cantidad estratosférica como contenidos, sino que sea capaz de que lo que yo le estoy entregando... de adquirir cambios de conductas, aprendizaje significativo... Obviamente la biología es que aprendan, para que adquieran aprendizaje significativo, que sean capaces de si uno les hace una pregunta de aplicación, de enfrentarse, de contestar esa pregunta, eso es para mí los cambios de conductas, es lo principal” (Profesora 2; EP0607)*

*“...enseñar a construir su conocimiento, entreguemos, entreguemos algunas cosas, y es lo que se intenta probablemente pero hay problemas de tiempo, definitivamente, así por ejemplo, ser más práctico, hacer laboratorio, hagamos esto así, pero hagámoslo prácticamente, cuesta, cuesta entregarles todas las herramientas a los chicos para que se despierten o para que construyan su conocimiento de a poco, la experiencia me dice que no...” (Profesor 4, GD0407).*

### PARTE III. ANÁLISIS DE COMPONENTE PRINCIPALES PARA LA DIMENSIÓN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS (EC)

El ACP para la dimensión EC se realizó con un coeficiente de correlación superior a 0,5. Los enunciados (E) utilizados para el análisis y que corresponden a la dimensión de interés se indican en la tabla 5.8 además del valor de correlación para el primer factor del ACP.

Enunciado	NEC	ECD	Correlación
E64	A	Profesor	0.806
E63	A	Profesor	0.684
E46	A	Profesor	0.566
E71	A	Profesor	0.394
E72	A	Profesor	0.054
E28	C	Profesor	-0.045
E2	C	Profesor	-0.223
E18	C	Profesor	-0.370
E21	C	Profesor	-0.416
E59	C	Estudiante	-0.481

NEC: Noción epistemológica según cuestionario tipo Likert.

ECD: Elemento del contrato didáctico que representa el enunciado

C: noción constructivista.

A: Noción Absolutista

Tabla 5.8. Correlación por enunciado para el Factor 1 del análisis de componente principal para la dimensión Enseñanza de las Ciencias.

El Factor 1 del ACP para la dimensión enseñanza de las ciencias, revela la tendencia de los docentes hacia la visión epistemológica tradicional - dogmática en la que los enunciados 64, 63, 46 y 71 tienen el más alto valor de correlación, esto nos lleva a afirmar que los docentes creen que la EC permite lograr aprendizajes definitivos a pesar de no considerar los conocimientos previos, emerge la noción de que las ideas y la evolución de ellas no son relevantes durante la enseñanza (E71 y 63), al parecer los contenidos disciplinares son importantes en si mismo, aspecto que adquiere valor cuando los profesores reconocen que la experimentación permite justificar esos contenidos (E64). Considerando los aportes de Pozo y Martín del Pozo (2004) la

enseñanza es dogmática y tradicional con una metodología de aprendizaje limitada a la transmisión de conocimiento enciclopédico que se matiza con una epistemología tecnicista como lo define Young (1981) que da cuenta de un enfoque empiricista (E64) con una metodología basada en los pasos del método científico para verificar la teoría que se ha discutido o bien una enseñanza de la ciencia basada en el descubrimiento, por sí mismo, de los conceptos científicos (E46). Insistimos que las tendencias dogmáticas sobre la EC de los profesores radican principalmente por:

- a) Falta de una concepción robusta sobre las finalidades de enseñar biología para el siglo XXI. Esto conduce a un profesor lábil conceptualmente que no es capaz de sortear, adaptar, flexibilizar, contrastar e implementar un diseño de clase para la formación de sujetos competentes en ciencias.
- b) Políticas educativas limitadas exclusivamente a las propuestas ministeriales y a las exigencias de mercado condicionadas por las pruebas nacionales e internacionales que caracterizan y sitúan a un colegio en un lugar o en otro.

La figura 5.4 da cuenta de las concepciones docentes relacionadas con la Enseñanza de las Ciencias (EC) según el ACP.

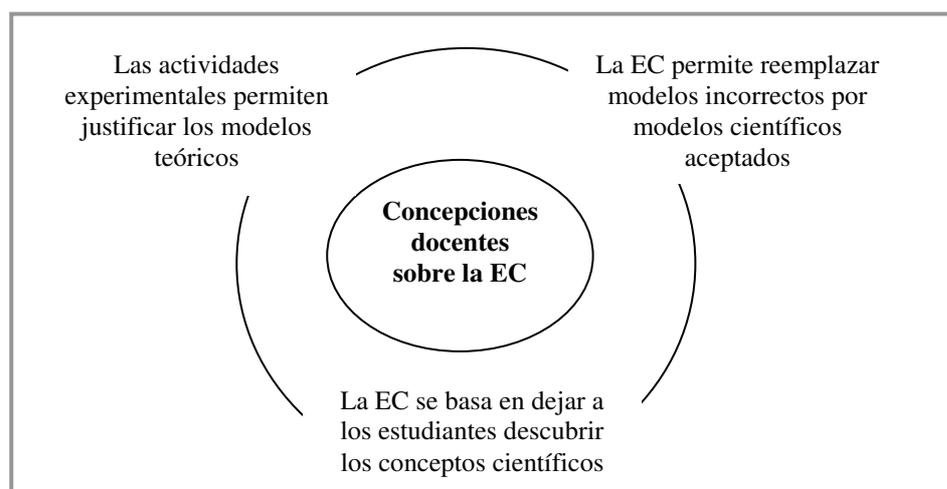


Figura 5.4 Concepciones sobre Enseñanza de las Ciencias en el profesorado de biología ( $r > 0,5$ ).

### 5.1.1.3. DIMENSIÓN APRENDIZAJE DE LA CIENCIA (AC)

Los enunciados propuestos en el cuestionario Tipo Likert para la dimensión AC se indican en la tabla 5.9.

Tabla 5.9. Enunciados relacionados con la dimensión Aprendizaje de las Ciencias

<i>Dimensión Aprendizaje de las Ciencias</i>	
<i>Items específicos para la dimensión</i>	
<b>29</b>	<i>El aprendizaje se adquiere en un proceso colectivo por el cual los estudiantes elaboran conocimiento que puede o no coincidir con los modelos teóricos de la ciencia</i>
<b>36</b>	<i>Los modelos teóricos que se aprenden, se corresponden con los modelos científicos válidamente aceptados.</i>
<b>44</b>	<i>El aprendizaje científico escolar, se produce cuando los profesores reemplazan las concepciones incorrectas de los estudiantes por las de las teorías científicas.</i>
<b>48</b>	<i>El aprendizaje científico escolar permite que el estudiante sustituya totalmente las ideas previas o cotidianas poco elaboradas, por otras del ámbito científico.</i>
<b>49</b>	<i>El aprendizaje científico escolar es un proceso por el cual el estudiantado relaciona su conocimiento, tanto con el de sus pares como con el de otras fuentes.</i>
<b>50</b>	<i>Los estudiantes pueden aprender activamente conceptos científicos inapropiados, fuera de la escuela para interpretar la realidad y su propia experiencia.</i>
<b>51</b>	<i>Los modelos teóricos con los cuales los estudiantes interpretan el mundo cambian después de un proceso de aprendizaje de las ciencias.</i>
<b>62</b>	<i>El estudiante debe participar en las decisiones acerca de qué y cómo aprender, porque él es responsable de su aprendizaje científico.</i>
<b>65</b>	<i>En el aprendizaje de las ciencias, cada profesor proporciona a los estudiantes información necesaria para que éstos la organicen según su propia experiencia.</i>
<b>78</b>	<i>Aprender a aprender ciencias, implica evaluar y coevaluar con los compañeros las distintas actividades que promueve el profesorado.</i>

## PARTE I. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO PARA LA DIMENSIÓN APRENDIZAJE DE LA CIENCIA

Se presentan a continuación los datos obtenidos para la dimensión en discusión (Tabla 5.10).

Medidas de tendencia central	Estudiante									
	Absolutista			Constructivista						
	<b>E36</b>	<b>E44</b>	<b>E48</b>	<b>E50</b>	<b>E29</b>	<b>E49</b>	<b>E78</b>	<b>E51</b>	<b>E62</b>	<b>E65</b>
Media	1,69	2,31	1,84	3,15	3,36	3,72	3,50	3,42	3,01	3,16
Desviación Standard	0,64	1,08	0,80	0,90	0,76	0,52	0,69	0,61	0,95	0,98
<b>Porcentaje TA + PD</b>	90	47,5	75	80	82,5	97,5	95	92,5	70	87,5

Tabla 5.10. Medidas de tendencia central y porcentajes para las opciones TA y PA según 53 profesores de biología en activo.

El análisis de las respuestas para esta dimensión, nos permite evidenciar, que para los docentes de biología el aprendizaje científico escolar permite a los estudiantes sustituir totalmente las ideas previas poco elaboradas por otras del ámbito científico (E48) aspecto que nos lleva a pensar que el profesorado no conciben el aprendizaje como evolutivo; lo que implica una concepción del aprendizaje de la biología que no pretende eliminar las ideas previas del estudiantado, sino más bien, hacerlas evolucionar. Desde esta perspectiva, los trabajos de Tamayo (2001) realizados con estudiantes de primer año de bachillerato, sostienen que las ideas de los estudiantes no se eliminan sino más bien se reorganizan para la elaboración de modelos explicativos consistentes, ideas que compartimos.

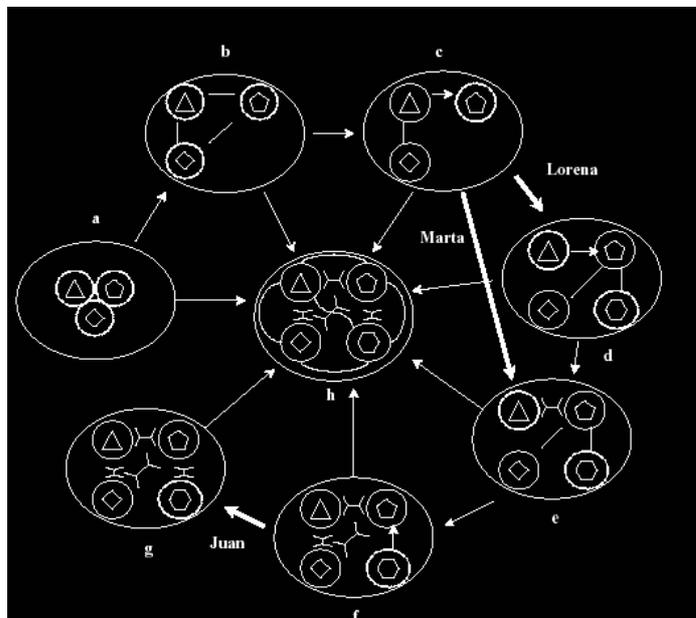


Figura 5.5. Representación hipotética evolutiva entre los diferentes modelos explicativos. Se observa el paso de un conjunto de ideas poco precisas (a) a modelos explicativos coherentes y consistente (f,g,h) lo que no obliga a eliminar las primeras (a) (Tomado de Tamayo, 2001:273).

Es interesante destacar que el profesorado concibe el aprendizaje de la ciencia como lineal y estático (E36). No se aprecia, por lo menos con la información recogida, una visión del aprendizaje científico como producto de una actividad escolar intencionada y que responde a finalidades propias; sino más bien, un aprendizaje acumulativo, pobremente problematizado y que atiende al marco curricular vigente desde un rol asumido más que constructor. El profesorado debe procurar transitar hacia una imagen

del aprendizaje científico escolar complejo que considera su naturaleza, su historia y su impacto en la sociedad.

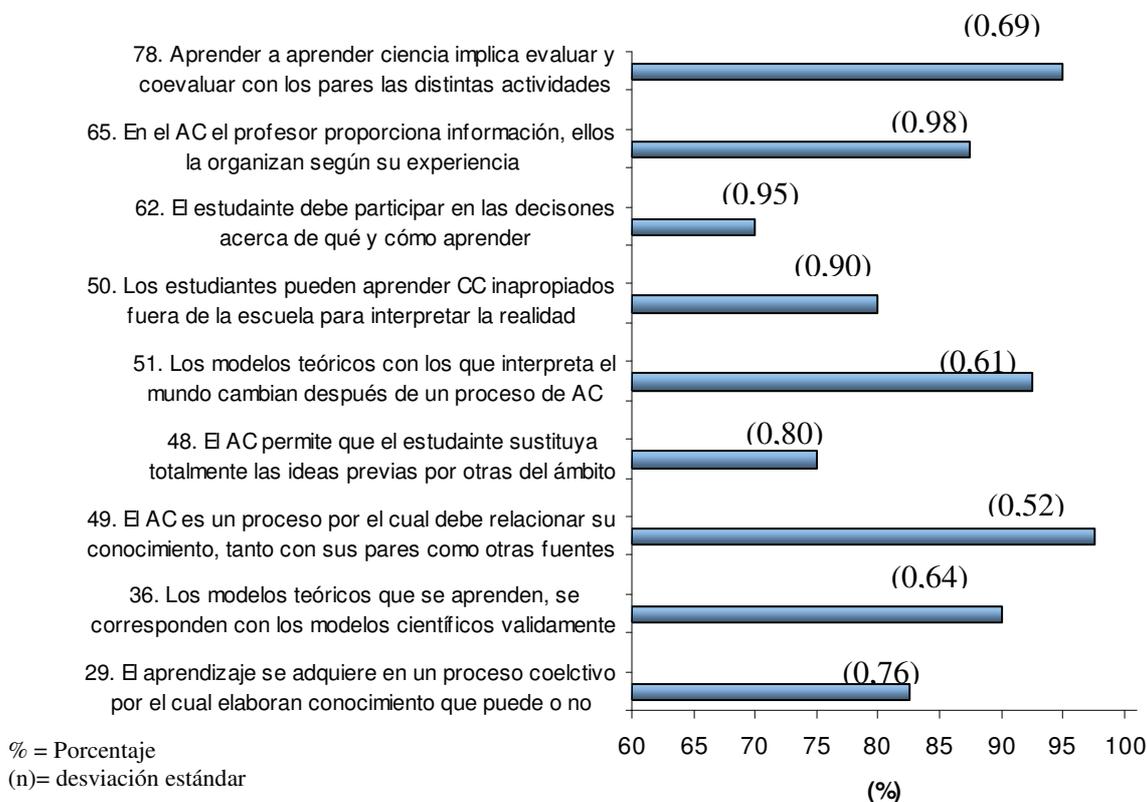


Figura 5.6. Concepciones de los docentes de biología sobre Aprendizaje de la Ciencia (AC) según los enunciados propuestas en el cuestionario tipo Likert. Se grafican los enunciados en que los docentes están total o parcialmente de acuerdo con la afirmación propuesta.

## PARTE II. RED CONCEPTUAL PARA LA CATEGORIZACIÓN DE LAS RACIONALIDADES DOCENTES SOBRE APRENDIZAJE DE LA CIENCIA

Tabla 5.11. Red Conceptual para la dimensión Aprendizaje de la ciencia (AC)

Comprensión Conceptual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprendizaje científico escolar</li> <li>• Modelos teóricos</li> </ul>
Comprensión Contextual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma de decisiones</li> <li>• Aprendizaje de conceptos científicos en diversos contextos y realidades</li> </ul>
Comprensión Procedimental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auto y Coevaluación</li> <li>• Relacionar conocimiento</li> </ul>

El análisis descriptivo revela que las racionalidades docentes, al referirse al **aprendizaje de las ciencias**, se sitúan en los niveles de comprensión conceptual y procedimental. Desde el plano conceptual surge la noción de aprendizaje como **cambio por sustitución de ideas** o **cambio de las representaciones mentales** (internas y abstractas) de la realidad como se presentó en los párrafos preliminares. Esta coexistencia, que aparentemente es contradictoria, limitan el tránsito hacia una enseñanza “adecuada” de la biología, dado que, las orientaciones apuntan hacia dos frentes que se complementan pero al mismo tiempo son distintos: contenido disciplinar – competencias de pensamiento científico.

### **PARTE III. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA LA DIMENSIÓN APRENDIZAJE DE LA CIENCIA (AC)**

El ACP para la dimensión AC se realizó con un coeficiente de correlación superior a 0,5. Los enunciados (E) utilizados para el análisis y que corresponden a la dimensión de interés se indican en la tabla 5.9 además del primer factor para el ACP.

<i>Enunciado</i>	<i>NEC</i>	<i>ECD</i>	<i>Correlación</i>
E51	C	Estudiante	0.683
E49	C	Estudiante	0.668
E78	C	Estudiante	0.654
E50	C	Estudiante	0.306
E62	C	Estudiante	0.292
E65	C	Estudiante	0.195
E29	C	Estudiante	-0.028
E36	A	Estudiante	-0.371
E48	A	Estudiante	-0.530
E44	A	Estudiante	-0.613

NEC: Noción epistemológica según cuestionario tipo Likert.

ECD: Elemento del contrato didáctico que representa el enunciado

C: noción constructivista.

A: Noción Absolutista

Tabla 5.12. Correlación por enunciado para el Factor 1 del análisis de componente principal para la dimensión Aprendizaje de las Ciencias (AC)

El ACP (Fig. 5.9) para la dimensión Aprendizaje de la Ciencia (AC) nos permite afirmar que el profesorado presenta una visión constructivista de la enseñanza de la ciencia desde el cuestionario que hemos propuesto y asume que los modelos que permiten a los estudiantes interpretar un hecho del mundo se modifican después de un proceso de enseñanza y aprendizaje; en la medida que el estudiante relacione su conocimiento con sus pares u otras fuentes; en la medida, que incorpore instancias de evaluación y coevaluación de las actividades que promueve el profesor. No obstante, podemos evidenciar que el profesorado entiende el **aprendizaje de la ciencia como sustitución de las ideas cotidianas por otras del ámbito científico (75%); del mismo modo, el aprendizaje de la ciencia se corresponde con un cambio en los modelos teóricos presentes en los estudiantes (92,5%)**. Ahora bien, si las ideas son construcciones humanas que surgen como una necesidad de dar respuesta a alguna situación o acontecimiento, estas no puede eliminarse de la mente de un sujeto; además estas ideas constituyen redes que permiten a estos sujetos interpretar un hecho del mundo, por lo tanto, asumimos que las ideas no pueden eliminarse, como bien lo plantea Tamayo (2001), en tanto, si, pueden adquirir un estatus o jerarquía en el *modelo teórico* que constituyen. Modelo que eventualmente cambia, de manera gradual, debido a la reorganización de las ideas y que se expresan a partir de hipótesis teóricas como plantea Giere (1999). Estos aspectos no están suficientemente acabados en los profesores, la coexistencia de “modelos teóricos” sobre la enseñanza y aprendizaje de la ciencia genera un obstáculo que debemos analizar.

Considerando el ACP, el E49, relacionado con la discusión que hemos desarrollado, plantea la necesidad de que el estudiantado relacione su conocimiento con sus pares u otras fuentes; desde esta perspectiva creemos que es un aspecto relevante de considerar, entendiendo que para la construcción de conocimiento son fundamentales las ideas previas y alternativas de los estudiantes, ya que como plantea Mortimer (2000): “*Sólo es posible aprender en base a lo ya conocido*” (2000); aspecto que el profesorado de biología considera relevante ( $P=0,668$ ).

La concepción docente para esta dimensión de análisis puede quedar resumida como se indica en la siguiente figura.

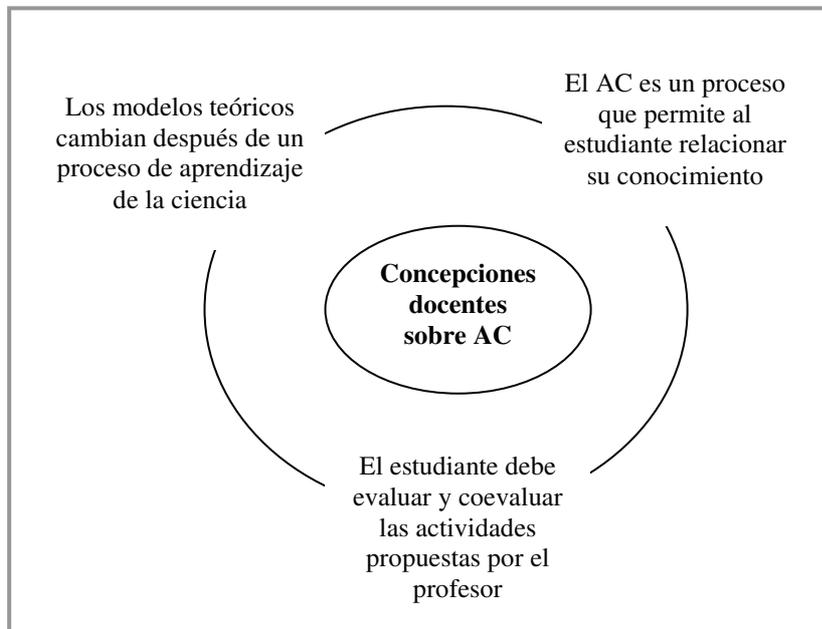


Figura 5.7 Concepciones sobre Aprendizaje de la Ciencia en el profesorado de biología ( $r > 0,6$ ).

#### 5.1.1.4. DIMENSIÓN COMPETENCIA DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO (CPC)

Los enunciados propuestos en el cuestionario Tipo Likert para la dimensión CPC se indican en la tabla 5.13

Tabla 5.13. Enunciados relacionados con la dimensión Competencia de pensamiento Científico

<i>Dimensión Competencias de Pensamiento Científico</i>	
<i>Items específicos para la dimensión</i>	
<b>4</b>	El desarrollo de competencias de pensamiento científico por parte del profesorado, se logra con objetivos e instrucciones claras y precisas.
<b>13</b>	Un estudiante competente en ciencias, genera conclusiones a partir de sus observaciones sin necesidad de acudir a teorías.
<b>25</b>	Un estudiante competente en ciencias, moviliza conocimientos y habilidades para manipular eficientemente instrumental científico.
<b>26</b>	La actividad escolar que desarrolla competencias de pensamiento científico, se centra en la entrega de datos, fórmulas y teorías.
<b>32</b>	Una competencia de pensamiento científico expresa expectativas valoradas por la sociedad, el profesorado y el propio sujeto que aprende.
<b>34</b>	Un estudiante competente en ciencias, integra conocimientos, actitudes y valores de la comunidad científica, en la clase de ciencias.
<b>41</b>	El desarrollo de habilidades y destrezas que promueve el profesorado, contribuye a las competencias de pensamiento científico para autorregular los aprendizajes.
<b>47</b>	Un estudiante competente en ciencias, reconoce las limitaciones o ventajas de apoyarse en teorías para explicar un fenómeno.
<b>74</b>	Un estudiante es competente en ciencias, cuando argumenta a partir de la búsqueda de explicaciones a los posibles resultados.
<b>80</b>	Las mediciones SIMCE, PSU, PISA, TIMMS, reflejan competencias de pensamiento científico de manera válida y confiable.

### PARTE I. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO PARA LA DIMENSIÓN COMPETENCIA DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO (CPC)

Se presentan a continuación los datos obtenidos para la dimensión en discusión (Tabla 5.14).

Medidas de tendencia central	Estudiante									
	Absolutista					Constructivista				
	<b>E13</b>	<b>E26</b>	<b>E25</b>	<b>E4</b>	<b>E80</b>	<b>E74</b>	<b>E47</b>	<b>E34</b>	<b>E41</b>	<b>E32</b>
Media	2,03	2,97	1,59	1,57	2,59	3,72	3,60	3,57	3,45	3,63
Desviación Standard	0,95	0,97	0,73	0,68	0,93	0,48	0,58	0,59	0,64	0,68
<b>Porcentaje TA + PD</b>	<b>67,5</b>	<b>32,5</b>	<b>85</b>	<b>90</b>	<b>47,5</b>	<b>100</b>	<b>95</b>	<b>97,5</b>	<b>95</b>	<b>95</b>

Tabla 5.14. Medidas de tendencia central y porcentajes para las opciones TA y PA según 53 profesores de biología en activo.

El análisis de la información recogida nos permite plantear que el profesorado de biología considera importante, más allá de la ‘rigidez’ de una instrucción, la pertinencia de establecer de forma clara y precisa las condiciones en que el sujeto ha de enfrentarse a las diferentes situaciones problemáticas propuestas para abordar un contenido científico (90%). En una instancia preliminar del análisis – grupo de discusión – se estableció que para el profesorado de ciencias es fundamental la “disposición personal para emprender la actividad”, aspecto que puede estar relacionado con lo propuesto en E4 en el que las instrucciones tienen valor en sí mismas. Pensar que la *disposición al trabajo*, tiene su origen fuera del sujeto, lleva a privilegiar condiciones procedimentales y conceptuales para la consecución del desarrollo de CPC, aspecto conectado con algunos registros derivados del taller de reflexión docente, que expresan la acusada tendencia a centrar la enseñanza en un plano instrumental operativo más que, reconocer la importancia de desenvolverse en la esfera personal de los significados y de las actividades de interacción entre y con los estudiantes (Labarrere y Quintanilla, 2002).

En relación al E25, es interesante la concepción docente de que un estudiante competente en ciencias, moviliza conocimiento y habilidades para manipular eficientemente instrumental científico, resultados que se relacionan con la importancia que asignan los profesores al componente experimental, inherente a la enseñanza de las ciencias y al desempeño competente de los estudiantes en esta área. Estos resultados coinciden con los reportados por Quintanilla et. als., (2009) en un estudio similar con profesores de química.

Un enunciado importante de analizar, en especial para esta tesis, es el E74 que dice que “*Un estudiante es competente en ciencias, cuando argumenta a partir de la búsqueda de explicaciones a los posibles resultados*” es interesante observar cómo el profesorado asigna valor a ciertas competencias cognitivo-lingüísticas, argumentar, para enfrentarse a posibles soluciones a situaciones problemáticas específicas. Se puede inferir a partir de aquí, que para los docentes, un estudiante competente en ciencias no es aquel que llega de manera algorítmica a la consecución de una solución mediante una única e irrevocable vía de acceso al conocimiento (E26;32,5%) sino aquel que es capaz de **argumentar científicamente**. Desde esta perspectiva la argumentación es “*una*

*actividad social, intelectual y verbal*” (Sanmartí, 2003 citado en Revel et als., 2005) que exige usar la teoría científica en discusión; no obstante, un 67,5% del profesorado asume que un estudiante puede prescindir de ella para producir conocimiento, siendo igualmente competente. Creemos que el profesorado reconoce la importancia de argumentar en la clase de biología principalmente desde un plano genérico – conceptual, más que cómo aspecto para la promoción del desarrollo del pensamiento y el aprendizaje de la biología escolar.

A partir de la siguiente textualidad extraída de la entrevista en profundidad a una profesora de biología se evidencia la **noción genérica de competencia**:

*“Competencias son las habilidades que los alumnos son capaces de lograr, que realmente no he tenido tiempo para leer los documentos que nos han entregado, lo que él es capaz de hacer, esa es la habilidad, lo que él es capaz de hacer en ciencias, comprender cómo funciona su cuerpo, comprender qué sucede eso es lo más importante, que sea capaz de comprender y aplicar el conocimiento, qué va a pasar si... les decía a los chiquillos el otro día; “si tienes cáncer de estómago, qué va a pasar si te saco el estómago” (Profesora María: EP,367).*

Se plantea la **competencia** como comprensión y aplicación lo cual es una concepción general, en otros casos surgen nociones de **competencia asociada con la disposición** como lo plantea un profesor de química en el siguiente relato:

*“Un estudiante competente sería el alumno que teniendo muchas dificultades para entender y comprender los contenidos de químicas logra alcanzar un rendimiento alto y los va manteniendo en forma estable a través de todo un periodo de evaluación” (Profesor de Química: EP).*

Así como también competencia como evidencia para solucionar problemas,  
**competencia de solución:**

*“Cuando demuestro como yo de diversas maneras, lo eficiente y lo efectivo que soy a partir de una problemática. Cómo lo abordo, cómo lo enfrento, qué pasos sigo, cómo analizo, cómo trato de buscar una solución y de esa manera puedo ir verificando si es que hay y cuál es el grado de competencia que tiene”*(Profesor de Química: EP).

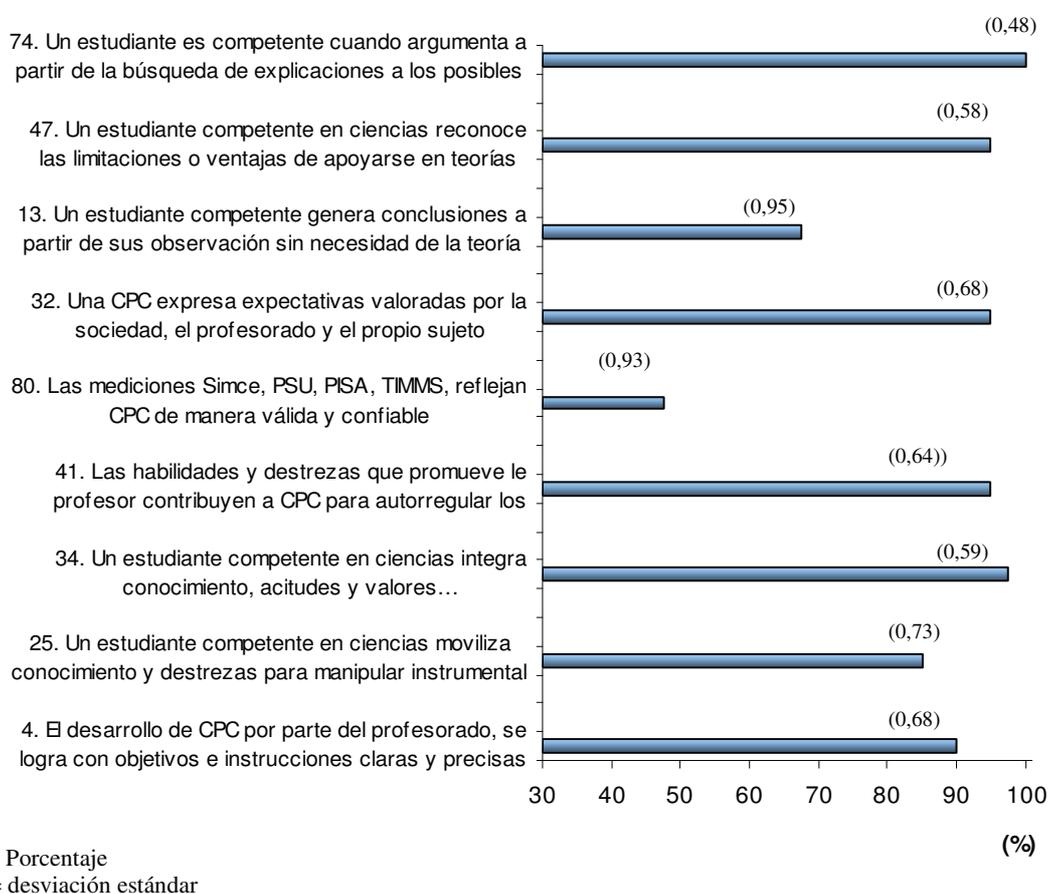


Figura. 5.8. Concepciones de los docentes de biología sobre Competencias de pensamiento Científico (CPC) según los enunciados propuestas en el cuestionario tipo Likert. Se grafican los enunciados en que los docentes están total o parcialmente de acuerdo con la afirmación propuesta.

## **PARTE II. RED CONCEPTUAL PARA LA CATEGORIZACIÓN DE LAS CONCEPCIONES DOCENTES PARA LA DIMENSIÓN COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO (CPC).**

Tabla 5.15. Red Conceptual para la dimensión Competencias de pensamiento Científico (CPC)

Comprensión Conceptual	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aprendizaje científico escolar</li><li>• Modelos teóricos</li></ul>
Comprensión Contextual	<ul style="list-style-type: none"><li>• Toma de decisiones</li><li>• Aprendizaje de conceptos científicos en diversos contextos y realidades</li></ul>
Comprensión Procedimental	<ul style="list-style-type: none"><li>• Auto y Coevaluación</li><li>• Relacionar conocimiento</li><li>• Propone argumentos y búsqueda de información</li></ul>

Al categorizar los enunciados propuestos en el cuestionario podemos evidenciar que el profesorado de biología concibe la CPC desde el plano de comprensión conceptual y procedimental, este último nivel, es muy interesante dado que el profesorado asume que la argumentación científica es una CPC que el estudiante debe desarrollar en la escuela; sin embargo, debemos considerar que la capacidad de argumentar, a juicio nuestro, competencia intrínseca que desarrolla el sujeto que argumenta sobre y en su contexto, considera otros ámbitos como recoger información, antecedentes, evidencia o explicaciones al hecho o situación en discusión. Esta proposición permite sostener la idea que una competencia de pensamiento se configura desde distintos y diversos ámbitos (ámbitos de una competencia) que interactúan dinámicamente y en forma continua, entre sí y, con otros ámbitos que eventualmente emergen durante la argumentación.

### PARTE III. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA LA DIMENSIÓN COMPETENCIA DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO (CPC)

Enunciado	NEC	ECD	Correlación
E25	A	Estudiante	0.726
E26	A	Profesor	0.576
E80	A	Saber	0.462
E13	A	Estudiante	0.271
E4	A	Profesor	0.236
E47	C	Estudiante	-0.294
E74	C	Estudiante	-0.376
E41	C	Estudiante	-0.383
E34	C	Estudiante	-0.576
E32	C	Saber	-0.613

NEC: Noción epistemológica según cuestionario tipo Likert.  
ECD: Elemento del contrato didáctico que representa el enunciado  
C: noción constructivista.  
A: Noción Absolutista

Tabla 5.16. Correlación por enunciado para el Factor 1 del análisis de componente principal para la dimensión Competencia de Pensamiento Científico

Con el propósito de enriquecer el análisis, realizamos un ACP para la dimensión CPC el que nos permite evidenciar la estrecha relación entre el saber erudito, profesor y estudiante, especialmente en el ámbito procedimental. Queda en evidencia la tendencia empiricista del profesorado, para el desarrollo de CPC en los estudiantes, aspecto que nos lleva a plantear una noción de **competencia práctica** que no es evaluada en las pruebas estandarizadas a juicio de los profesores encuestados (E80).

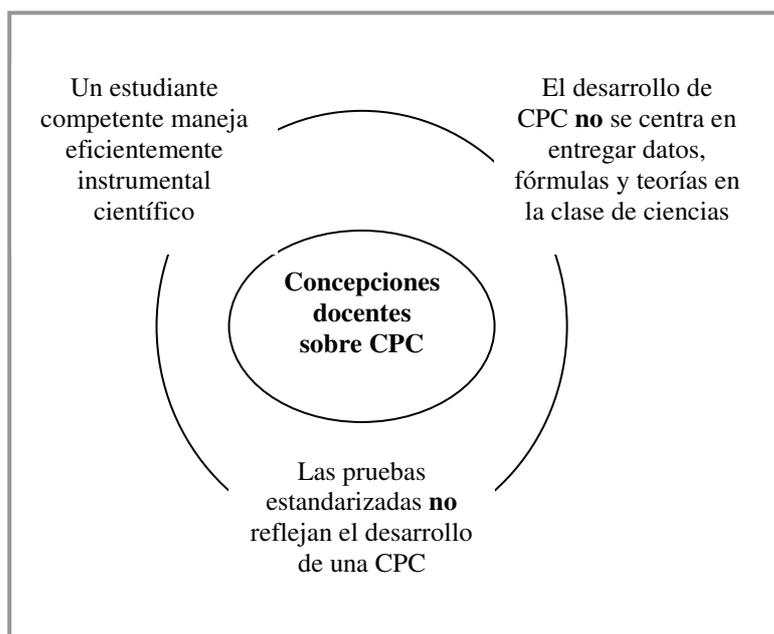


Figura 5.9 Concepciones sobre Aprendizaje de la Ciencia en el profesorado de biología ( $r > 0,3$ ).

## 5.2. IMAGEN DE LA BIOLOGÍA ESCOLAR EN EL PROFESORADO

Finalmente con el propósito de identificar e interpretar la tendencia epistemológica sobre la imagen de la biología, se realiza un análisis de componentes principales (ACP) para los 80 enunciados independiente de la dimensión a la cual pertenecen cada uno de ellos.

Se realiza un análisis interpretativo desde la epistemología realista pragmática, para los cinco primeros componentes que explican el 27% de la varianza. Para cada componente se seleccionan tres factores con mayor valor de  $r$ . El valor de  $r$  considerado en la elección del factor es igual o superior a 0,5. La información se presenta en la tabla 5.17.

<b>Componente</b>	<b>Porcentaje de explicación</b>	<b>Interpretación</b>
Primero	10,095	Los problemas científicos siempre se enfrentan cuando existe relación teórica entre conceptos. Así las actividades experimentales permiten justificar la enseñanza de los modelos teóricos, como concebir que las teorías científicas prevalezcan cuando explican un conjunto de fenómenos.
Segundo	5,272	Considerar el significado que los estudiantes tienen de un concepto, para enseñar un método científico como un conjunto de pasos, para lograr un conocimiento verdadero, confiable, definitivo e incuestionable.
Tercero	4,619	El rol del profesor es entregar las formulas y algoritmos requeridos por un estudiante para enseñar a resolver un problema.
Cuarto	3,760	Las mediciones SIMCE, PSU, PISA, TIMMS, reflejan competencias de pensamiento científico de manera válida y confiable.
Quinto	3,654	Los estudiantes pueden aprender conceptos inapropiados fuera de la escuela para interpretar la realidad y su propia experiencia. Los instrumentos de evaluación como las bases de orientación, uve de Gowin y mapas conceptuales permiten calificar el aprendizaje científico

Tabla 5.17. Análisis interpretativo a partir de un ACP para los 80 enunciados propuesto en el cuestionario tipo Likert que representan ciertas concepciones docentes sobre la imagen de la biología.

### 5.2.1. SÍNTESIS DE LOS DATOS

El ACP nos lleva a afirmar que la noción epistemológica predominante en los docentes es tradicional - dogmática, principalmente orientada hacia los planos **procedimentales** que se corresponden con la investigación científica. Junto con esto, surge nuevamente la idea de coexistencia teórica en los docentes, que creemos puede estar determinada por el conocimiento profesional del profesor como sistemas de ideas (Perafán, 2005). En la tabla 5.18 se resumen algunas de las interpretaciones derivadas del cuestionario.

<i>Concepciones previas sobre</i>		
<b>La ciencia</b>	<b>El aprendizaje de las ciencias</b>	<b>La enseñanza de las ciencias</b>
Entre el positivismo empiricista y la construcción social	El estudiante receptor pasivo de conocimiento externo  Estático y pobremente evolutivo	Entre la transmisión por explicación.  Cambio conceptual por contradicción  Centrada en los contenidos disciplinares más que en el desarrollo de Competencias de Pensamiento Científico (CPC)  La evaluación no se concibe como fundamento para aprender

Tabla 5.18. Concepciones docentes sobre: Ciencia, aprendizaje y enseñanza de las ciencias para el desarrollo de competencias de pensamiento científico.

Entendiendo que los saberes que adquiere el profesor durante la formación inicial y sobre los que centra su foco de discusión con los estudiantes son de carácter explícito, creemos que esta epistemología “matizada”, es decir, una epistemología propia del docente, es herencia del saber propio de la experiencia profesional que se expresa durante la programación, la evaluación y el diagnóstico de problemas en el aula (Valbuena, 2007) y que se ven enriquecidos o que se enrobustecen por los tipos de experiencia que dan cuenta de esquemas de acción particulares, aspecto que según Perafán (2005) tiene como fuente la historia de vida del docente. Estos saberes están muy arraigados, por tanto ofrecen resistencia al cambio (Valbuena, 2007) y en muchas ocasiones podría constituir un obstáculo para el desarrollo profesional. Un aspecto que puede influir en lo que hemos llamado “*epistemología matizada*”, es hacer, prevalecer las teorías personales elaboradas a partir del conocimiento pedagógico históricamente construido; construcciones que surgen de la formación y práctica docente.

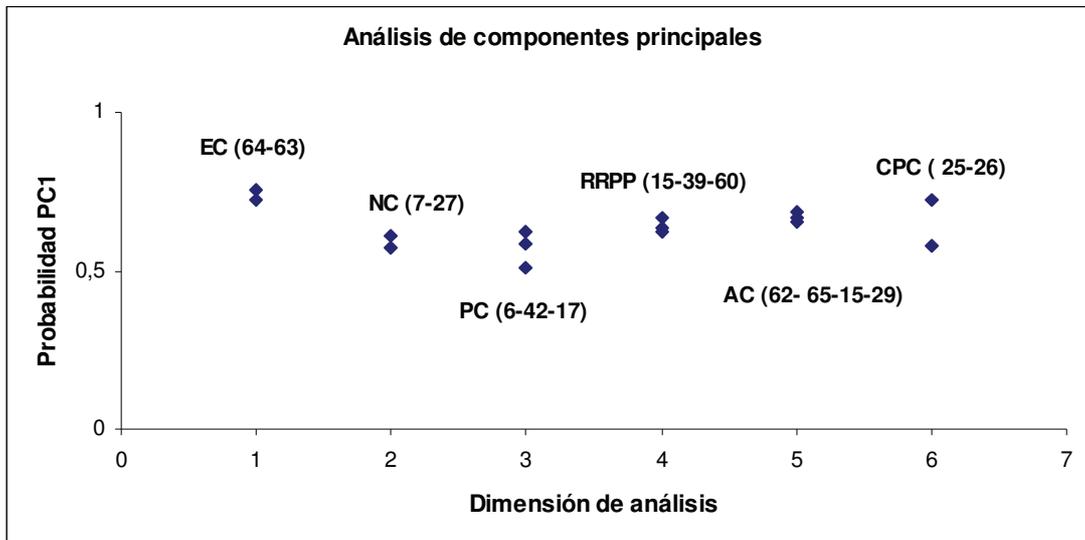


Figura 5.10. Enunciados con mayor valor de correlación representativos de las concepciones docentes sobre la imagen de ciencia –biología–.

La figura 5.10 nuevamente señala que el nivel de comprensión de los docentes está en un plano procedimental para la dimensión Naturaleza de la Ciencia, principalmente la concepción es empiricista, lo que significa que al momento de enseñar ciencias, el docente prioriza la observación y experimentación, porque a través de estas acciones, el estudiante llegaría a descubrir por si mismo leyes de la naturaleza (Pro Bueno, 2003). Sin embargo, a pesar que la Naturaleza de la Ciencia, a juicio de los docentes es empiricista, no se utilizan muchas actividades experimentales en las aulas, es más, durante el taller de reflexión sobre la enseñanza del metabolismo, los docentes no proponen en su discurso experimentación para abordar la enseñanza del metabolismo. Para los docentes la idea de que “lo que no se ve, se olvida” como plantea Pro Bueno (op. cit.) es sustancial en la enseñanza de las ciencias, de ahí una concepción empiricista que pone el acento en actividades experimentales.

*“... los modelos científicos no son, por lo tanto, una “verdad” que se deduce directamente a partir de los datos experimentales” (Izquierdo, 2007).*

Se aprecia una clara tendencia a creer que los modelos de los estudiantes cambian como verdaderas revoluciones que causan cambios globales (Kuhn, 1971); sin embargo, en los trabajo de Tamayo (2001) queda demostrado que en la enseñanza de la respiración los estudiantes tienen diferentes modelos explicativos de los hechos, cada uno de los cuales es considerado como una hipótesis teórica (Izquierdo, 1999; Gómez, 2005) que relaciona los fenómenos y los diferentes marcos conceptuales y procedimentales de ellos. Para Toulmin (1977) el cambio conceptual nunca se produce de una vez, es gradual y se da mediante el cambio en los conceptos particulares, que viene dada de la toma de conciencia gradual de las desventajas de las teorías implícitas y las ventajas de las teorías antagónicas como lo señalara Lakatos (1983) en su programa de investigación científica del modelo de cambio conceptual.

Sobre la dimensión Competencias de Pensamiento Científico (CPC) nos llama profundamente la atención que la noción de sujeto competente genere conocimiento prescindiendo de la teoría así como que el valor que se asigna a las instrucciones en el proceso de enseñanza. Esperamos que, la concepción de actividad científica escolar promueva la formación de modelos científicos escolares que permitan a los estudiantes pensar al intervenir en el mundo y, con ello, a decidir (Izquierdo, 2007), por lo que podemos decir:

*“Una competencia de pensamiento científico se concibe como un proceso de desarrollo sistemático y continuo donde se articulan diferentes planos de análisis que movilizan valores, actitudes, procedimientos, habilidades y emociones, de manera consciente e intencionada y en la cual se concibe el conocimiento científico como una actividad humana cuyas finalidades articulan las teorías (racionalidad moderada) con el mundo (razonabilidad compartida). Ese sería por así decirlo, nuestro “sujeto competente”. (Informe Fondecyt 1070795, 2009).*

### 5.3. SEGUNDO NIVEL DE ANÁLISIS: MAPAS COGNITIVOS

Nos pareció muy interesante la información recogida desde el cuestionario tipo Likert sobre algunas concepciones del colectivo de profesores de biología, por ello, y con el propósito de profundizar nuestros análisis; así como, encontrar algunos nudos de interés es que decidimos trabajar con dos profesoras de biología sobre el *pensamiento* que comparten sobre Naturaleza de la Ciencia (NC), Aprendizaje de la Ciencia (AC), Enseñanza de la Ciencia (EC) y Competencias de Pensamiento Científico (CPC). Las profesoras que constituyen este análisis participaron de la aplicación del cuestionario como del taller de reflexión docente (TRD) descrito anteriormente. Una de ellas tuvo la oportunidad de ser entrevistada en profundidad antes del ingresar al TRD. Fundamentalmente, se pretende caracterizar el pensamiento del profesor a partir de la construcción de mapas cognitivos que utilizan como unidad de análisis los enunciados propuestos en el cuestionario tipo Likert.

Los mapas construidos a partir del cuestionario tipo Likert como procedimiento de análisis de las concepciones del profesorado, relacionan, unidades de información (González et als., 2004), que permiten, una visión global y vinculante con otras dimensiones de interés sobre las concepciones docentes. A continuación se presentan los mapas cognitivos por dimensión de las docentes antes y después de participar del TRD.

El análisis de la información comprende las siguientes etapas:

- i. Presentación de los **mapas cognitivos generales** por dimensión de interés para la noción absolutista y constructivista.
- ii. Presentación de mapas cognitivos absolutista y constructivista por dimensión de interés para la noción absolutista y constructivista por profesor antes de participar en el TRD

- iii. Presentación de mapa cognitivo general o por visión epistemológica según dimensión de interés, por profesor.
- iv. Descripción e interpretación desde las orientaciones teóricas realista pragmática de las unidades de análisis presentes en los mapas cognitivos propuestos.

El protocolo de análisis para cada una de las dimensiones de interés: Naturaleza de la Ciencia (NC), Aprendizaje de la Ciencia (AC), Enseñanza de la Ciencia (EC) y Competencias de Pensamiento Científico (CPC) será el siguiente:

- Se presentan los **mapas cognitivos generales** por dimensión para cada una de las visiones epistemológicas.
- Luego, se elaboran los mapas cognitivos de **cada profesora** por visión epistemológica **antes y después** de participar en el Taller de Reflexión Docente (2007 – 2008).

### **5.3.1. ANÁLISIS DE LOS MAPAS COGNITIVOS PARA LA DIMENSIÓN NATURALEZA DE LAS CIENCIAS (NC)**

Para iniciar la discusión en las figura 5.11 y 5.12 se muestran los mapas cognitivos generales por noción epistemológica. Luego se presentan los mapas cognitivos por profesora según la epistemología antes y después de participara en el Taller de Reflexión Docente (TRD). Finalmente se comparten algunas ideas, nociones, controversias por docente derivadas del análisis de los mapas cognitivos.

Este protocolo será seguido para las dimensiones restantes que constituyen este análisis.

### 5.3.1.1 MAPA COGNITIVO PARA NATURALEZA DE LA CIENCIA (NC)

Figura. 5.11. Mapa cognitivo general que representa la **noción absolutista** para la dimensión **Naturaleza de la Ciencia**

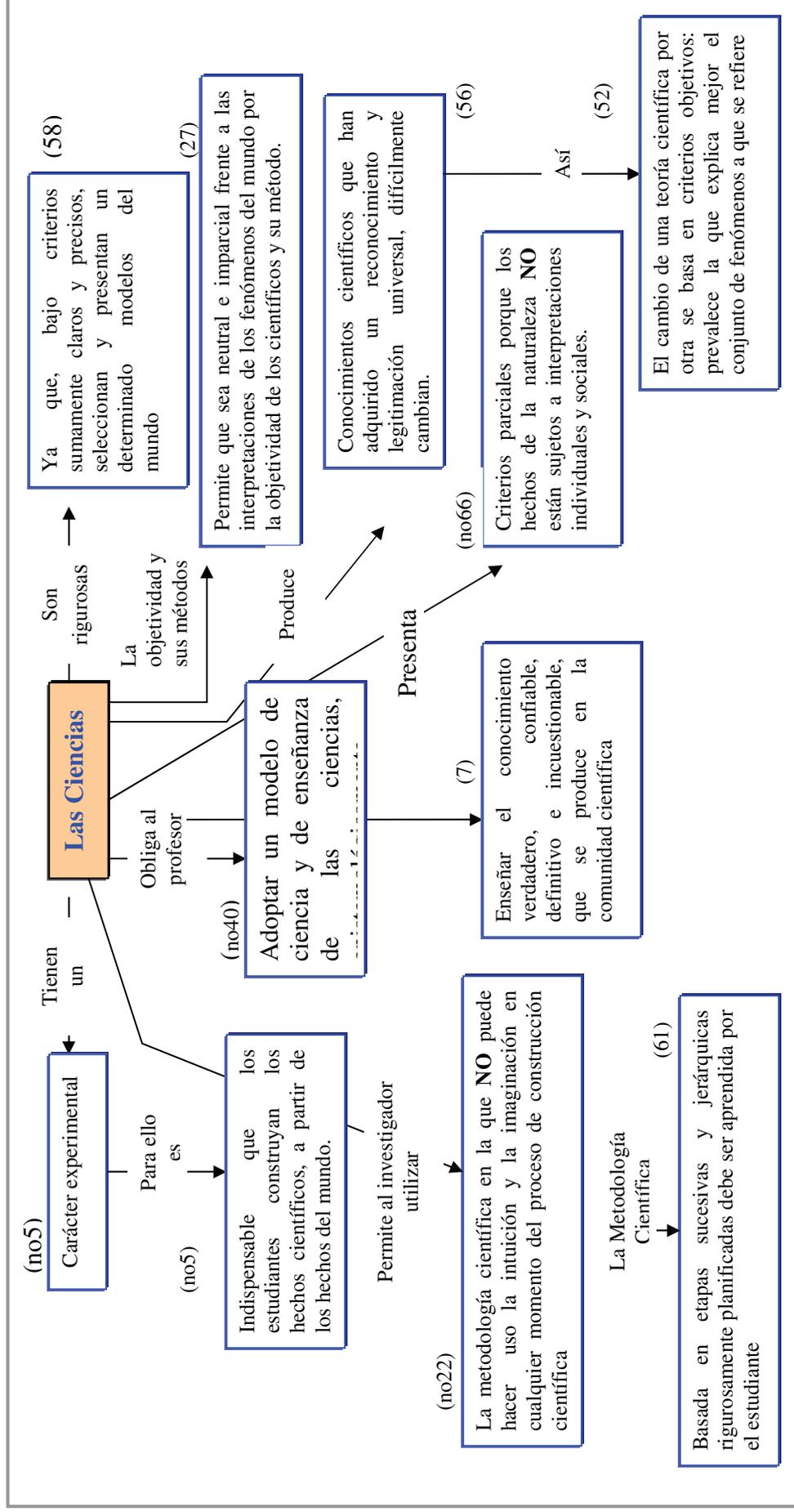


Figura. 5.1.2. Mapa cognitivo general que representa la noción constructivista para la dimensión **Naturaleza de la Ciencia**

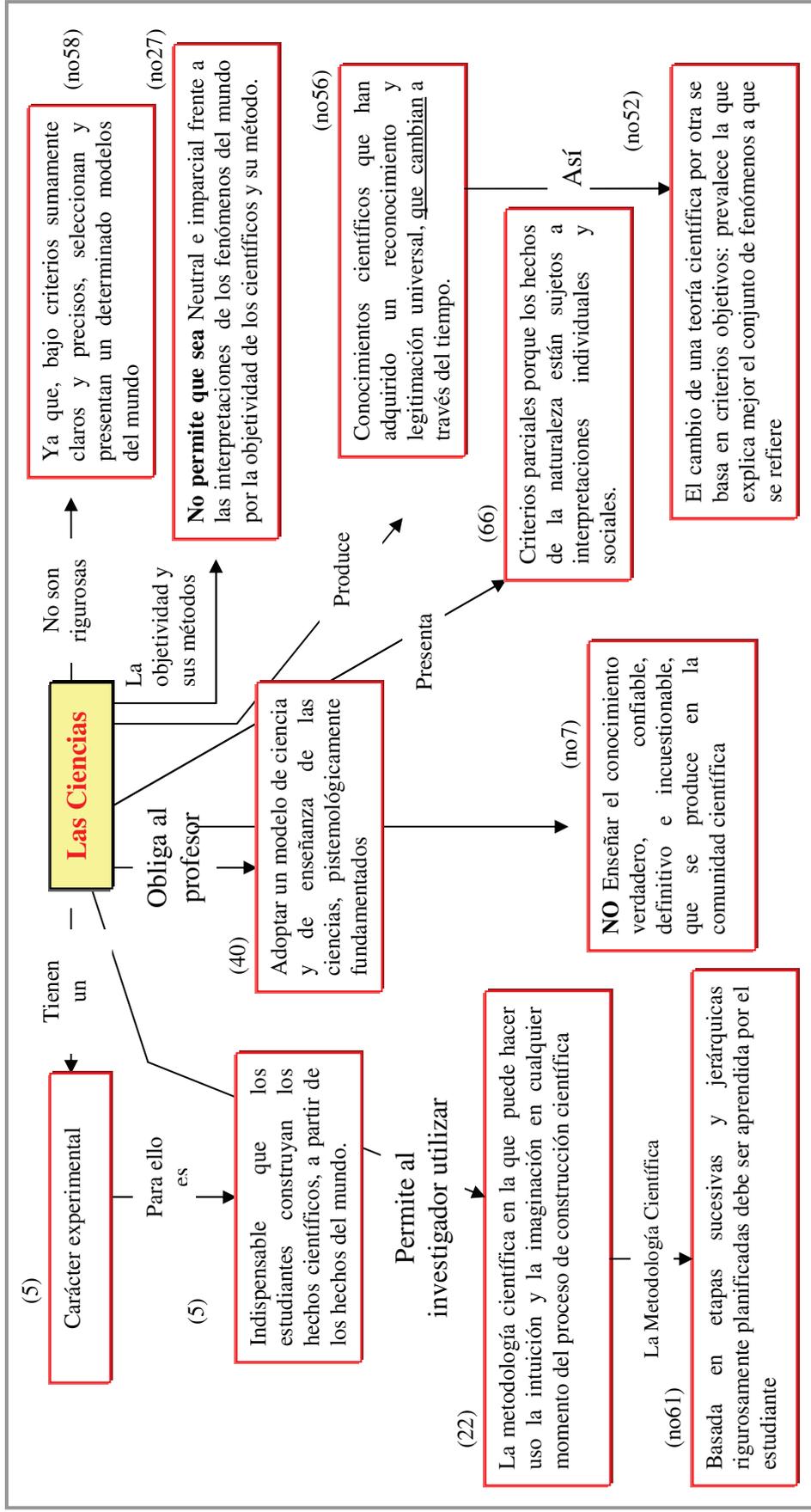


Figura 5.13. Mapa cognitivo que representa la **noción absolutista** de la **profesora María** sobre Naturaleza de la Ciencia antes de participar en el TRD (2007)

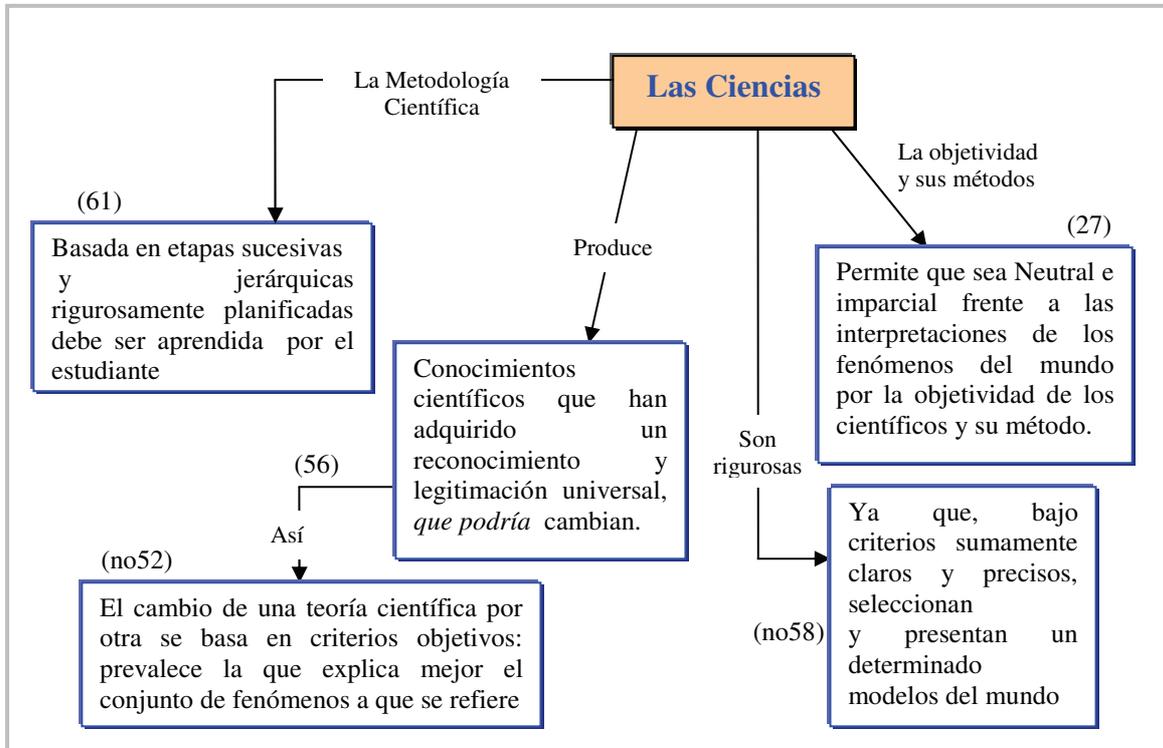


Figura 5.14. Mapa cognitivo que representa la **noción absolutista** de la **profesora María** sobre Naturaleza de la Ciencia después de participar en el TRD. *Expo factum* (2008).

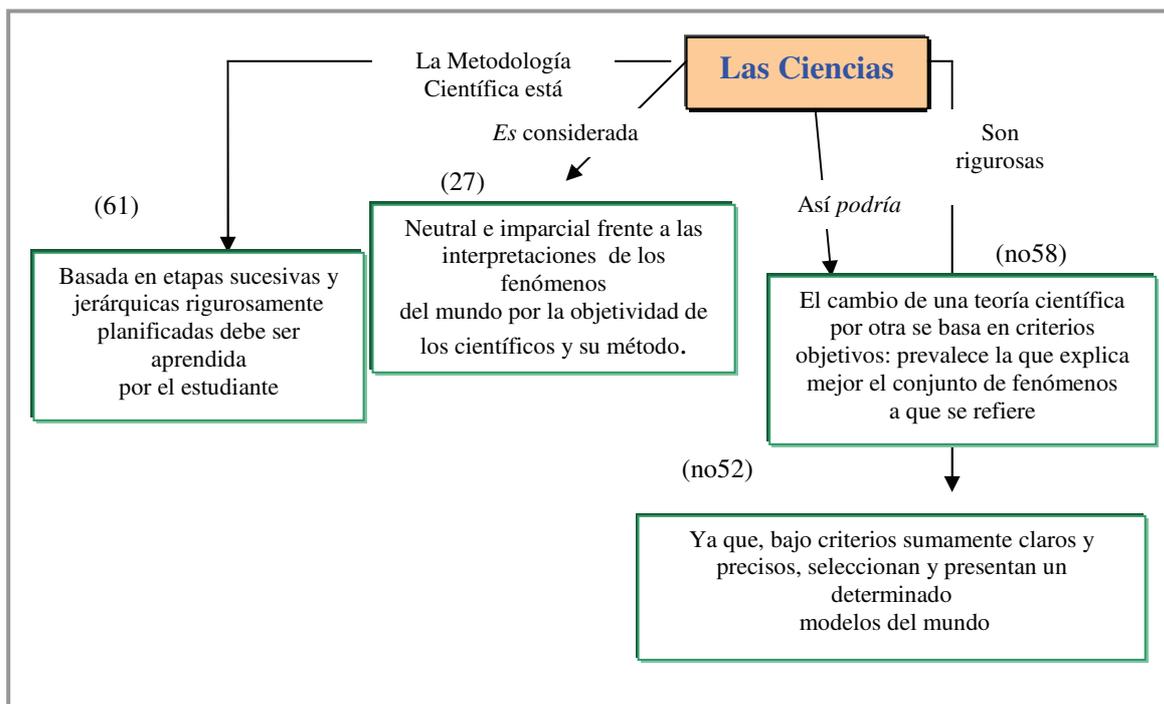


Figura 5.15. Mapa cognitivo que representa la **noción constructivista** de la **profesora María** sobre Naturaleza de la Ciencia antes de participar en el TRD (2007).

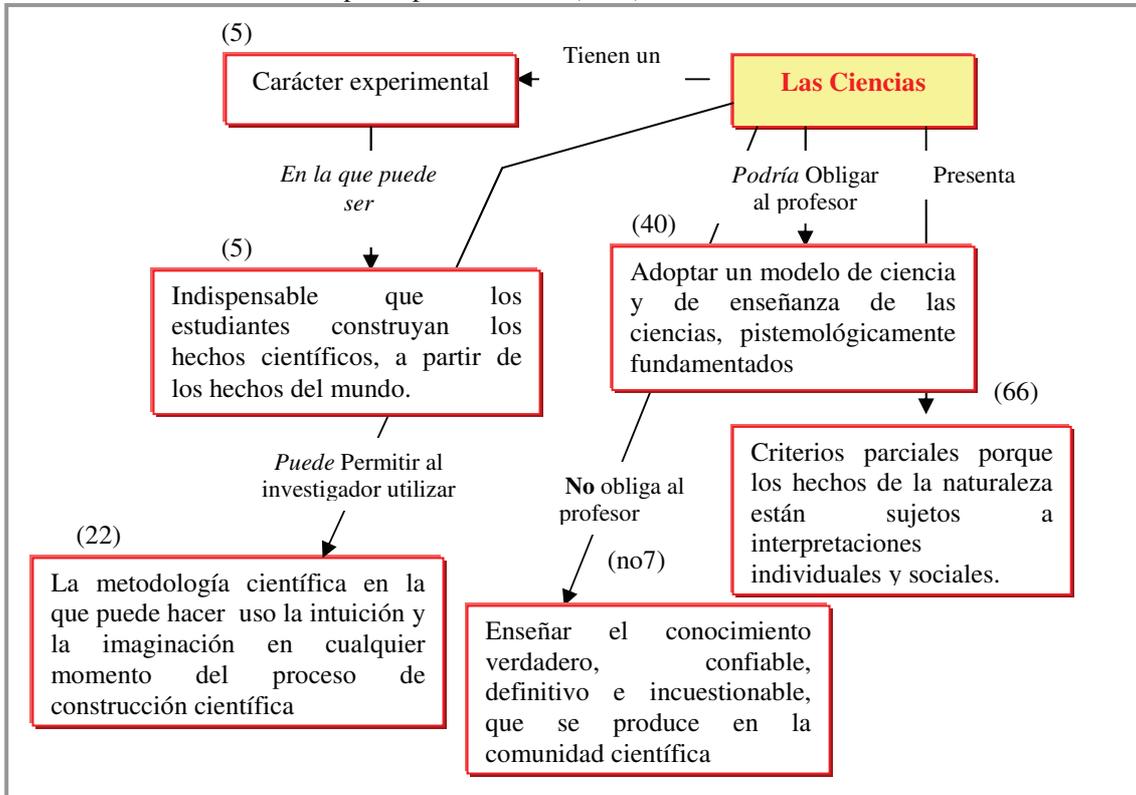
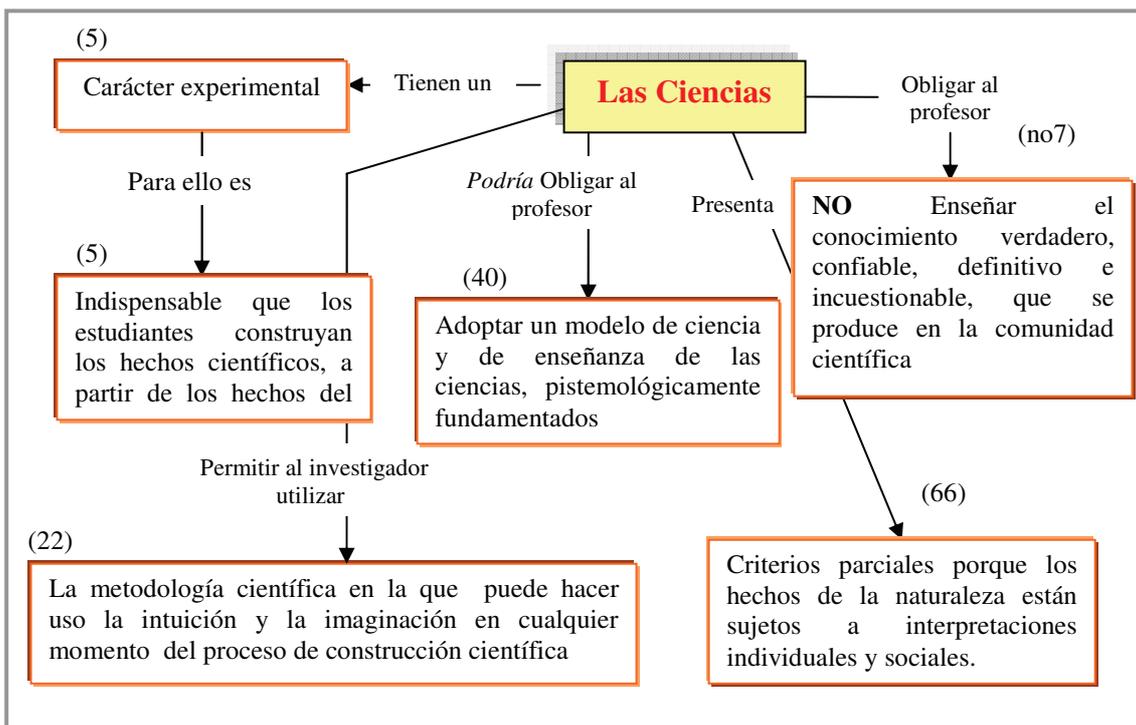


Figura 5.16. Mapa cognitivo que representa la **noción constructivista** de la **profesora María** sobre Naturaleza de la Ciencia después de participar en el TRD *expo factum* (2008).



### 5.3.1.2. RACIONALIDADES SOBRE NATURALEZA DE LA CIENCIA (NC) SEGÚN LA PROFESORA MARÍA.

El análisis de los mapas cognitivos, nos lleva a plantear que existen ideas que “cambian” y otras que “persisten” ; como también se aprecian ideas “contradictorias” que son interesantes de discutir. Con el propósito de dar a conocer estas concepciones revisemos la Figura 5.17 que relaciona estas ideas.

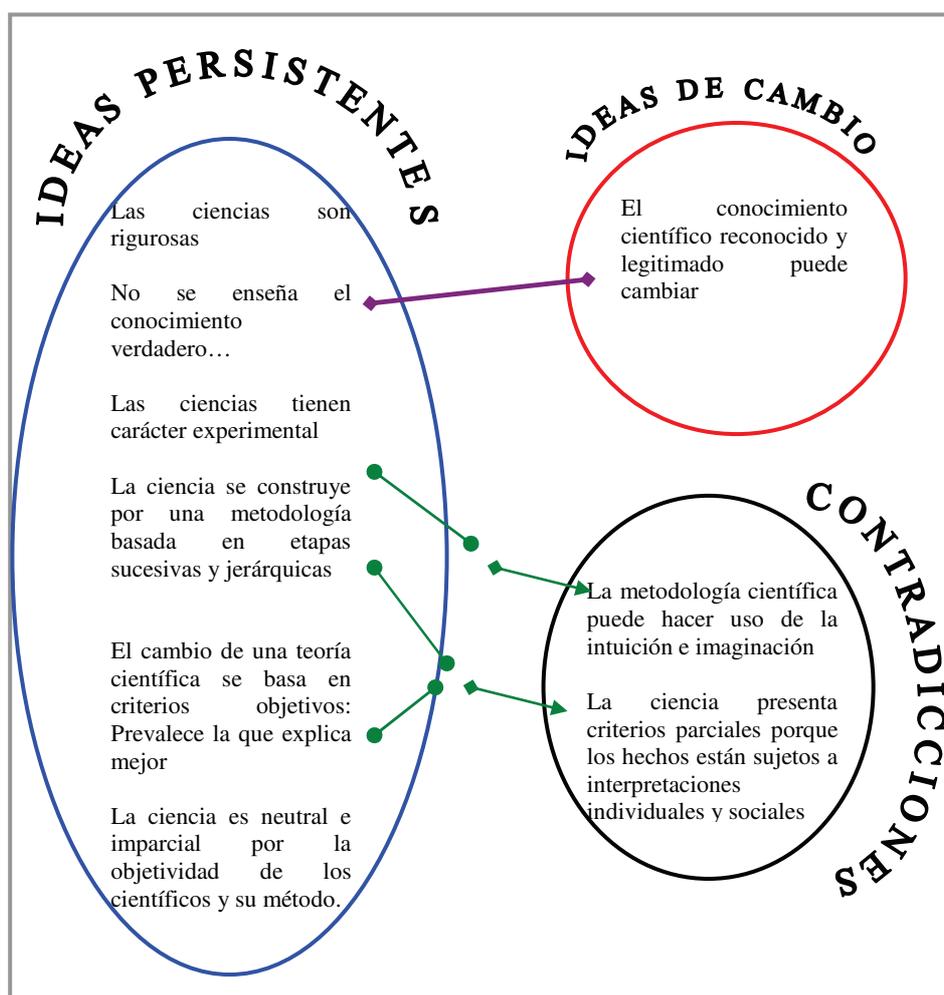


Figura 5.17. Relación entre ideas sobre Naturaleza de la Ciencia presentes en la docente María finalizado el TRD.

Entendemos por **ideas persistentes** aquellas nociones en las que el profesor manifiesta el mismo grado de adhesión expresada en el cuestionario antes y después del TRD. En tanto, aquellas nociones que dan cuenta de nuevas adhesiones sin ser contradictorias con otros enunciados, las hemos denominado **ideas de cambio**. Finalmente las ideas de

cambio que contradicen una concepción propuesta en algún enunciado las hemos nombrado **contradicciones**.

En ese marco podemos afirmar que María concibe la ciencia como experimental basada en una metodología propia del método científico tradicional, neutral y objetiva. Estas ideas persistentes de María se sitúan en categorías de **comprensión procedimental** descritas por Wang y Marsh (2002) y Camacho y Quintanilla (2009) que deja en evidencia un tránsito en el pensamiento del profesor que puede estar ajustado a la idea de “**creer que se deben hacer ciertas cosas**” y pensar “**en lo que cree que hace**” como lo plantean los estudios de Contreras (2009) sobre las creencias curriculares y creencias de actuación en profesores de ciencia chilenos.

María cree que la metodología científica permite espacios de intuición y creatividad, sin embargo, por el sistema de ideas que constituye su conocimiento profesional docente, sus racionalidades movilizan su actuación docente a hacer lo que siempre ha resultado, lo que ha aprendido en su formación inicial como en la práctica-experiencia profesional. Estos aspectos, llevan a identificar contradicciones en el plano de comprensión procedimental que eventualmente dificultan la toma de buenas decisiones sobre qué y cómo enseñar biología.

La racionalidad de María entendida desde este sistema de ideas se corresponde con lo descrito para el profesorado de biología: Una ciencia empiricista, con un método científico tradicional y de conocimiento verdadero e incuestionable. No obstante, podemos evidenciar que el TRD promueve en la profesora “matices de cambio” fundamentalmente en la concepción **de ciencia**. Emerge una representación del conocimiento que cambia y que responde a tiempos, contextos, momentos en el que se construye.

Figura 5.18. Mapa cognitivo que representa la **noción absolutista** de la **profesora Carol** sobre Naturaleza de la Ciencia antes de participar en el TRD (2007)

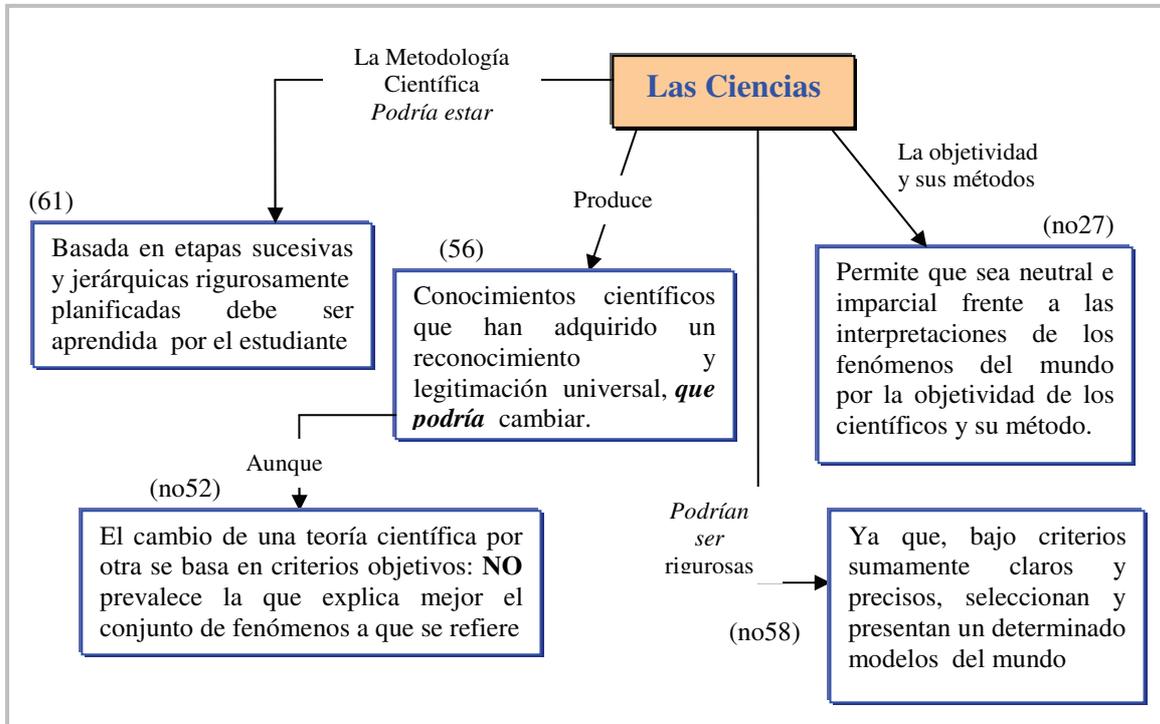


Figura 5.19. Mapa cognitivo que representa la **noción absolutista** de la **profesora Carol** sobre Naturaleza de la Ciencia después de participar en el TRD *Expo factum* (2008).

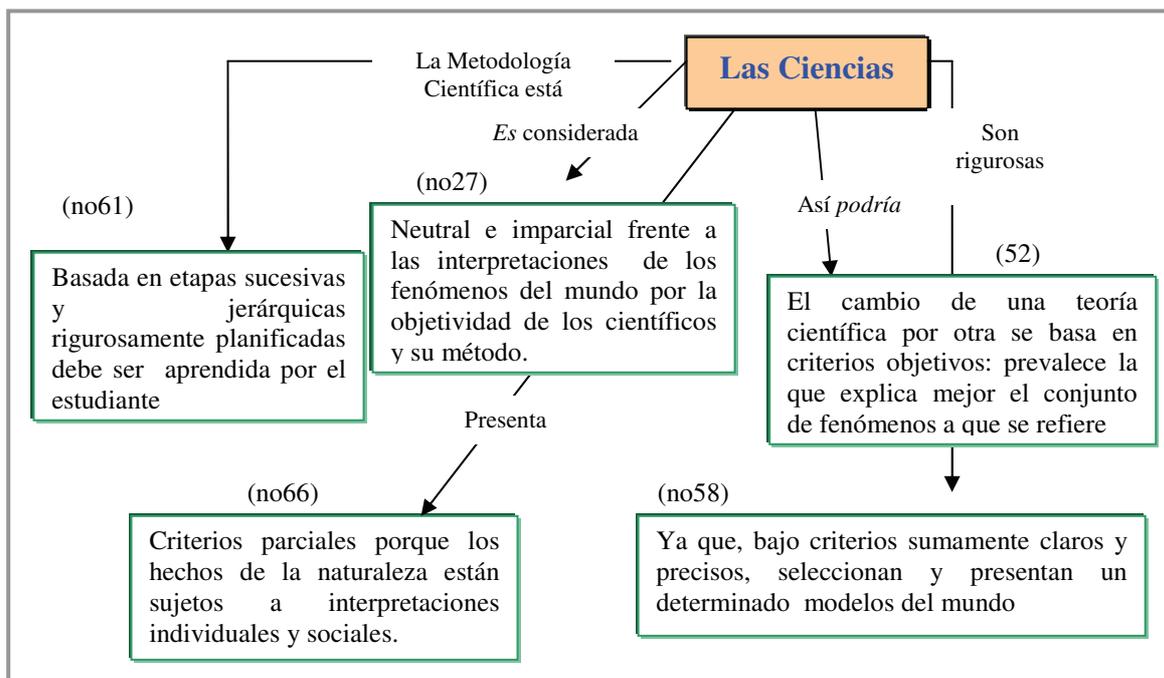


Figura 5.20. Mapa cognitivo que representa la **noción constructivista** de la **profesora Carol** sobre Naturaleza de la Ciencia antes de participar en el TRD (2007).

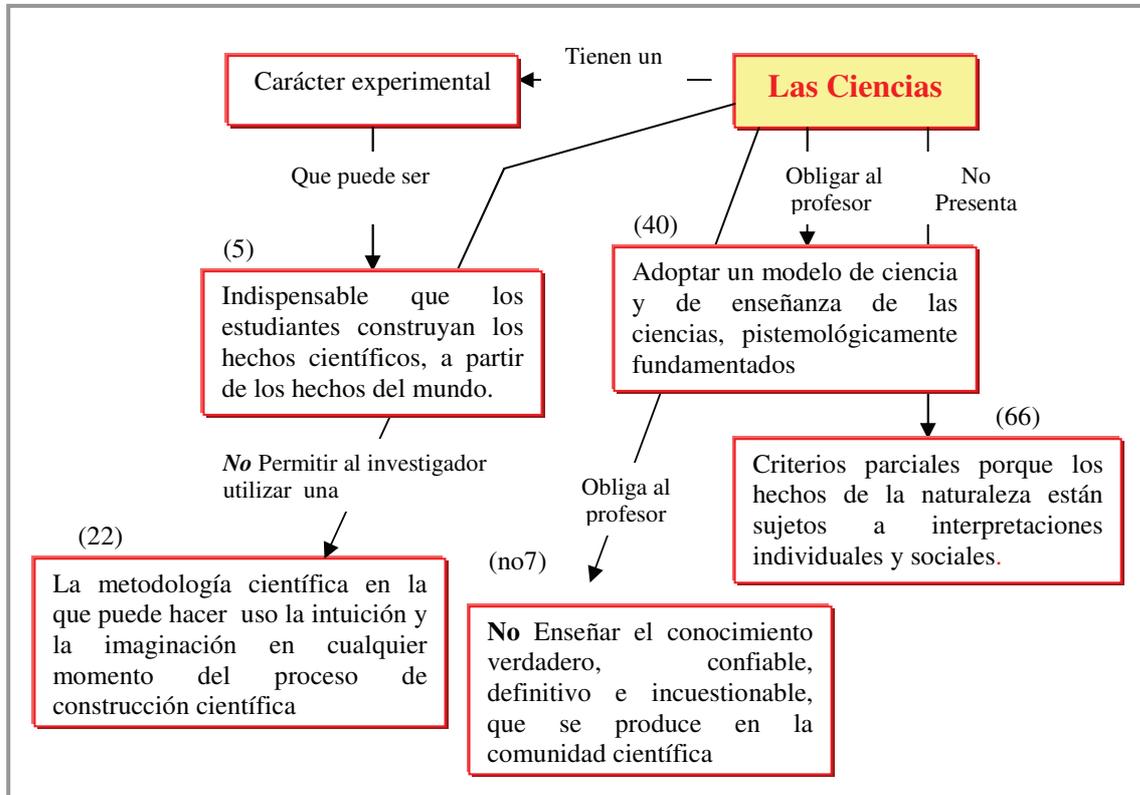
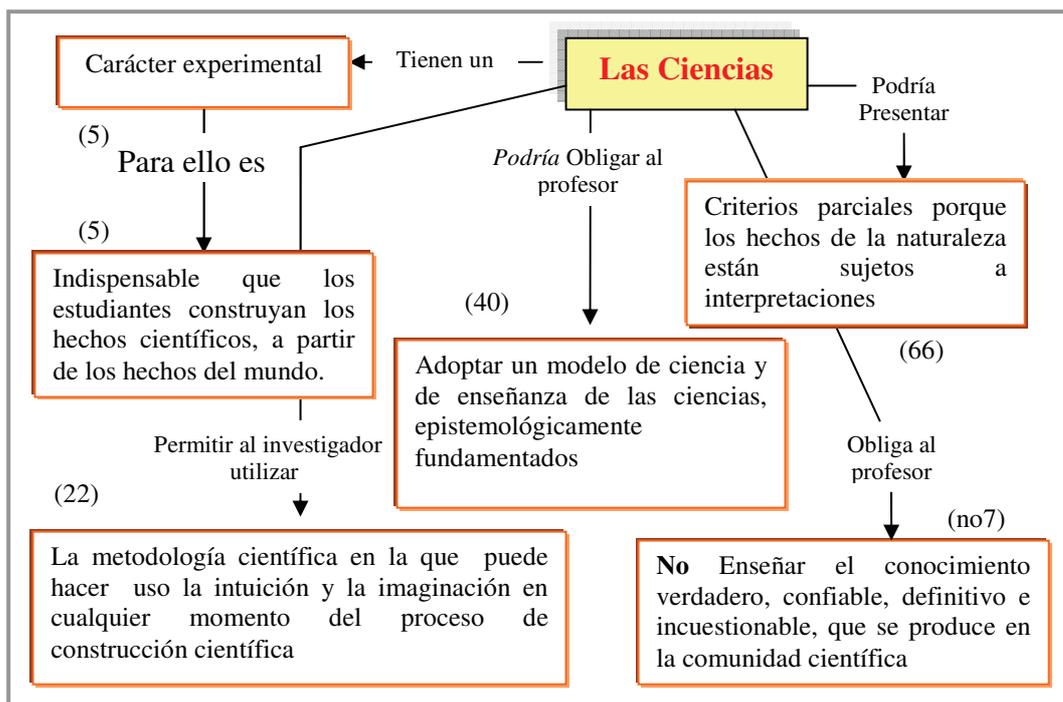


Figura 5.21. Mapa cognitivo que representa la **noción constructivista** de la **profesora Carol** sobre Naturaleza de la Ciencia después de participar en el TRD *Expo factum* (2008).



### 5.3.1.3. RACIONALIDADES SOBRE NATURALEZA DE LA CIENCIA (NC) SEGÚN LA PROFESORA CAROL

El análisis de los mapas cognitivos de Carol para la dimensión Naturaleza de la Ciencia da cuenta de la misma racionalidad presentada por María. Ahora bien, para facilitar la comprensión de la información entregada hemos propuesto una figura para el sistema de ideas de Carol.

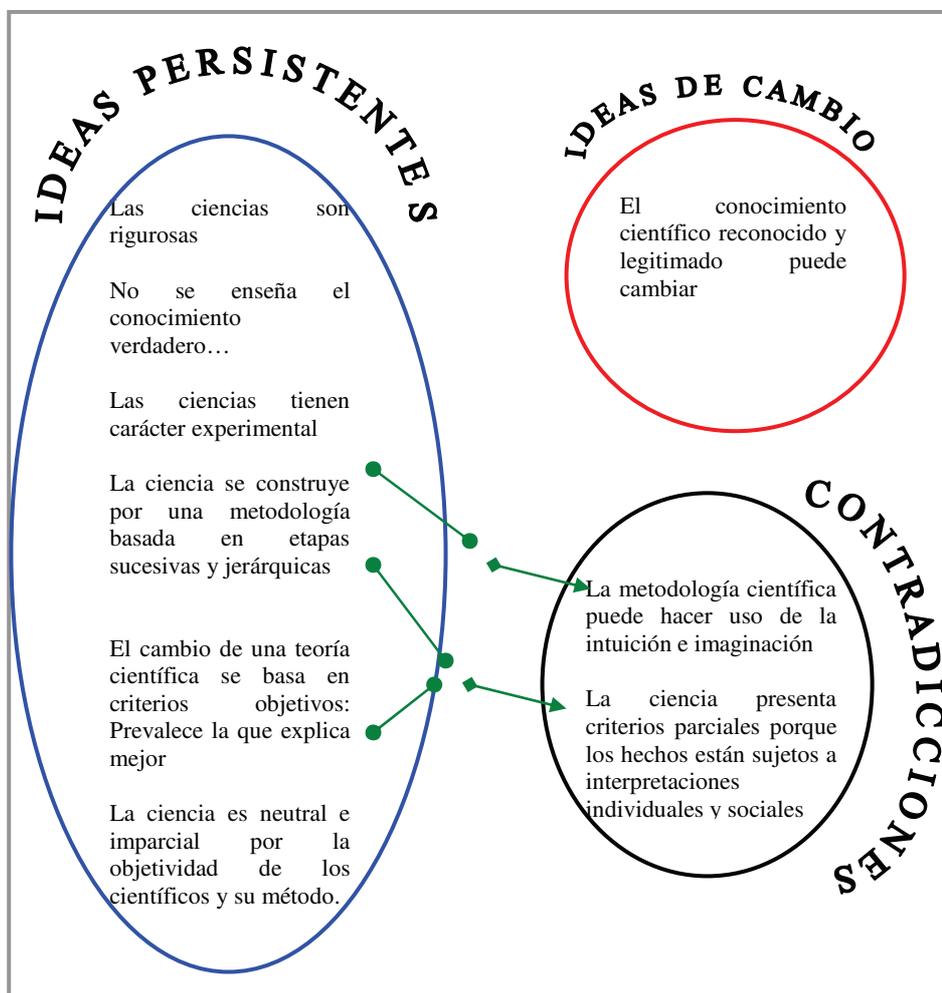


Figura 5.22. Figura 5.17. Relación entre ideas sobre Naturaleza de la Ciencia presentes en la docente Carol finalizado el TRD.

La imagen empírica de la ciencia expresada en María y Carol, no se aleja de otras concepciones docentes en que la diversidad epistemológica tiene relación con el racionalismo, relativismo y empirismo (Martínez et. als, 2001); en la que el empirismo es la tendencia más frecuente en docentes de ciencias primaria activo y de magisterio (Porlán, 1989). Martínez, et als. (2001) sostiene que, de la diversidad de concepciones existente en profesores, el conocimiento científico, es visto por ellos, como superior, objetivo, neutral y descontextualizado; aspecto relacionado con algunas ideas persistentes en los profesores analizados, lo que nos lleva plantear, nuevas formas de abordar o reestructurar el diseño de discusión sobre naturaleza de la ciencia.

Considerando estos aspectos, nos parecen interesantes los factores específicos que dificultan una enseñanza más adecuada de la naturaleza de la ciencia propuestos por Kim et al. (2005) citado en Acevedo (2009) quien plantea que las dificultades pasan por que existe:

- a) Confusión entre naturaleza de la ciencia y procesos de la ciencia: *Una enseñanza basada en los procedimientos científicos no implica necesariamente una buena comprensión de la Naturaleza de la Ciencia* (Eick, 2000)
- b) Desconocimiento de enfoques didácticos eficaces para la enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia: Derivado del escaso dominio del profesorado a la hora de evidenciar explícita y reflexiva la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (Acevedo, 2009).
- c) Falta de conocimiento profundo del tema científico. El profesorado debe propiciar para una buena comprensión de los conceptos científicos vínculos entre ciencia, ciudadanía y valores (Quintanilla, 2008).

### 5.3.2. MAPA COGNITIVO PARA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS (EC)

Figura. 5.23. Mapa cognitivo general que representa la noción absolutista para la dimensión **Enseñanza de la Ciencia**

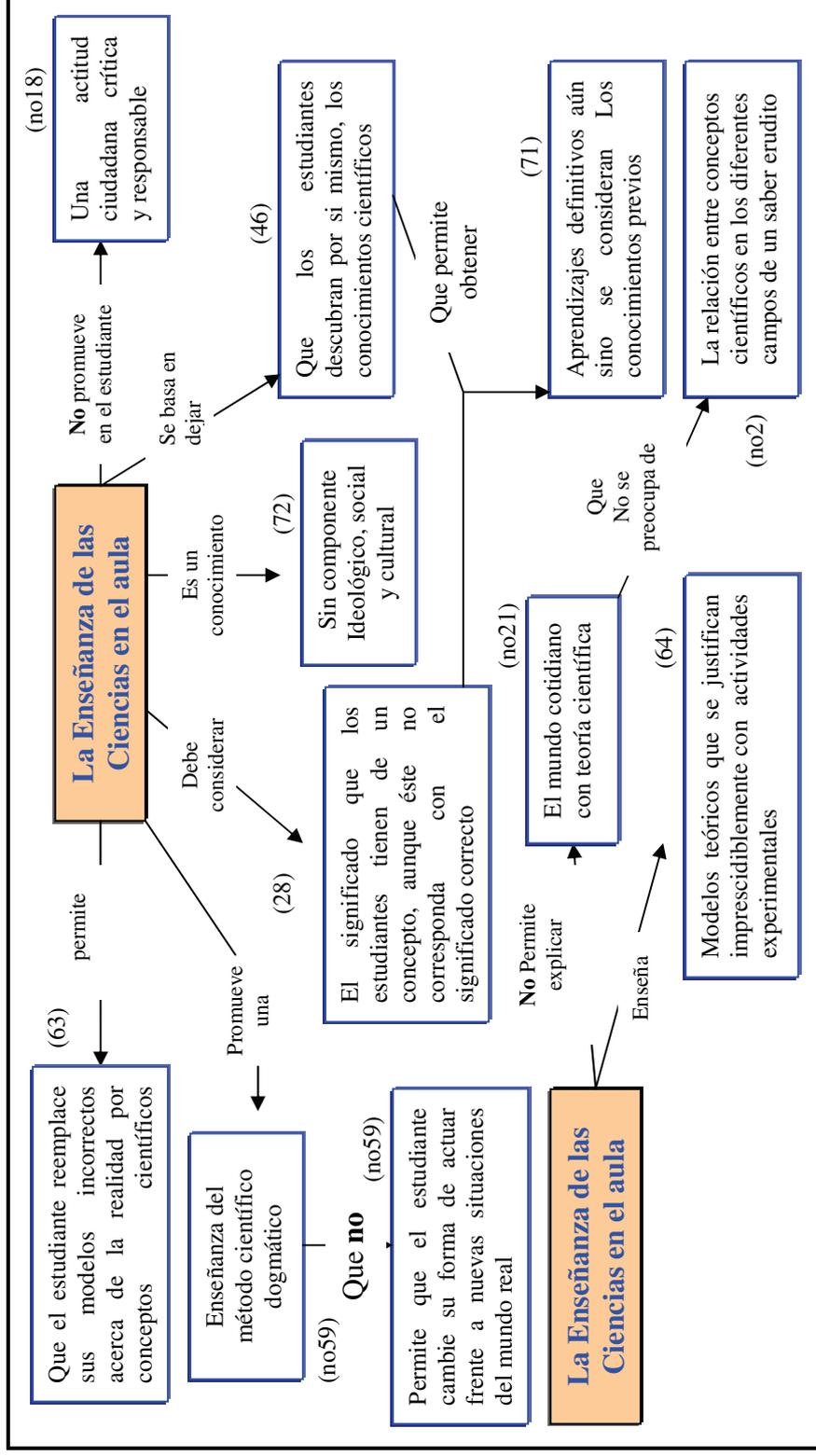


Figura. 5.24. Mapa cognitivo general que representa la noción constructivista para la dimensión **Enseñanza de la Ciencia**

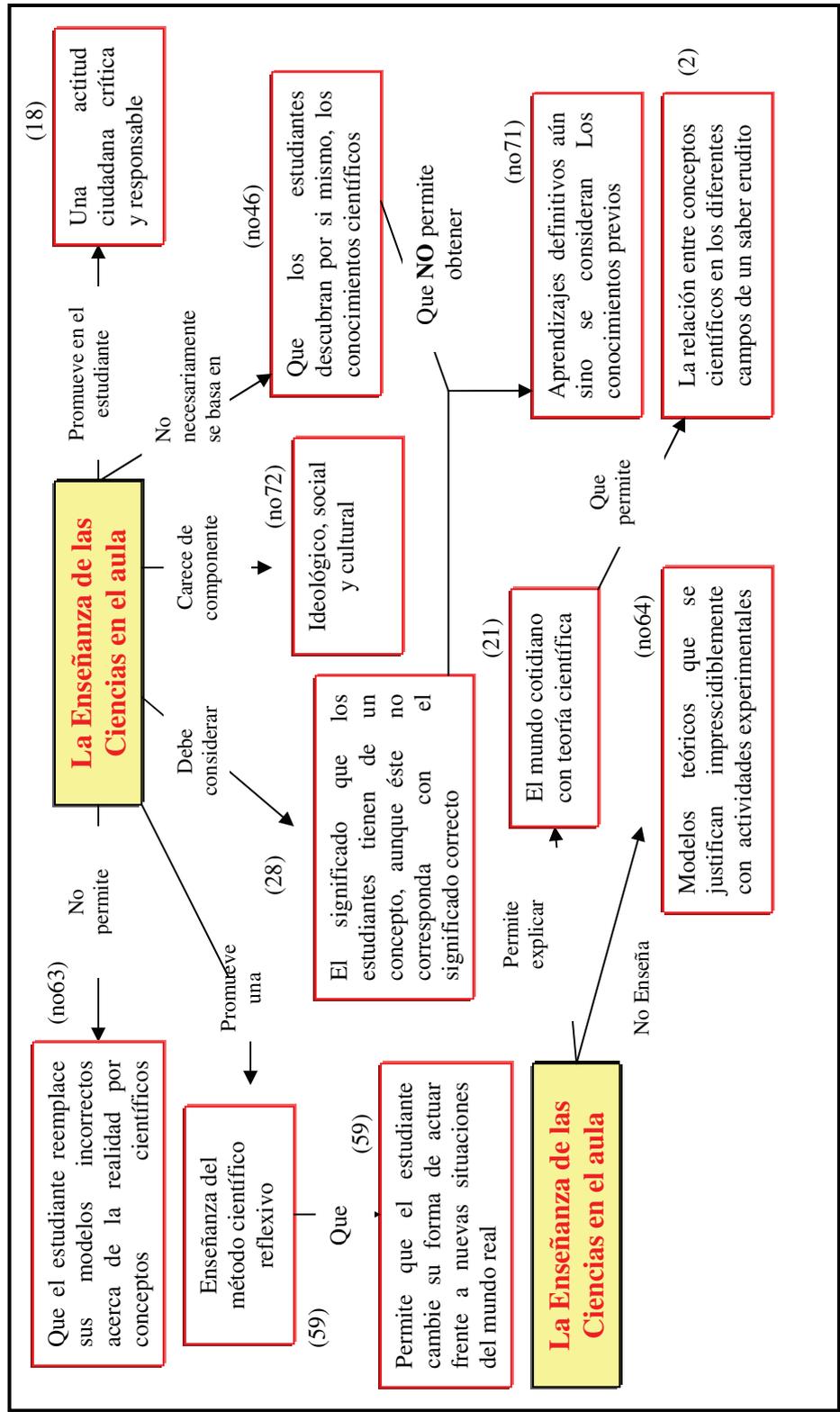


Figura. 5.25. Mapa cognitivo que representa la noción absolutista de la profesora María para la dimensión Enseñanza de la Ciencia antes del TRD (2007).

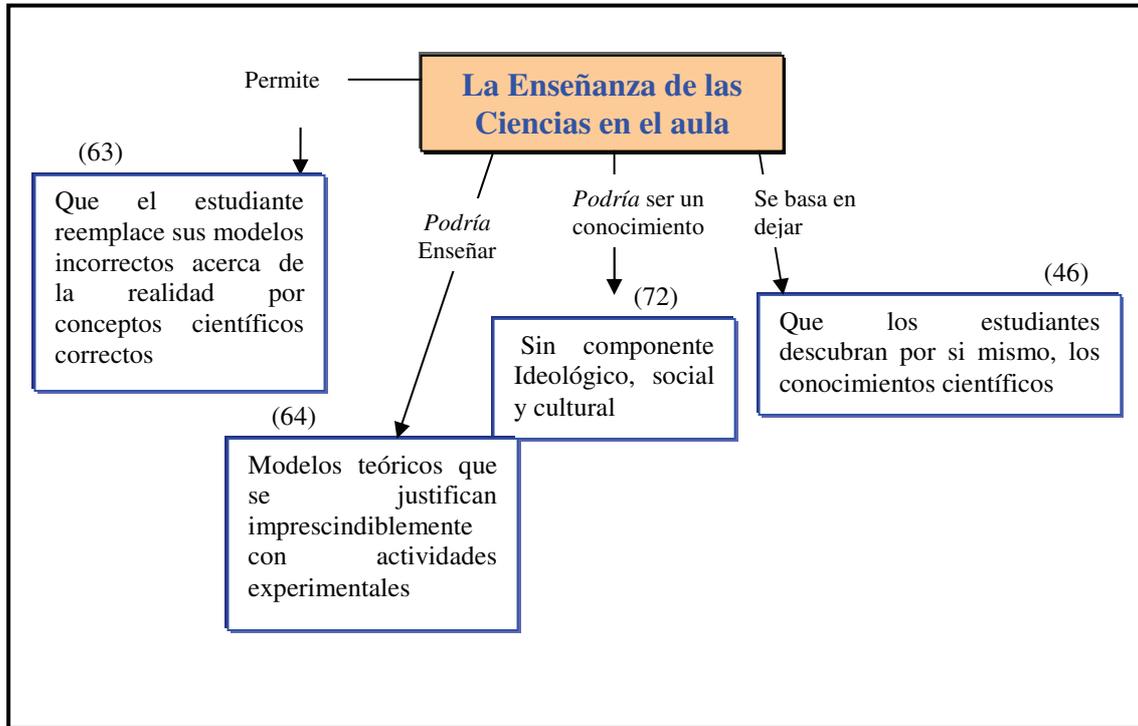


Figura. 5.26. Mapa cognitivo que representa la noción absolutista de la profesora María para la dimensión Enseñanza de la Ciencia después del TRD. *Expo factum* (2008).

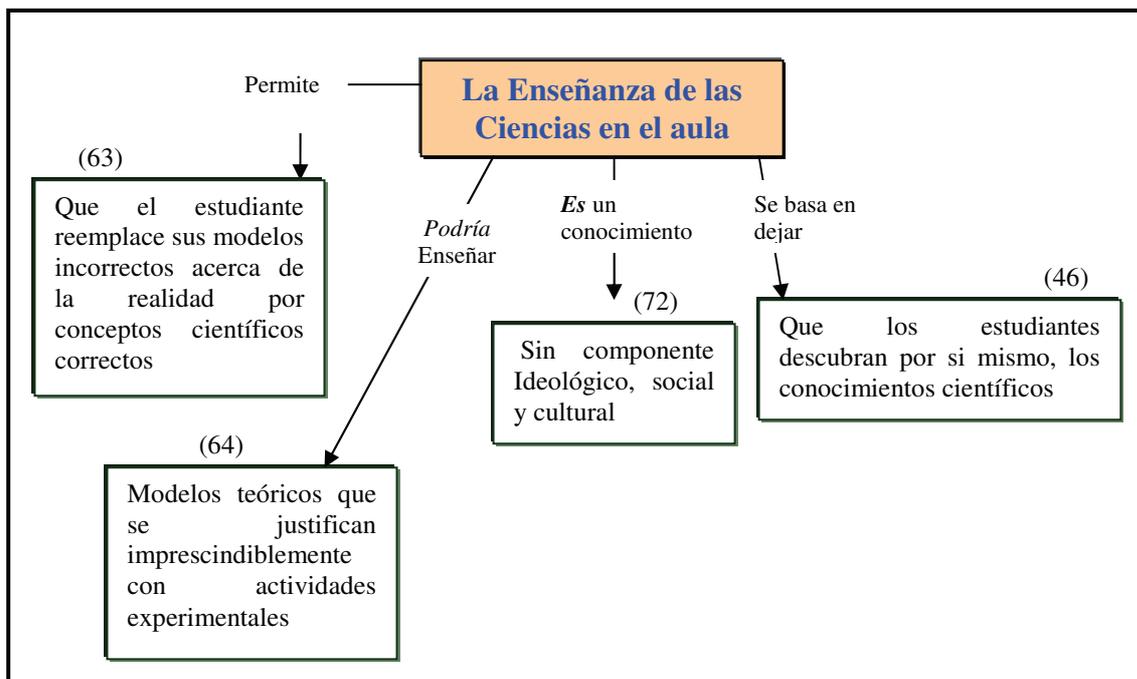


Figura. 5.27. Mapa cognitivo que representa la noción constructivista de la **profesora María** sobre Enseñanza de la Ciencia antes de participar en el TRD (2007)

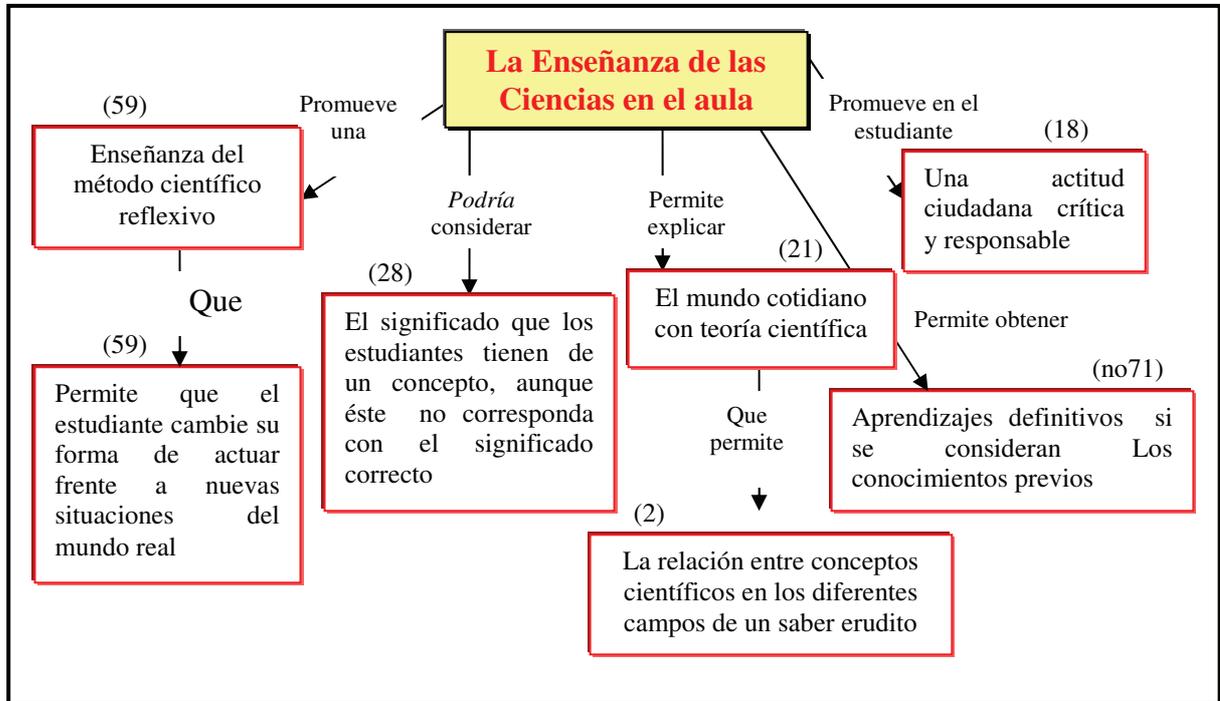
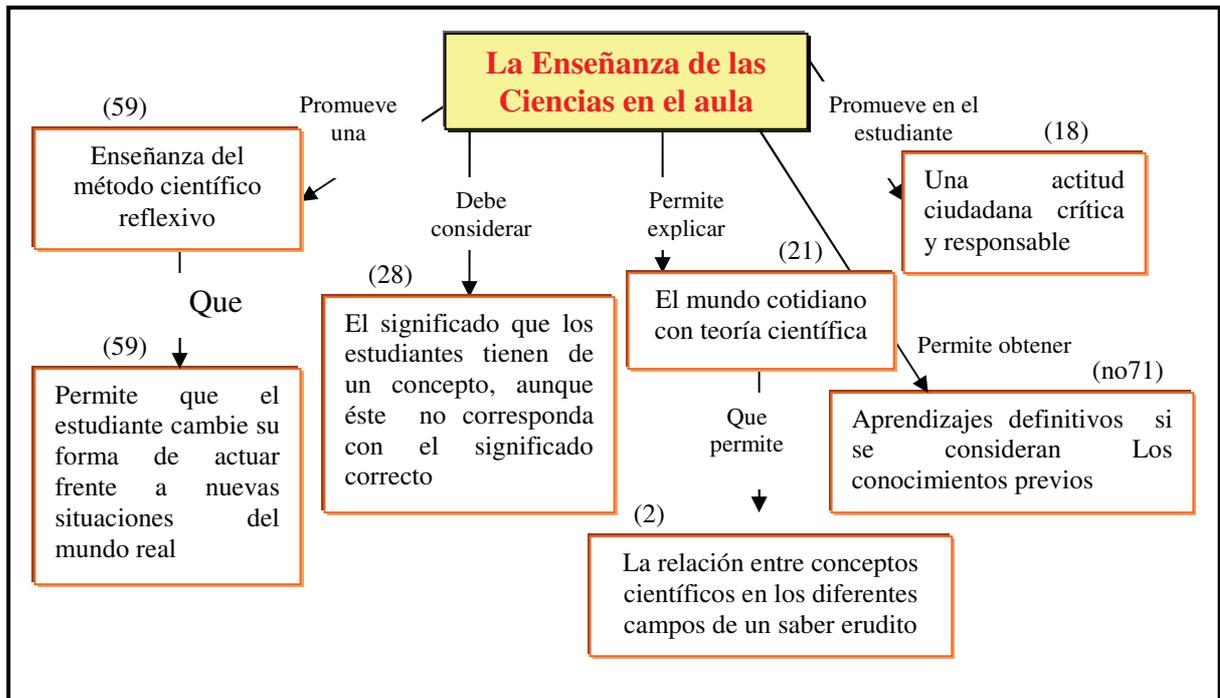


Figura. 5.28. Mapa cognitivo que representa la **noción constructivista** de la profesora María para la dimensión Enseñanza de la Ciencia después del TRD. *Expo factum* (2008).



### 5.3.2.1. RACIONALIDADES SOBRE ENSEÑANZA DE LA CIENCIA (EC) SEGÚN LA PROFESORA MARÍA.

El análisis de mapas cognitivos para la dimensión EC revela que María concibe la enseñanza de las ciencias desde una visión epistemológica empírica, en la que los modelos teóricos en discusión son verificados desde la experimentación, racionalidad muy propia de la metodología de indagación que se ha estado instalando en Chile en el último tiempo y de la formación inicial del profesorado de biología. Además de la creencia, de que los estudiantes “deben por sí solos descubrir el conocimiento”, aprendizaje por descubrimiento; esta perspectiva psicológica del aprendizaje próxima al aprendizaje significativo, debe poner atención a lo siguiente. Para el aprendizaje significativo no basta con “descubrir un concepto científico” desde una fuente, sino que, este nuevo contenido debe vincularse en un proceso de construcción a las ideas de anclaje del sujeto, para que adquieran sentido.

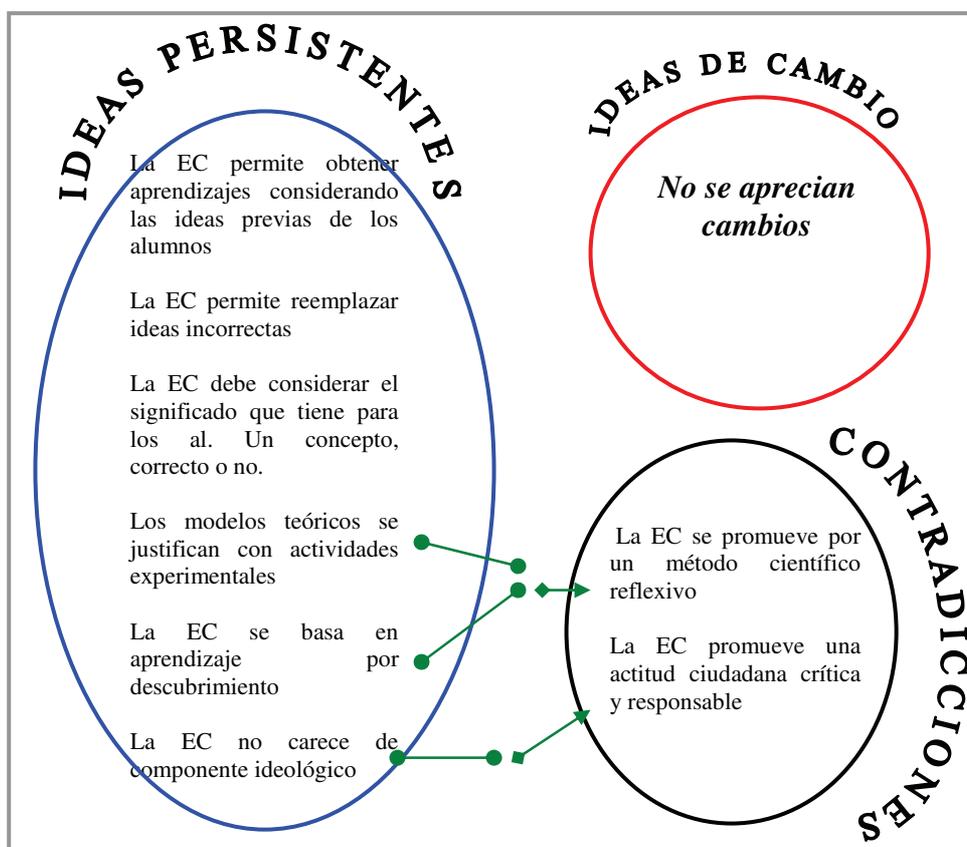


Figura 5.29. Relación entre ideas sobre Enseñanza de la Ciencia presentes en la docente María finalizado el TRD.

Estas racionalidades pueden conectar con las ideas persistentes señaladas en la figura 5.29, en la que se expresa que la Enseñanza de la Ciencia permite obtener aprendizajes definitivos siempre que se consideren las ideas previas del estudiantado, aspecto que representa al 82,5% de los profesores de biología encuestados. Sin embargo los estudios realizados por Moreno y Azcarate (2003); Van Driel et al., (2005) citado en Contreras (2009) demuestran que el profesorado siempre centra la enseñanza de un contenido en la terminología científica y en la comprensión sólida de estos, aspecto que se correlaciona con pensar en identificar ideas previas pero no utilizarlas (Contreras, 2009). Para el caso de María, el aprendizaje se logra en la medida que se consideren las ideas previas de los estudiantes, al mismo tiempo sostiene que la EC permite reemplazar ideas incorrectas. Esto nos lleva a pensar en lo que plantea Jones et als., (2000) quienes afirman que los profesores reconocen la importancia de identificar ideas previas y eliminarlas porque son erradas.

Si nos aventuramos a reconstruir el pensamiento de la docente, quizás nos plantearía que:

*Debemos identificar ideas previas para lograr aprendizajes definitivos, a través de trabajos experimentales que permitan justificar la teoría y, de esa forma permitir a los estudiantes reemplazar sus ideas incorrectas*

Es interesante resaltar que las racionalidades de la docente corresponden a una EC desvinculada con aspectos sociales y culturales propios de cada sujeto. No se enseña una ciencia para el mundo y para participar de el. Existe la impresión que la EC no se construye en un marco de actividad científica humana, que pone en juego dificultades, limitaciones, expectativas, otras. Esto nos lleva plantear que: Si se concibe la EC desde la experimentación, el estudiantado podría expresar en algunos casos que: “*El experimento no resultó*”.

Figura. 5.30. Mapa cognitivo que representa la noción absolutista de la profesora Carol para la dimensión Enseñanza de la Ciencia antes del TRD (2007).

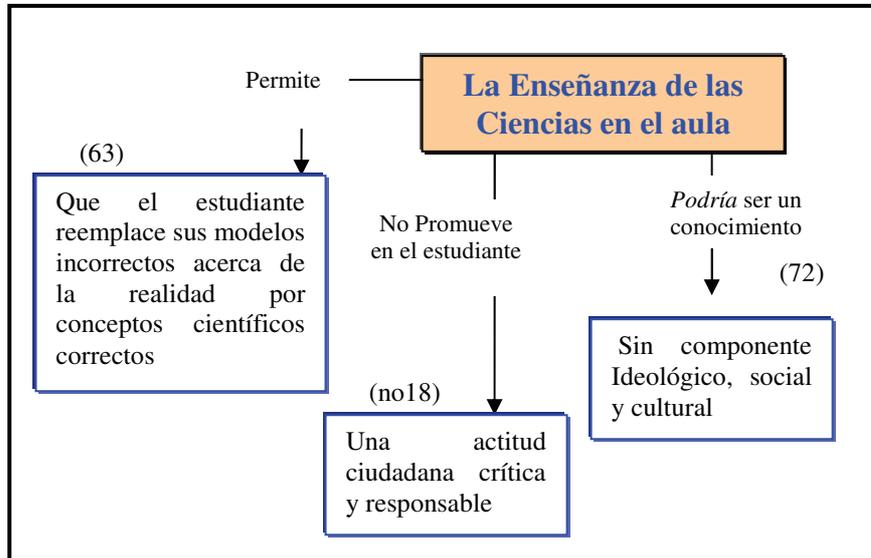


Figura. 5.31. Mapa cognitivo que representa la noción absolutista de la profesora Carol para la dimensión Enseñanza de la Ciencia después del TRD. *Expo factum* (2008).

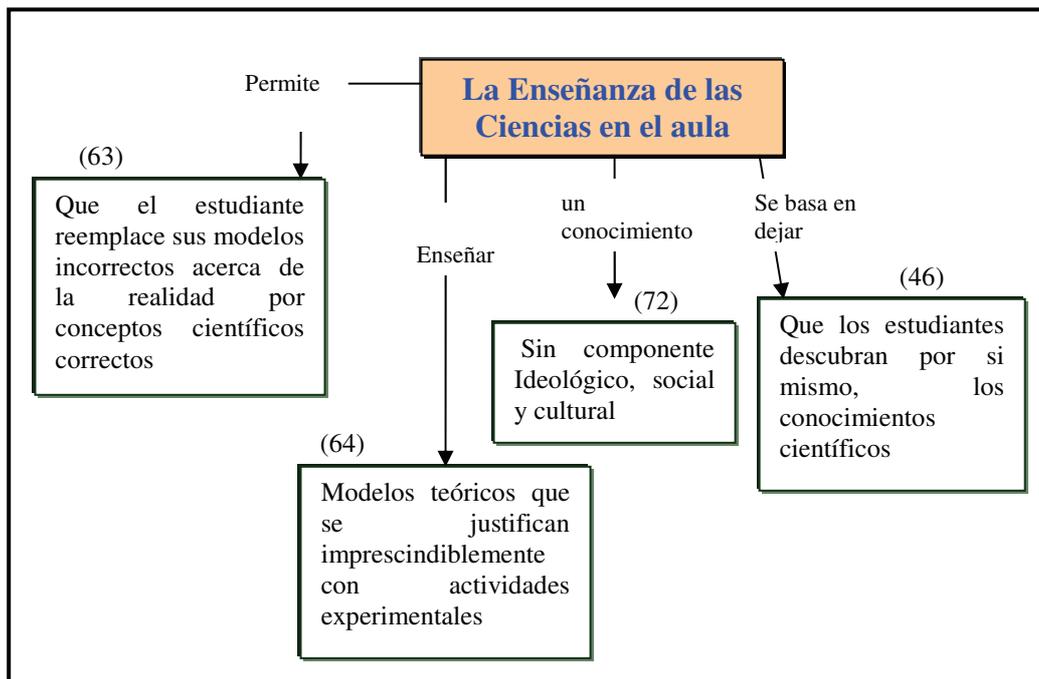


Figura. 5.32. Mapa cognitivo que representa la noción constructivista de la profesora **Carol** sobre Enseñanza de la Ciencia antes de participar en el TRD (2007)

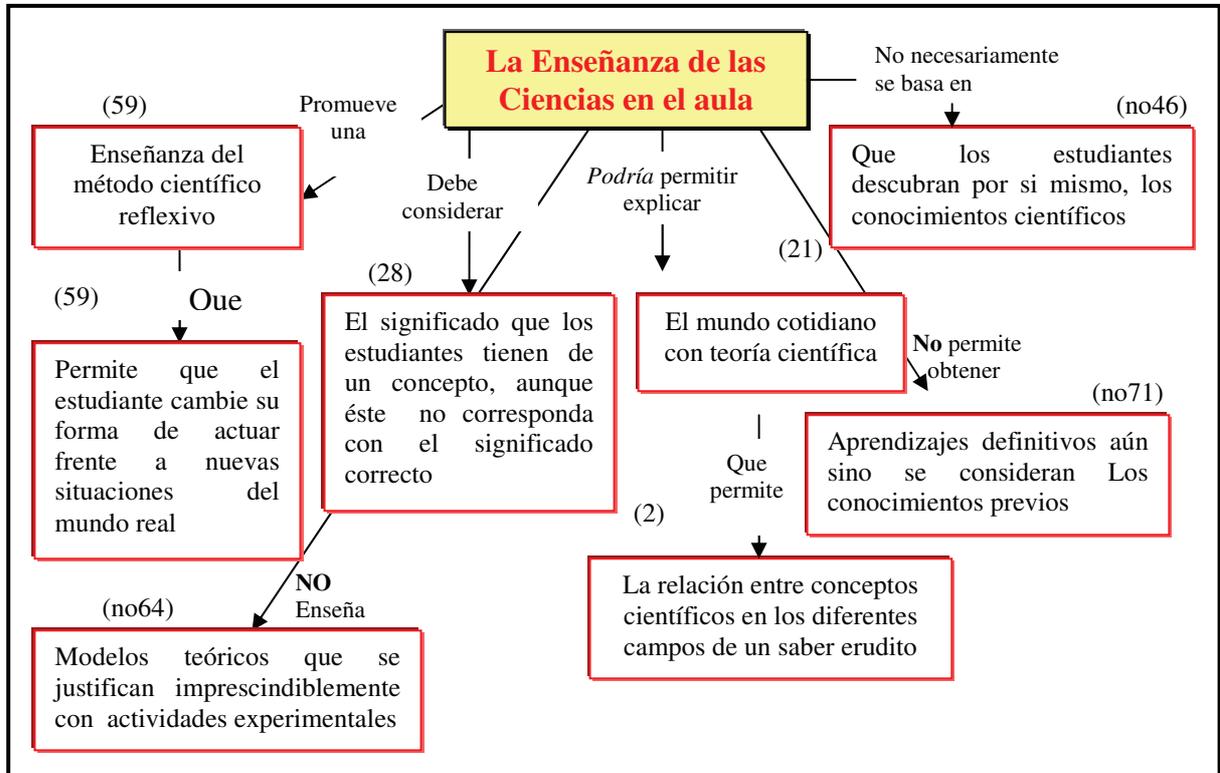
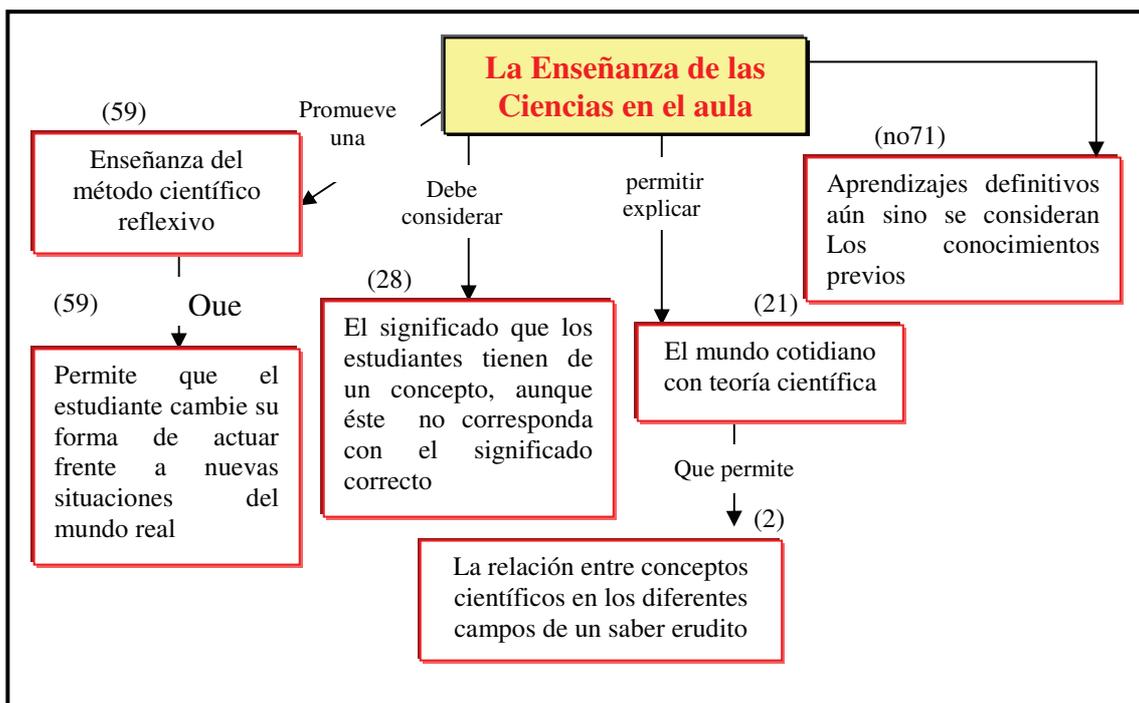


Figura. 5.33. Mapa cognitivo que representa la **noción constructivista** de la profesora Carol para la dimensión Enseñanza de la Ciencia después del TRD. *Expo factum* (2008).



### 5.3.2.2. RACIONALIDADES SOBRE ENSEÑANZA DE LA CIENCIA (EC) SEGÚN LA PROFESORA CAROL.

Para la docente, la EC se concibe desde las ideas de los estudiantes, es decir, considerar **ideas previas para reemplazarlas y de esa forma aprender**. En tanto, se destacan las ideas de cambio referidas principalmente a categorías de comprensión procedimental vinculadas con: la metodología científica y el aprendizaje por descubrimiento concepciones similares a la docente María pertenecientes al sistema de ideas persistentes que ya hemos discutido. La docente Carol como María, entienden que el componente ideológico de la EC no es considerado, a pesar de creer que la enseñanza de las ciencias debe promover la formación de un ciudadano crítico y responsable que surge de los componentes ideológicos, culturales y sociales.

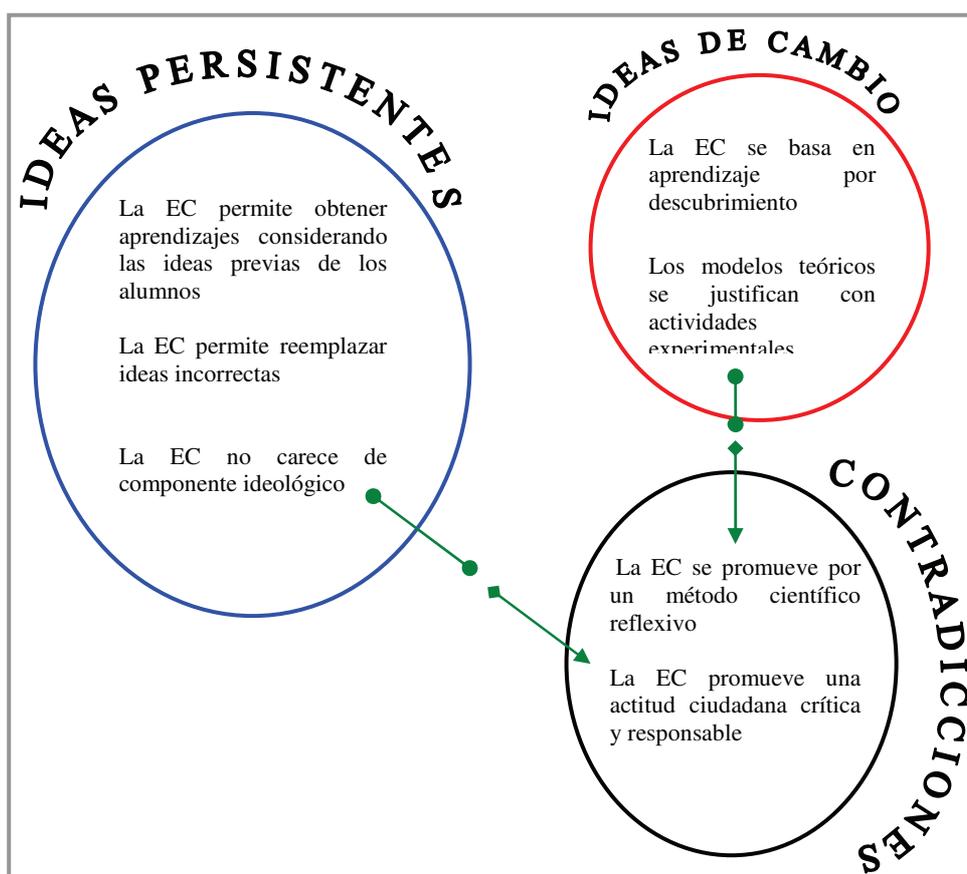


Figura 5.34. Relación entre ideas sobre Enseñanza de la Ciencia presentes en la docente Carol finalizado el TRD.

El sistema de ideas, desde el plano procedimental para cada profesora, queda bien representado en una expresión de un profesor de ciencias participante de un grupo de discusión sobre ciencia y su enseñanza, diseñado en el marco del proyecto Foncedyt 1070795 en el cual se desarrolló esta tesis doctoral, el profesor dice:

*“ ... si nosotros pensamos que la ciencia tiene una metodología súper clara que es el método científico, en la medida en que el alumno aprenda ciencia, basándose en el método científico, puede trazar un camino de vida que lo va a diferenciar de otras áreas... yo creo que la idea central está definida en esa, orientarlos en una formación de vida, un trayecto, ese es el objetivo que tiene la ciencia”* (Profesor 3 GD0407).

Ahora bien, es interesante la siguiente textualidad de Carol luego de revisar materiales para la enseñanza del metabolismo durante la sesión 03 del TRD. En esa oportunidad los profesores participantes revisaron y analizaron una mochila didáctica con el propósito de identificar limitaciones y potenciales de los insumos que ella contenía. En esa oportunidad Carol plantea:

*“Ellos deberán lograr sacar el contenido del metabolismo basal de las actividades que realizan los alumnos...”* (Profesora Carol; TRD03)

Esta expresión refleja que las actividades son importantes en sí mismas, como la tendencia a pensar que el aprendizaje se logra por descubrir a partir de fuentes de información. Esta última aseveración relacionada con las ideas de cambio propuesta en la figura 5.31.

Un estudio realizado por Pérez Gómez y Gimeno (1992) reveló que estudiantes conciben el conocimiento científico como producto de actividad humana y del contexto cultural, antecedente que ofrece pistas sobre qué y cómo “hablar de y sobre ciencia” en la formación inicial para la promoción de cambios en el profesorado.

### 5.3.3. MAPA COGNITIVO PARA APRENDIZAJE DE LA CIENCIA (AC)

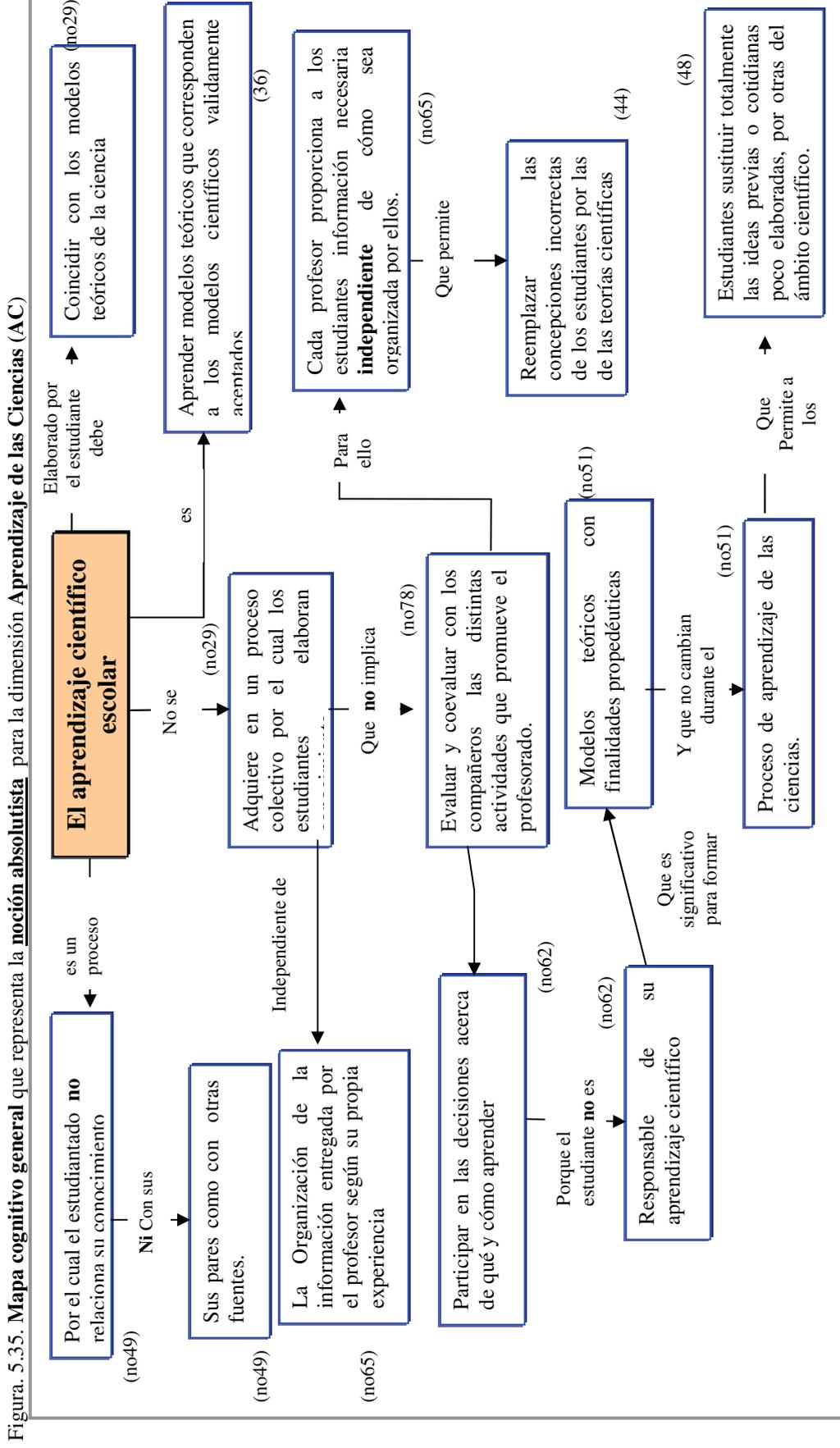


Figura. 5.36. Mapa cognitivo general que representa la noción cosntructivista para la dimensión **Aprendizaje de las Ciencias (AC)**

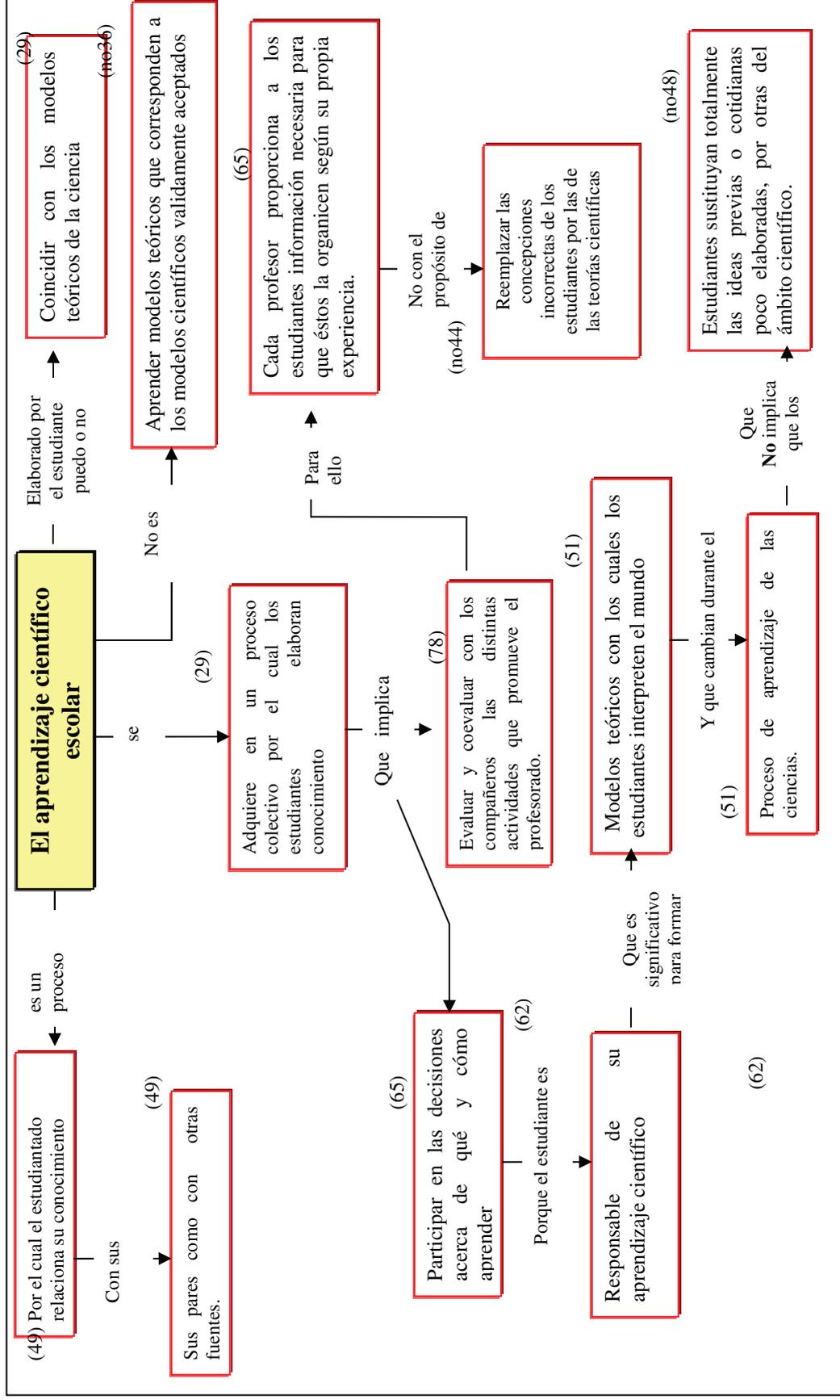


Figura 5.37. Mapa cognitivo que representa la noción absolutista de la **profesora María** sobre Aprendizaje de las Ciencias antes de participar en el TRD. Etapa I (2007).

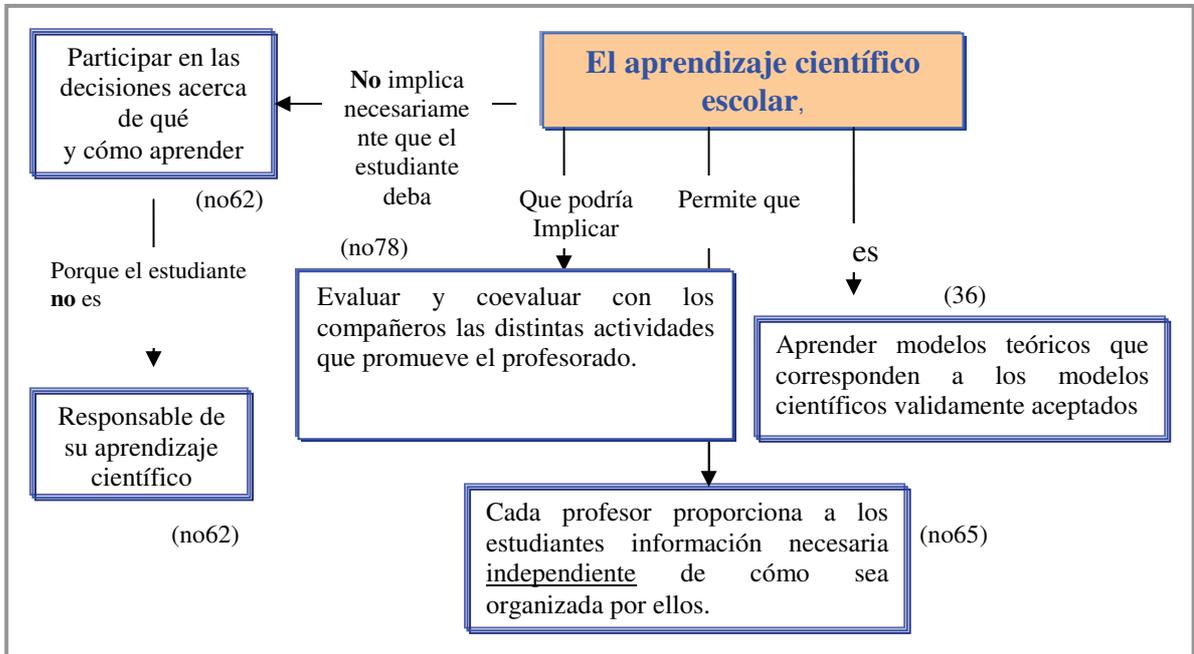


Figura 5.38. Mapa cognitivo que representa la noción absolutista de la **profesora María** sobre Aprendizaje de las Ciencias *ex po factum*: Etapa II (2008)

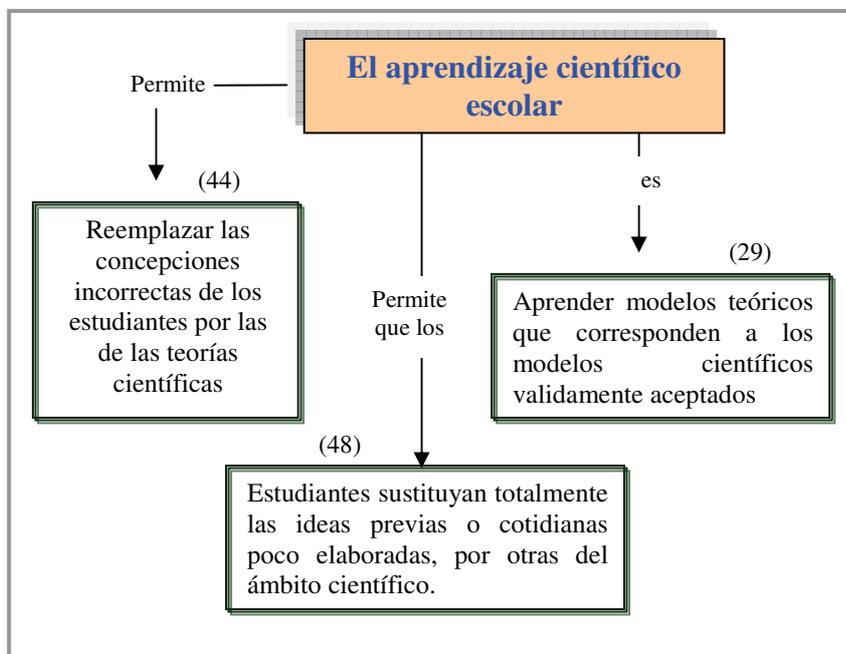


Figura 5.39 Mapa cognitivo que representa la noción constructivista sobre Aprendizaje de las Ciencias de la profesora María antes de participar en el TRD. Etapa I (2007).

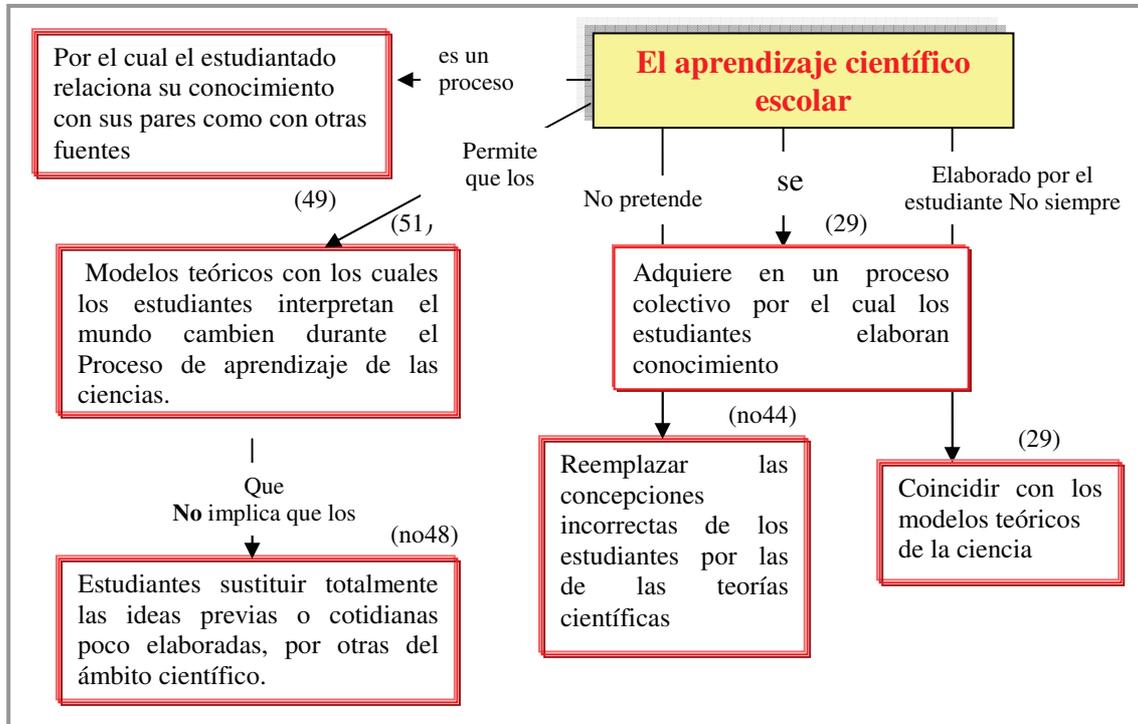
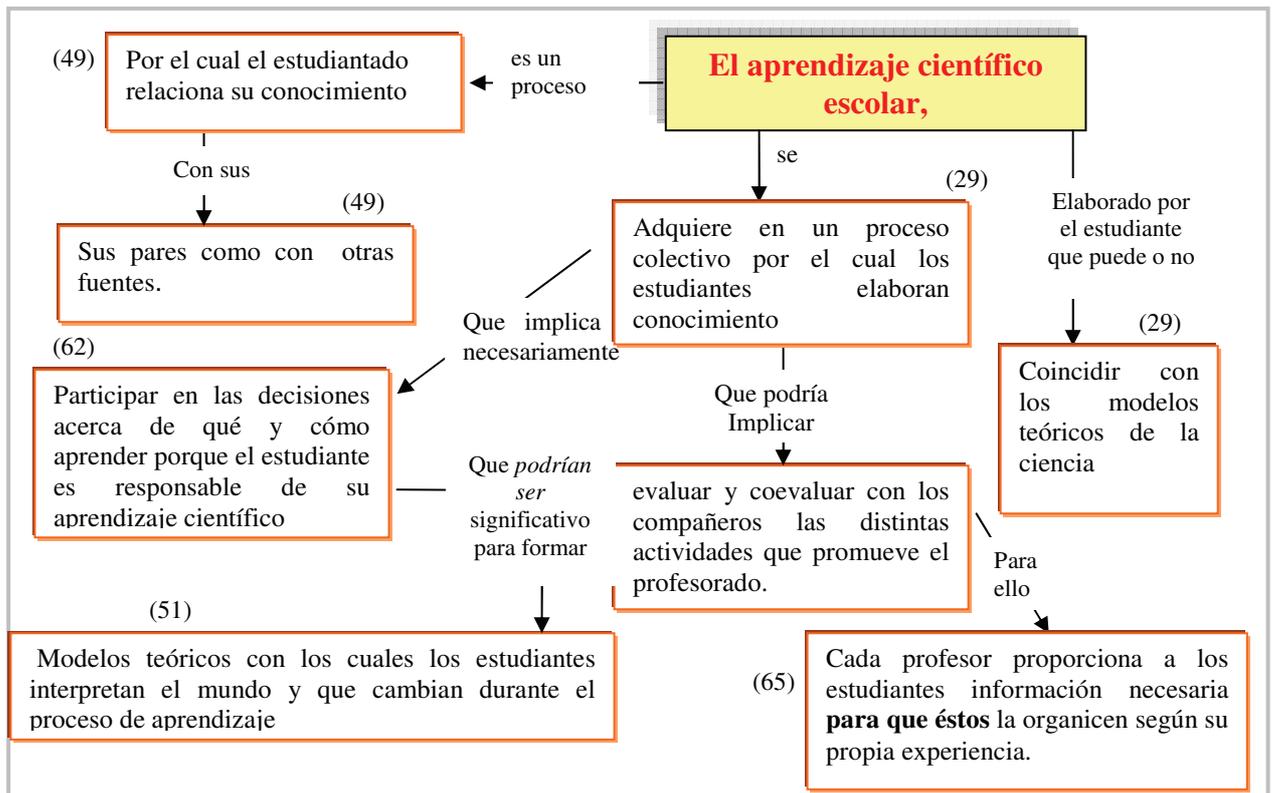


Figura 5.40. Mapa cognitivo que representa la noción constructivista de la profesora María sobre Aprendizaje de las Ciencias *expo factum*: Etapa II (2008)



### 5.3.3.1. RACIONALIDADES SOBRE APRENDIZAJE DE LA CIENCIA (AC) SEGÚN LA PROFESORA MARÍA.

El análisis desde los mapas cognitivos sobre el **aprendizaje de la ciencia escolar (ApCE)** nos ha permitido caracterizar las concepciones de la docente María antes y después de la participación en el TRD.

Según los mapas cognitivos obtenidos, el rol del ApCE es formar, de alguna manera, *modelos teóricos que permitan a los estudiantes interpretar el mundo*, sin embargo, estas racionalidades no se manifestaron durante el TRD; como en el diseño e implementación de la clase. Fundamentalmente, el ApCE se relaciona con el aprendizaje de conceptos, de carácter enciclopédico, que en muchas ocasiones está estrechamente vinculado con el modelo de jerarquías de Gagné (1971) en la que las asociaciones verbales son la base de aprendizaje. Estos antecedentes nos llevan a afirmar que los docentes no **tienen claro las finalidades de la enseñanza de la ciencia (biología)**, aspecto crucial para una “buena enseñanza” que promueva, por ejemplo, que un estudiante tenga la capacidad de que un hecho del mundo se convierta en modelo para él, y de esa manera, interpretar para construir o reconstruir el mundo (Aliberas, 2005). Según las unidades de análisis aprender la ciencia escolar es *aprender modelos teóricos que corresponden a los modelos científicos validamente aceptados*, noción epistemológica caracterizada por una visión del conocimiento estático no evolutivo, aspecto que limita la enseñanza para el desarrollo del pensamiento, ya que, desinstala la discusión sobre **¿qué enseñar?**, para luego pensar en lo que nos plantea Izquierdo (2007):

*“Conviene ahora consolidar este modelo de conocimiento escolar, dinámico, moderadamente racional (por que no solo se fundamenta en la lógica) y razonable (porque puede ser justificado por los alumnos), que difumina la distancia entre las ciencias duras y blandas pero que establece una diferencia radical ente lo que se aprende de memoria y lo que se razona, y que puede aplicare tanto a los contenidos científicos como a los escolares” (Izquierdo, 2007:129).*

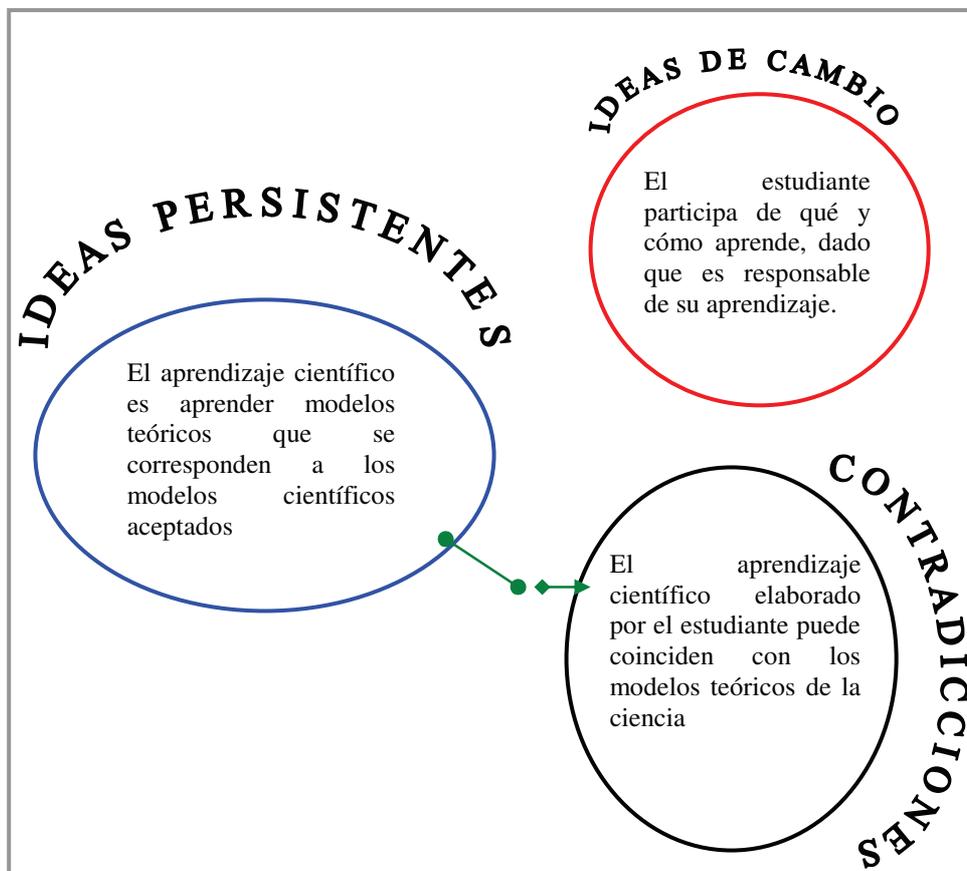


Figura 5.41. Relación entre ideas sobre Aprendizaje de la Ciencia presentes en la docente María finalizado el TRD.

Esta idea es persistente en María, sin embargo nos llama la atención la siguiente relación: **creer que debe aprender el conocimiento verdadero** en contra de **creer que se debe aprender un conocimiento elaborado por el estudiante que puede coincidir con los modelos de la ciencia**, estas racionalidades contrarias e incoherentes son un obstáculo para el diseño exitoso de la enseñanza de la biología.

Figura 5.42. Mapa cognitivo que representa la noción absolutista de la profesora **Carol** sobre Aprendizaje de la Ciencia antes de participar en el TRD (2007).

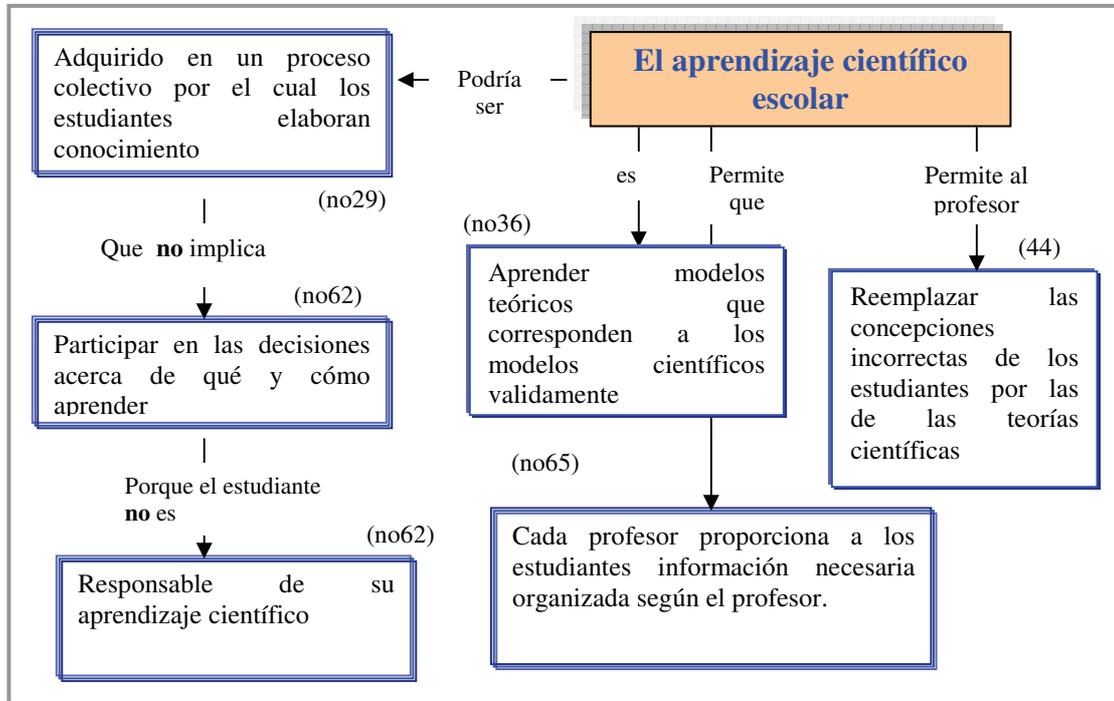


Figura 5.43. Mapa cognitivo que representa la noción absolutista de la profesora **Carol** sobre Aprendizaje de las Ciencias *expo factum* (2008).

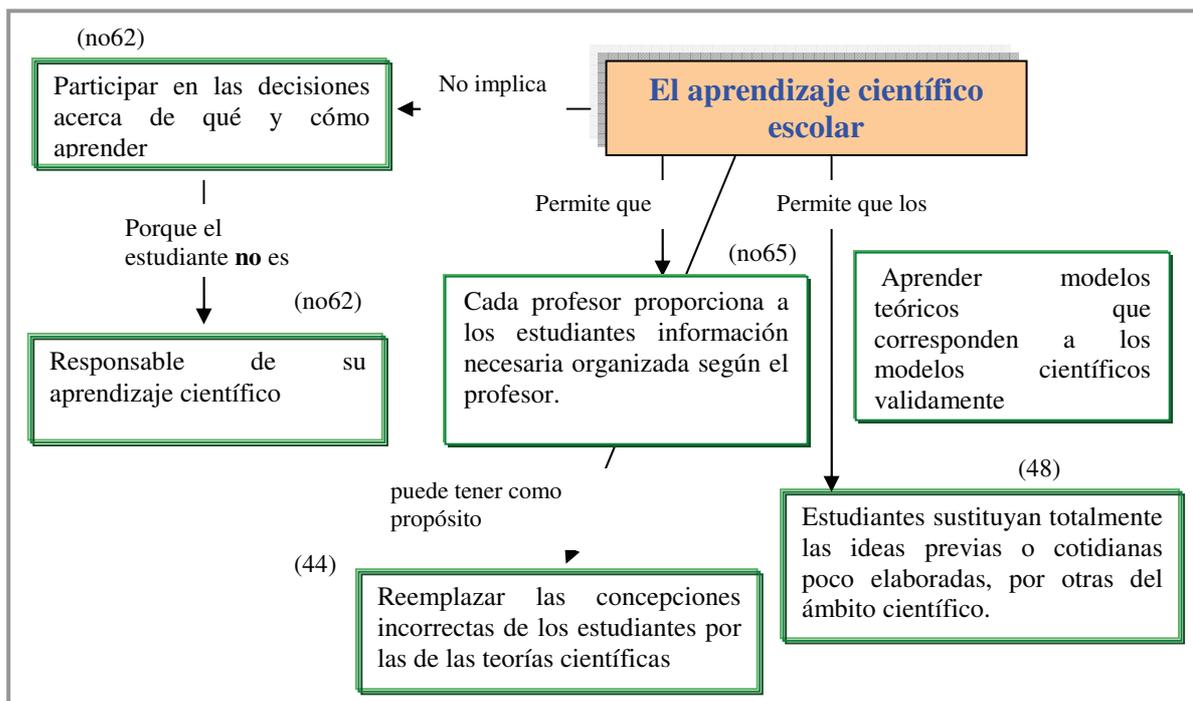


Figura 5.44. Mapa cognitivo que representa la noción constructivista de la **profesora Carol** sobre Aprendizaje de la Ciencia antes de participar en el TRD (2007).

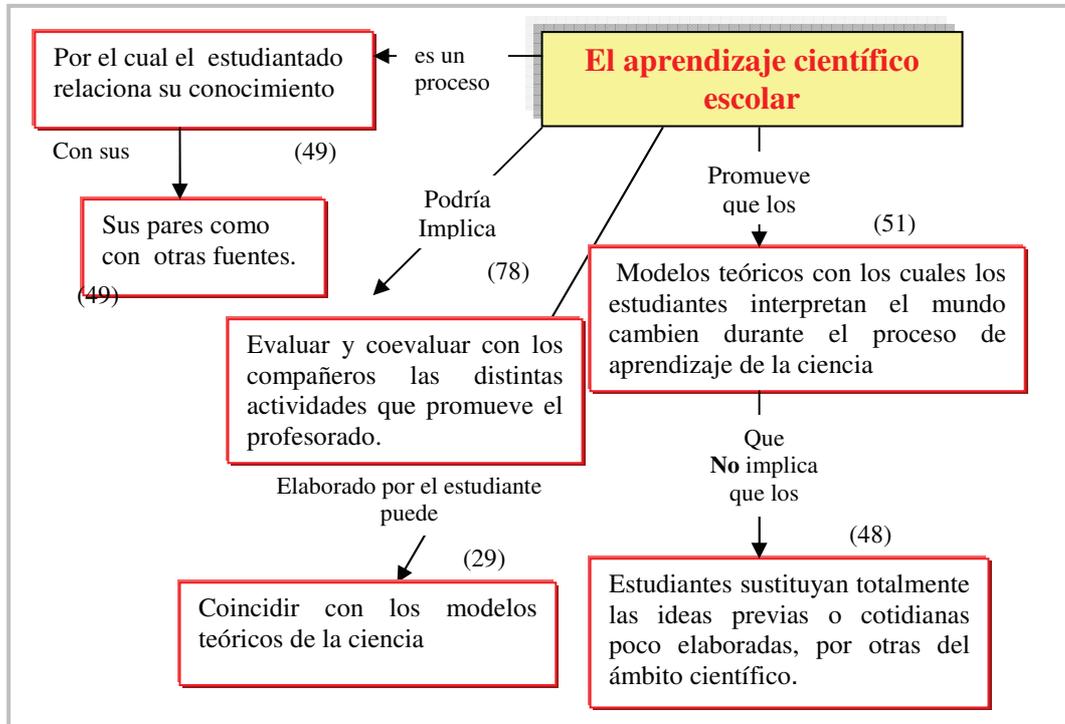
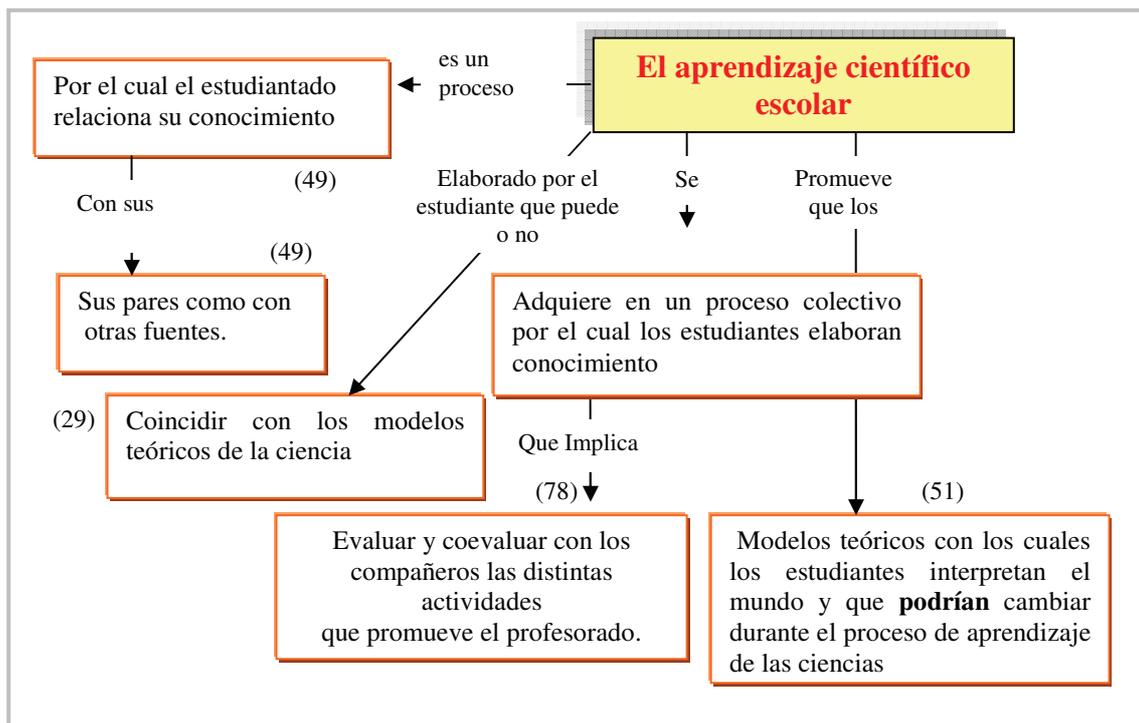


Figura 5.45. Mapa cognitivo que representa la noción constructivista de la **profesora Carol** sobre Aprendizaje de las Ciencias *expo factum* (2008).



### 5.3.3.2. RACIONALIDADES S SOBRE APRENDIZAJE DE LA CIENCIA (AC) SEGÚN LA PROFESORA CAROL

El análisis de los mapas cognitivos para la profesora Carol revela una fuerte tendencia epistemológica absolutista, se aprecia resistencia a “cambios” sobre ciertas concepciones vinculadas con el aprendizaje de la ciencia, como por ejemplo: el rol del estudiante en el aprendizaje, la importancia de las ideas alternativas en el aprendizaje como ciertas competencias procedimentales que los alumnos deben desarrollar para aprender ciencia (Fig. 5.41).

Podemos apreciar que el AC para la docente es un *proceso activo y colectivo que no implica que los estudiantes participen de las decisiones de qué y cómo aprender, dado que, él no es responsable de su aprendizaje*. Aparentemente, el valor de aprender está determinado y condicionado por la acción docente, más que, por la autorregulación del estudiante, quien debe ser capaz de identificar potencialidades de aprendizaje como obstáculos para planificar y reestructurar formas de orientar y abordar las tareas. Negar la posibilidad a los alumnos de *no responsabilizarse por su aprendizaje científico*, es restringir o limitar posibilidades de búsquedas en los estudiantes para hacer del aprendizaje científico una reconstrucción personal y social propia de un sujeto competente en ciencias. Sin embargo, esta concepción aparece algo ensombrecida en el profesor, ya que, también reconoce que el AC es un *proceso de construcción de conocimiento que surge de la organización de la información entregada y propuesta por el profesor*, que nos lleva a pensar en una racionalidad de la enseñanza vinculada más con el *hacer de cosas*, más que saber *pensar qué y cómo hacer las cosas*.

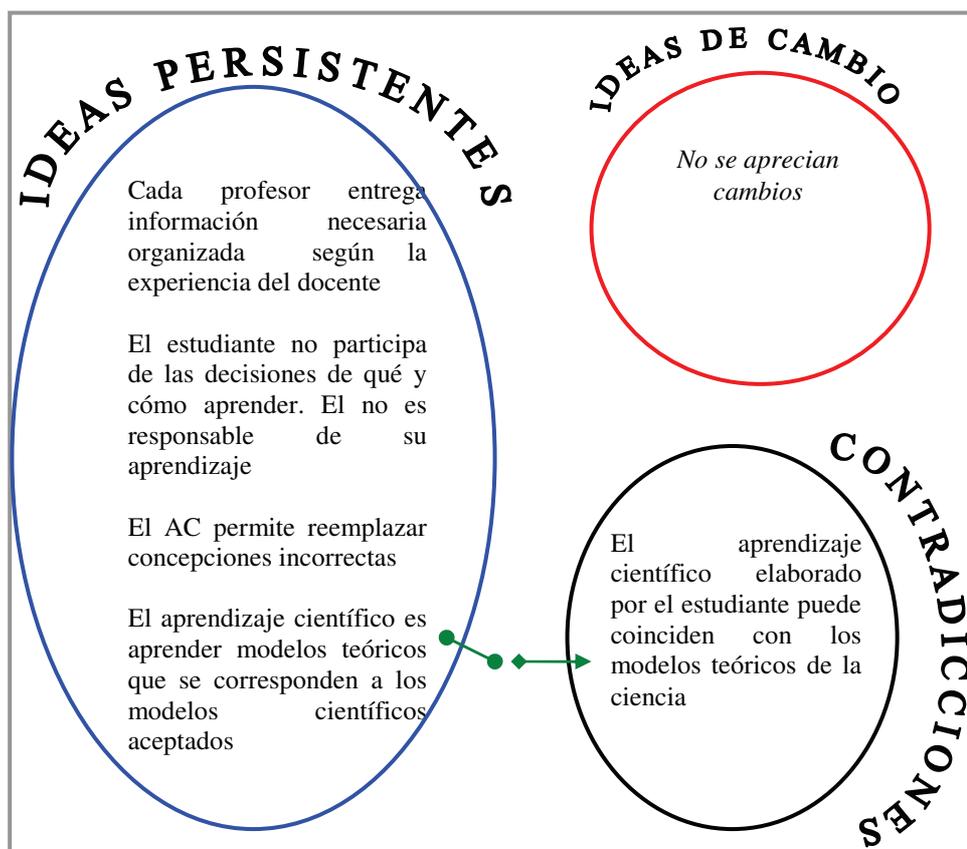


Figura 5.46. Relación entre ideas sobre Aprendizaje de la Ciencia presentes en la docente Carol finalizado el TRD.

Algunas ideas persistentes pueden ser enriquecidas desde algunas textualidades derivadas del TRD en la que Carol afirma:

*“El estudiante que responde que es metabolismo me dice que entendió”*  
(Profesora Carol; TRD0309).

De lo anterior, podemos afirmar que el aprendizaje científico es recordar los modelos teóricos que se corresponden con los científicos. Se aprecia una visión acumulativa e ingenua de aprendizaje científico escolar. Estas concepciones, agrupadas bajo la nominación de ideas persistentes coinciden con los estudios realizados por Demuth et. als., (2006) quienes describieron y caracterizaron el discurso de 24 docentes de distintas áreas disciplinares; ellos llegaron a la conclusión que las teorías de aprendizaje que orientan el aprendizaje es por **apropiación** y por **asimilación de significados**, junto con mantener la validez absoluta que tienen los contenidos a ser aprendidos.

### 5.3.4. MAPA COGNITIVO PARA COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO (CPC)

Figura 5.47. Mapa cognitivo general que representa la **noción absolutista** para la dimensión **competencias de pensamiento científico (CPC)**

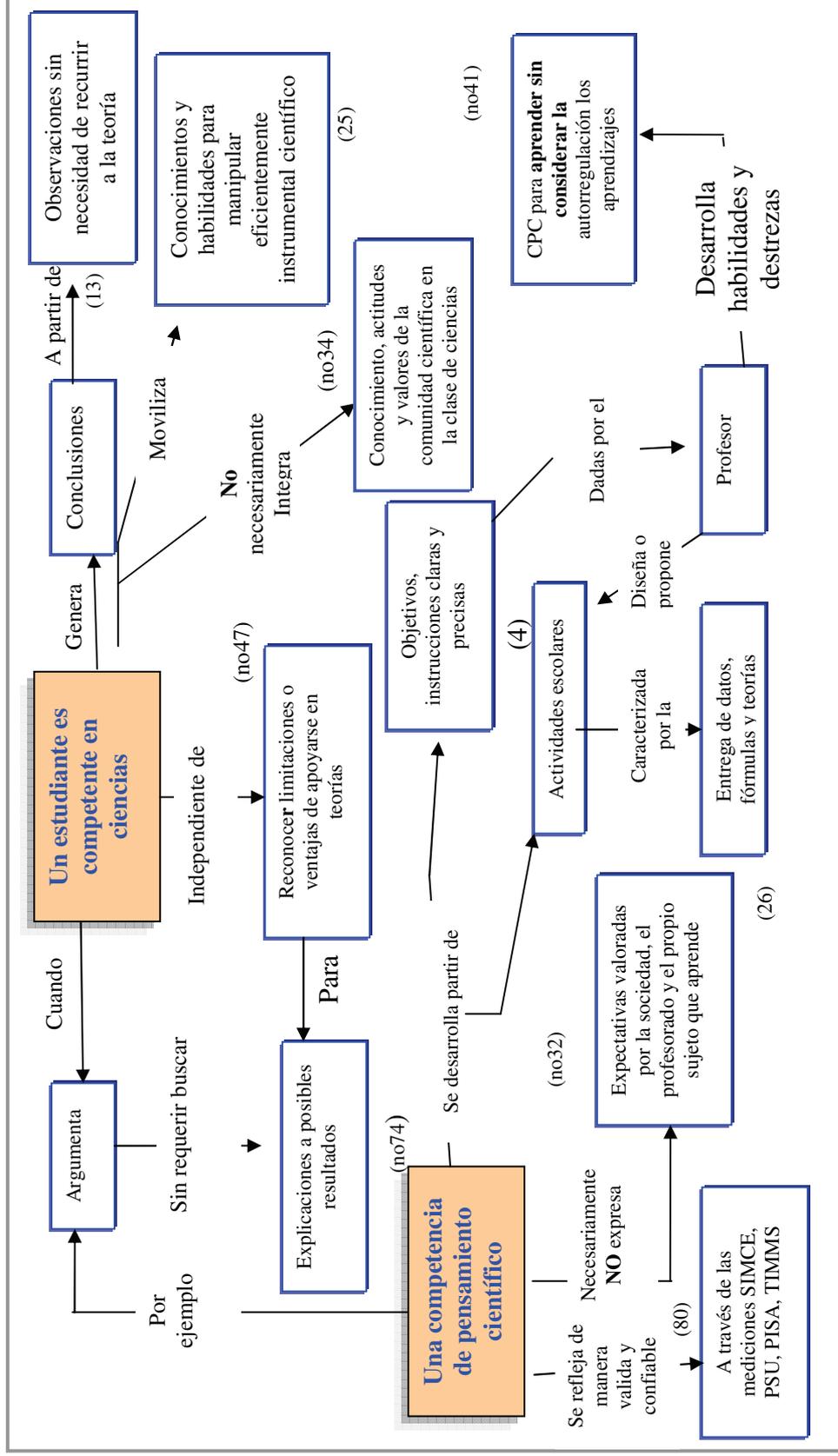




Figura 5.49. Mapa cognitivo que representa la **noción absolutista** de la **profesora María** sobre CPC antes de participar en el TRD (2007)

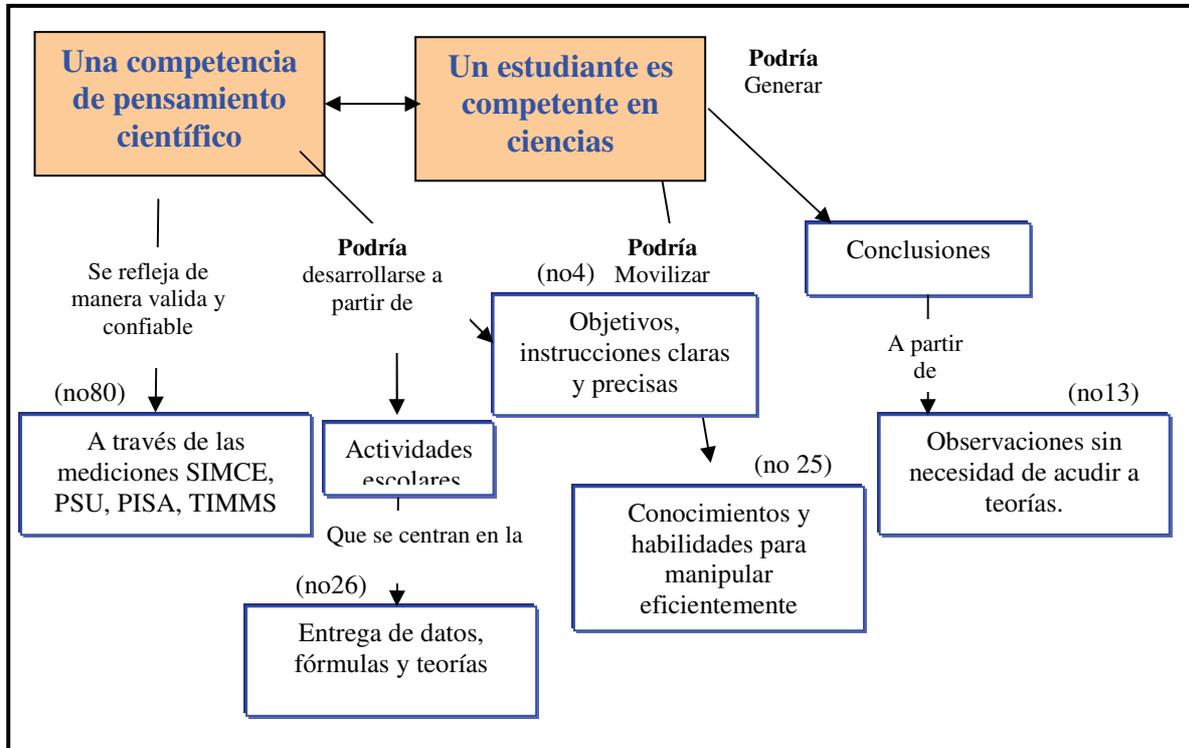


Figura 5.50. Mapa cognitivo que representa la **noción absolutista** de la **profesora María** sobre CPC después de participar en el TRD (2008) *Expo factum*

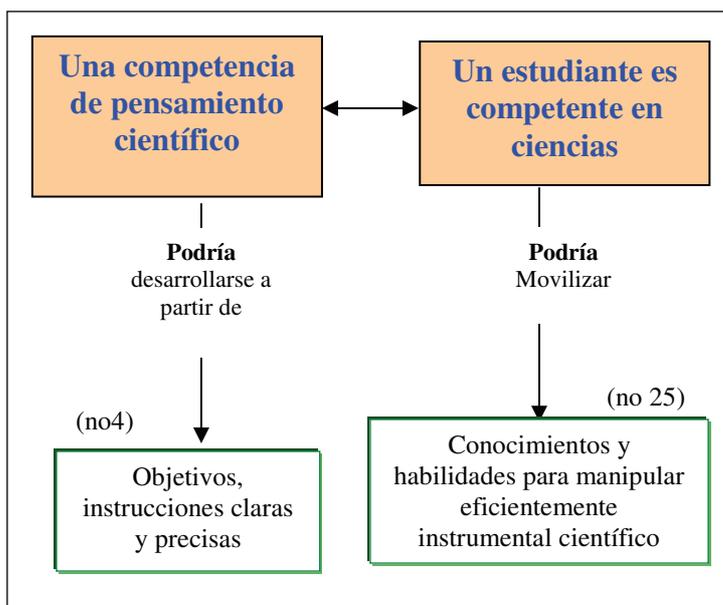


Figura 5.51. Mapa cognitivo que representa la noción constructivista de la profesora **María** sobre Aprendizaje de la Ciencia antes de participar en el TRD (2007).

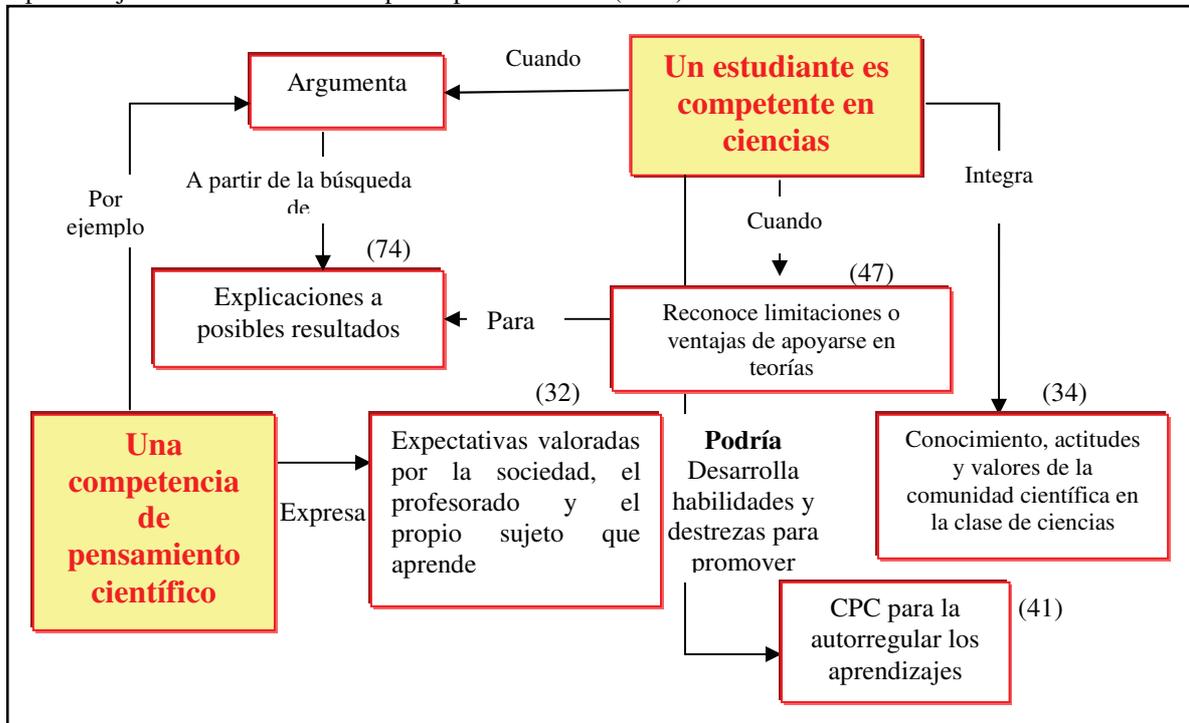
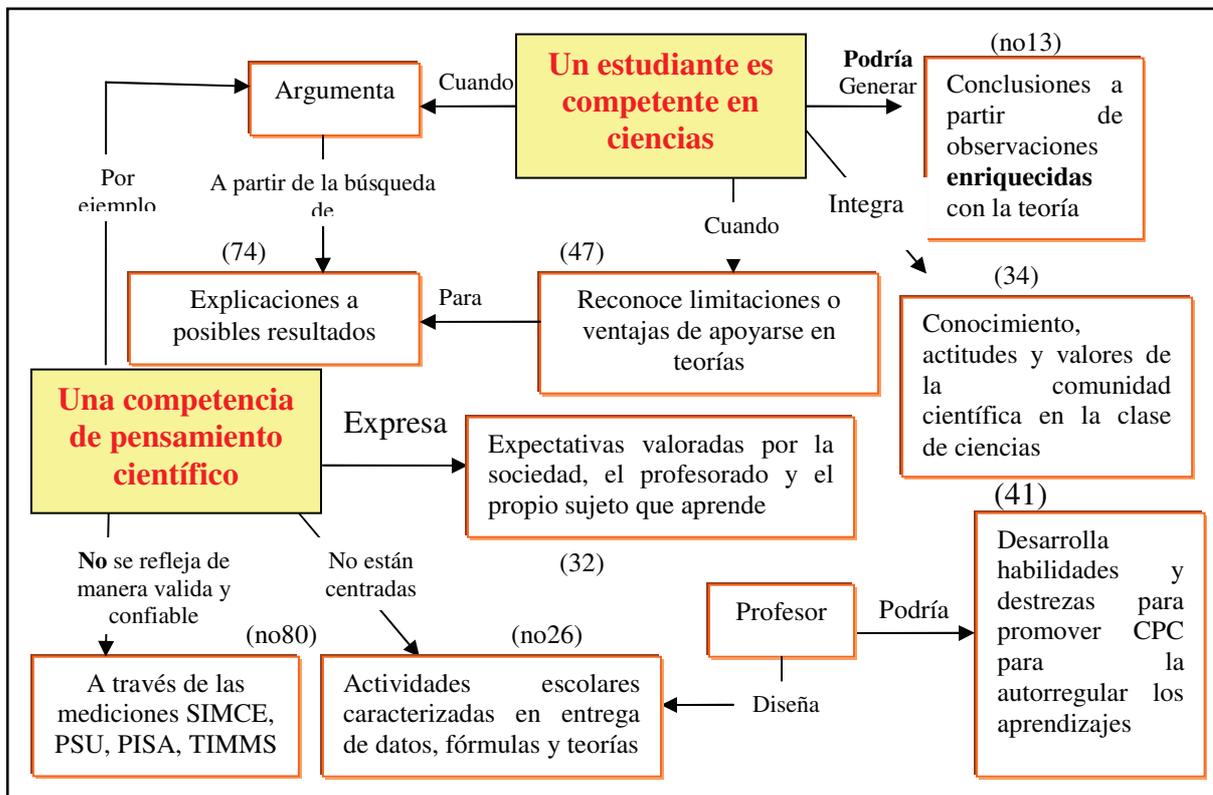


Figura 5.52. Mapa cognitivo que representa la noción constructivista de la profesora **María** sobre Aprendizaje de la Ciencia después de participar en el TRD *Expo factum* (2008).



### 5.3.4.1. RACIONALIDADES SOBRE COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO (CPC) SEGÚN LA PROFESORA MARÍA.

Para la dimensión CPC podemos afirmar que la profesora María concibe que las evaluaciones estandarizadas no son suficientemente válidos para certificar la adquisición de una o cierta competencia, esta idea de cambio, podría significar el primer paso hacia una noción de evaluación para aprender más que una evaluación altamente relacionada con la calificación o medición de productos terminados. Aún más interesante es la postura que adopta María sobre el valor de la entrega de datos o fórmulas durante una actividad escolar (Fig. 5.48), aspecto que inicialmente era aprobado por ella. No obstante, estas eventuales ideas de cambio, transitan junto a una imagen de la enseñanza de la biología experimental que sostiene que el desarrollo de una CPC se desarrolla a partir de instrucciones claras o son la expresión de la habilidad para manipular instrumental científico.

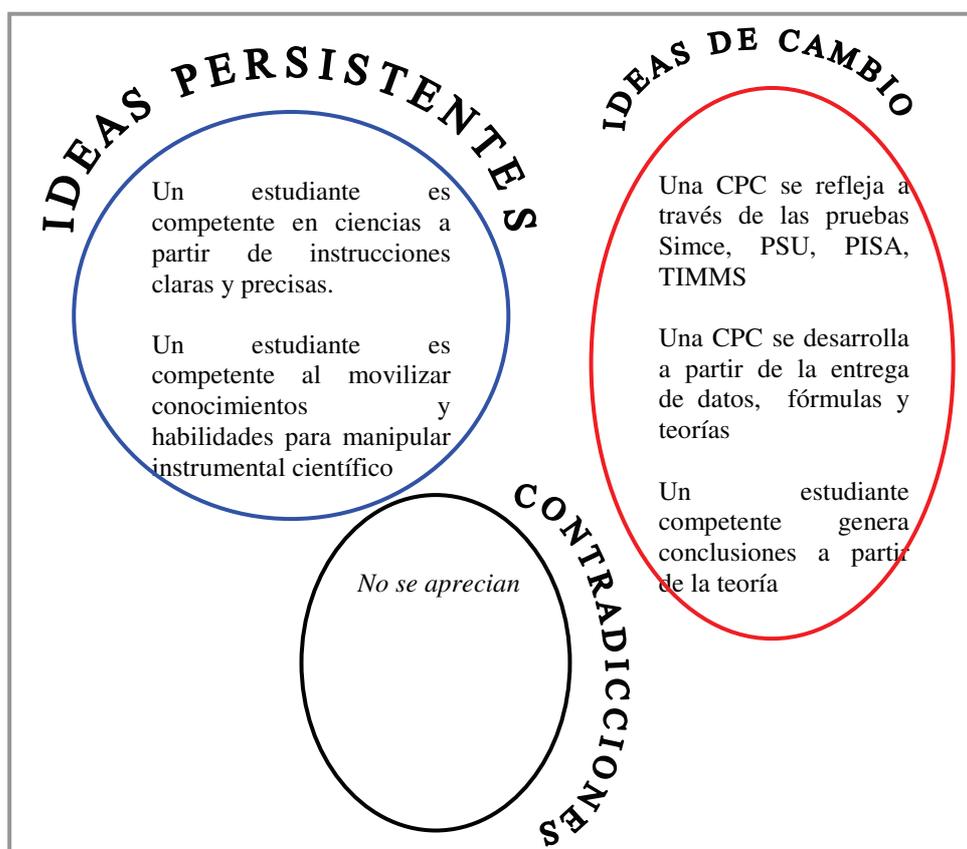


Figura 5.53. Relación entre ideas sobre Competencias de Pensamiento Científico presentes en la docente María finalizado el TRD.

Queremos insistir en la siguiente idea: La enseñanza de la biología para la promoción de CPC debe permitir a los estudiantes afrontar situaciones diversas, sobre la base de cierto dominio de habilidades y recursos, que faciliten leer, escribir, pensar, explorar, captar, formular, percibir, atender, manipular, comunicar y transferir conocimiento científico de manera ágil y productiva (Quintanilla et als., en prensa). Finalmente, para la profesora María la teoría científica escolar es relevante para que los estudiantes produzcan conocimiento científico escolar. Estas producciones estudiantiles exigen de cada uno “cierta competencia” entendidas como una combinación de atributos en relación a conocimientos, habilidades, actitudes, valores y responsabilidades que describen el aprendizaje (Quintanilla et. als., en prensa) y que son, ahora, consideradas en el diseño de la enseñanza de la biología para su aprendizaje.

Las racionalidades de María pueden ser enriquecidas considerando los siguientes antecedentes:

Durante la sesión 3 del TRD el objetivo planteado fue analizar una mochila didáctica<sup>35</sup> para luego compartir limitaciones y potenciales para la enseñanza del metabolismo de los insumos contenidos en la mochila. En una de las intervenciones María plantea:

*“El libro tiene actividades de variadas índole: cálculos, inferencias... en todo esto el uso del método científico”*(profesora María TRD0309).

Emerge una noción de competencia en el plano conceptual, que podría estar estrechamente vinculado con las ideas persistentes de María.

---

<sup>35</sup> La analogía de mochila didáctica refiere a insumos de uso frecuente en los profesores para planificar, diseñar o ejecutar una clase. Elementos de la mochila didáctica: libro de texto, planificaciones, guías de trabajo, pruebas, otras.

Figura 5.54. Mapa cognitivo que representa la noción absolutista de la **profesora Carol** sobre CPC antes de participar en el TRD (2007)

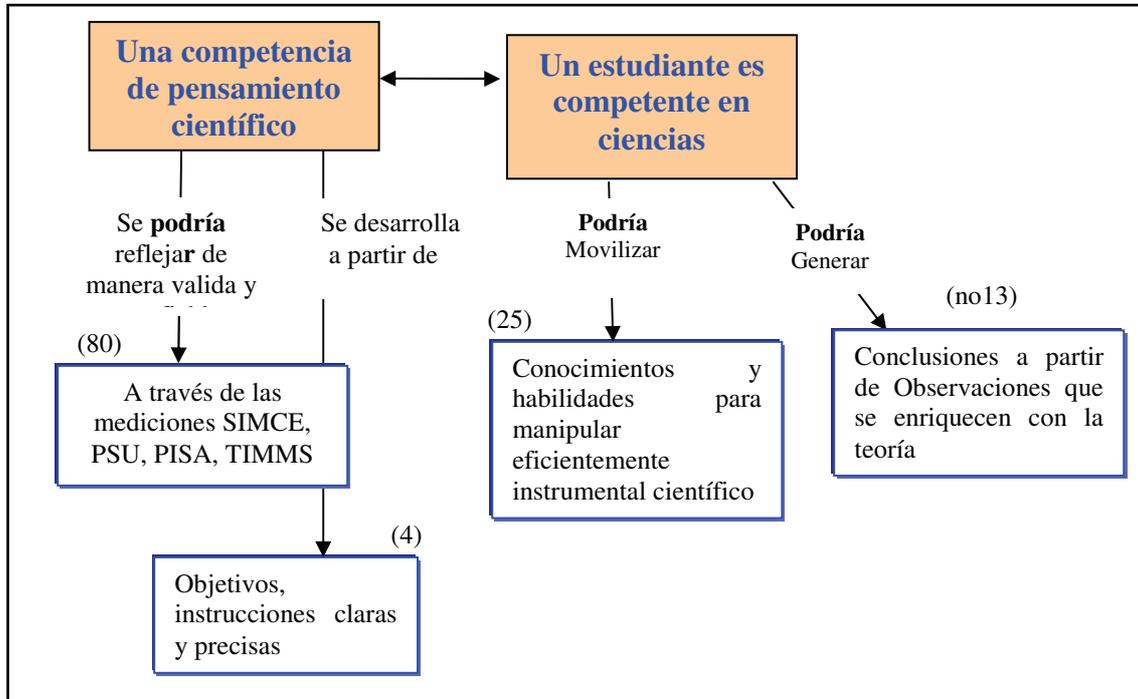


Figura 5.55. Mapa cognitivo que representa la noción absolutista de la **profesora Carol** sobre CPC después de participar en el TRD *Expo factum* (2008)

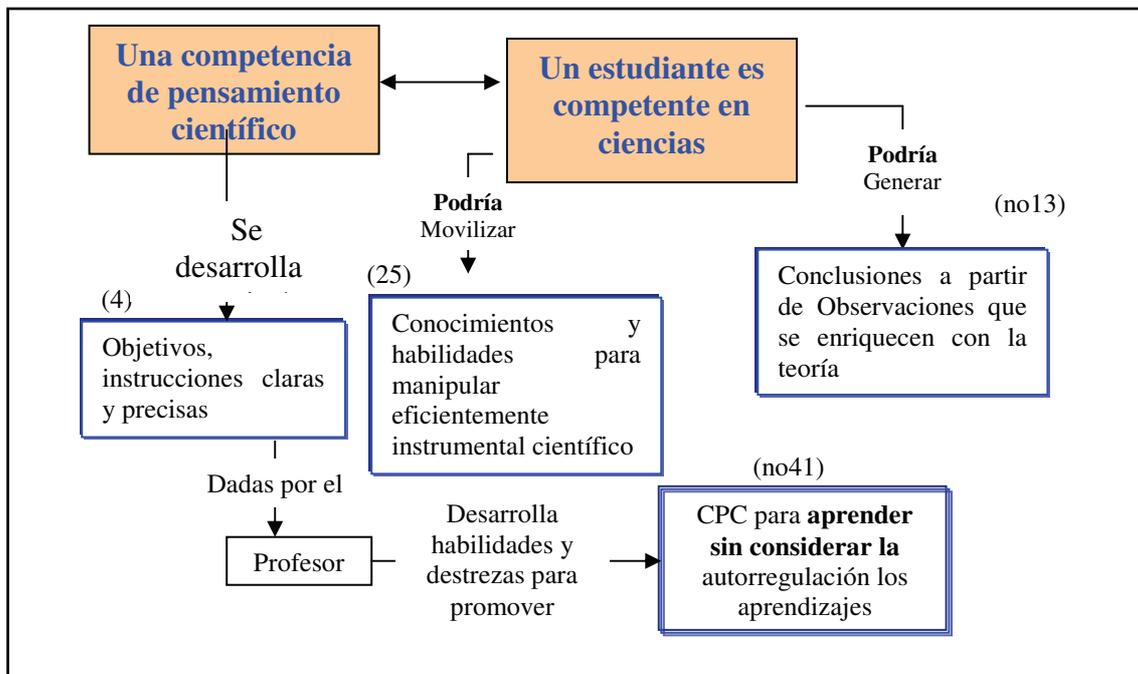


Figura 5.56. Mapa cognitivo que representa la noción constructivista de la profesora **Carol** sobre CPC antes de participar en el TRD (2007)

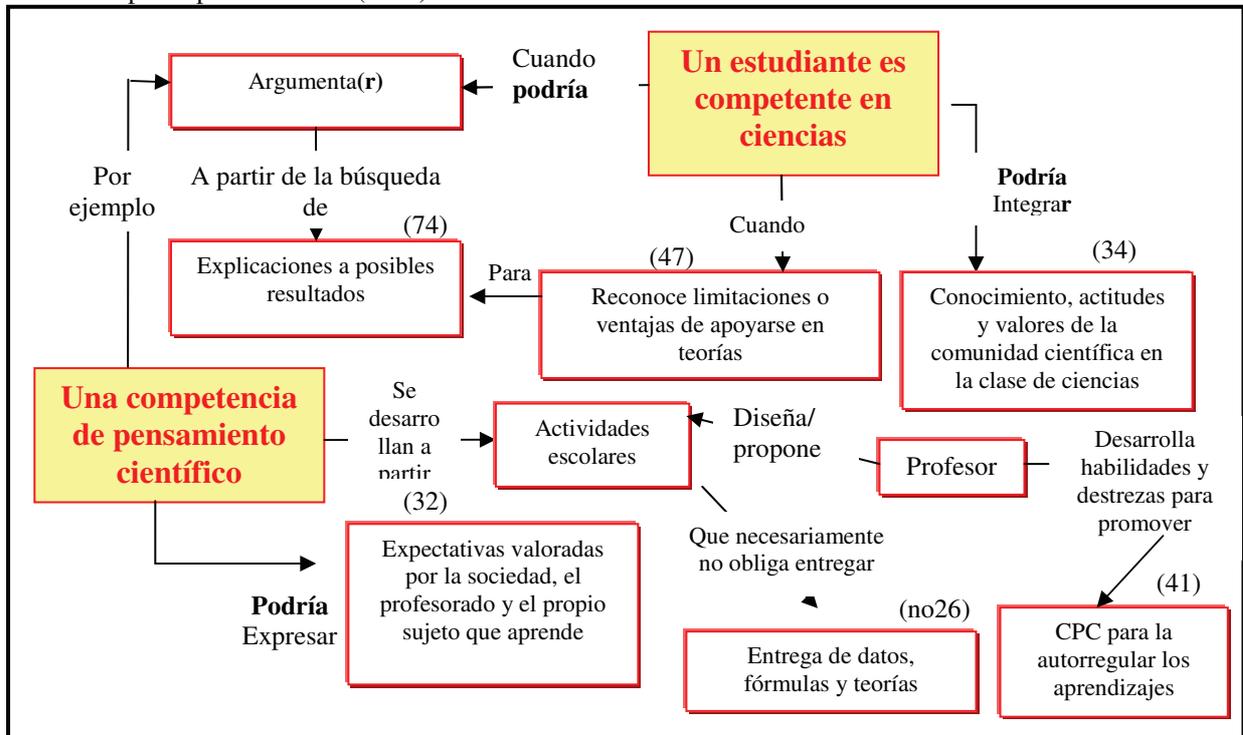
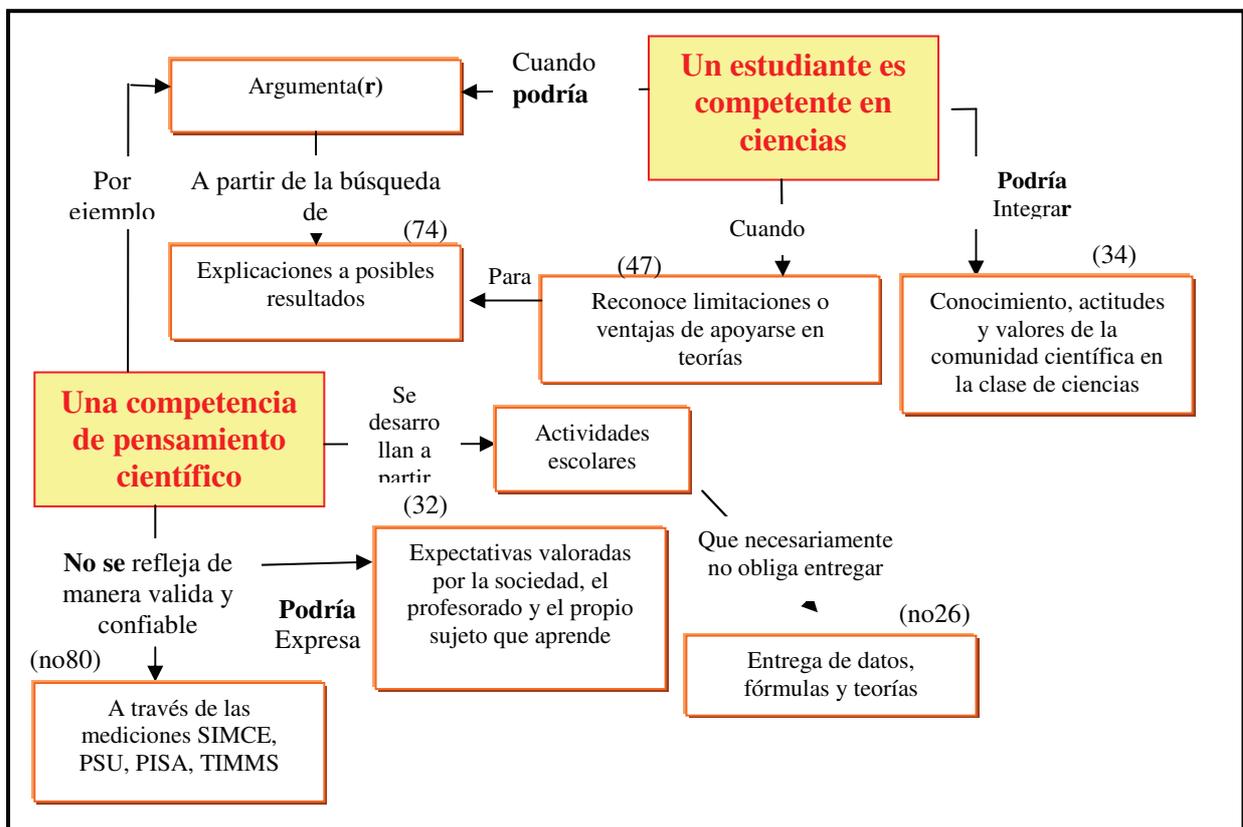


Figura 5.57. Mapa cognitivo que representa la noción constructivista de la profesora **Carol** sobre CPC después de participar en el TRD *Expo factum* (2008)



### 5.3.4.2. RACIONALIDADES SOBRE COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO (CPC) SEGÚN LA PROFESORA CAROL

El sistema de ideas de Carol es algo controversial, dado que, en el conjunto de ideas persistentes, asume que las instrucciones claras y precisas junto a la capacidad de demostrar que sabe y sabe hacer uso de ciertos elementos propios de las ciencias biológicas (uso de material de laboratorio) hacen un estudiante competente. Sin embargo, este estudiante competente debe ser capaz de generar conocimiento científico escolar a partir de teoría, reconociendo potencialidades y limitaciones, es decir, reflexión, metacognición, autorregulación son procesos de pensamiento implícitos en esta tarea. No obstante, también sostiene que la CPC se desarrolla sin considerar estos procesos, específicamente la autorregulación. Aparentemente, no existe claridad sobre la importancia de la autorregulación en el proceso de aprendizaje de la biología escolar como tampoco claridad sobre la exigencia cognitiva para un alumno cuando construye conocimiento en la escuela. Estos aspectos relevantes a la hora de diseñar, ejecutar y evaluar la enseñanza para aprender.

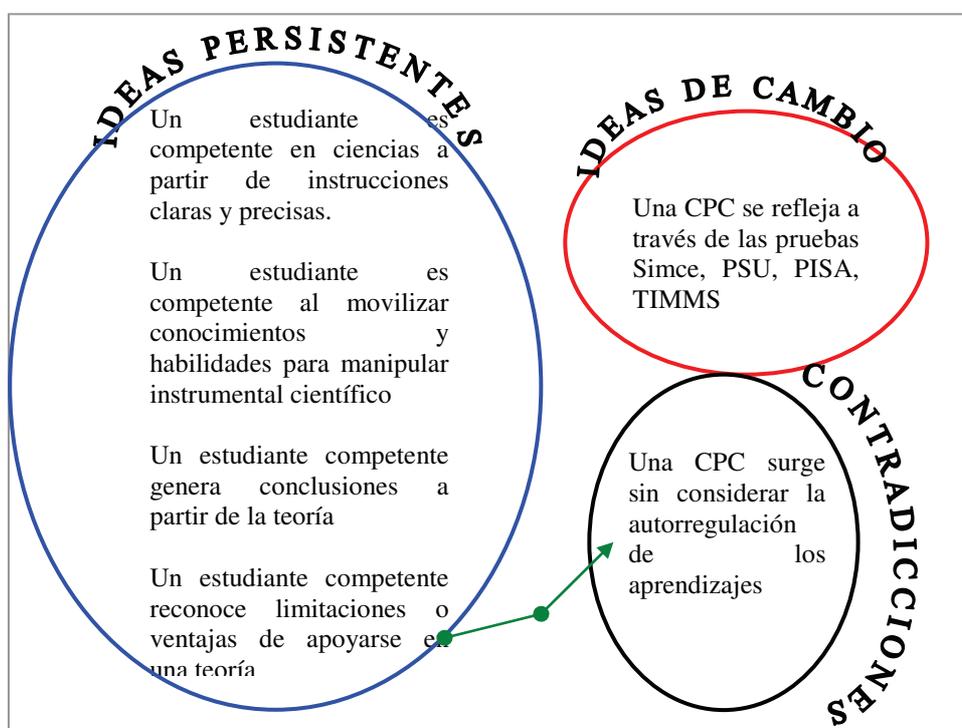


Figura 5.58. Relación entre ideas sobre Aprendizaje de la Ciencia presentes en la docente María finalizado el TRD.

Finalmente, proponemos las racionalidades presentes en los profesores de biología que han participado del TRD que surgieron del análisis de los mapas cognitivos para las dimensiones de interés.

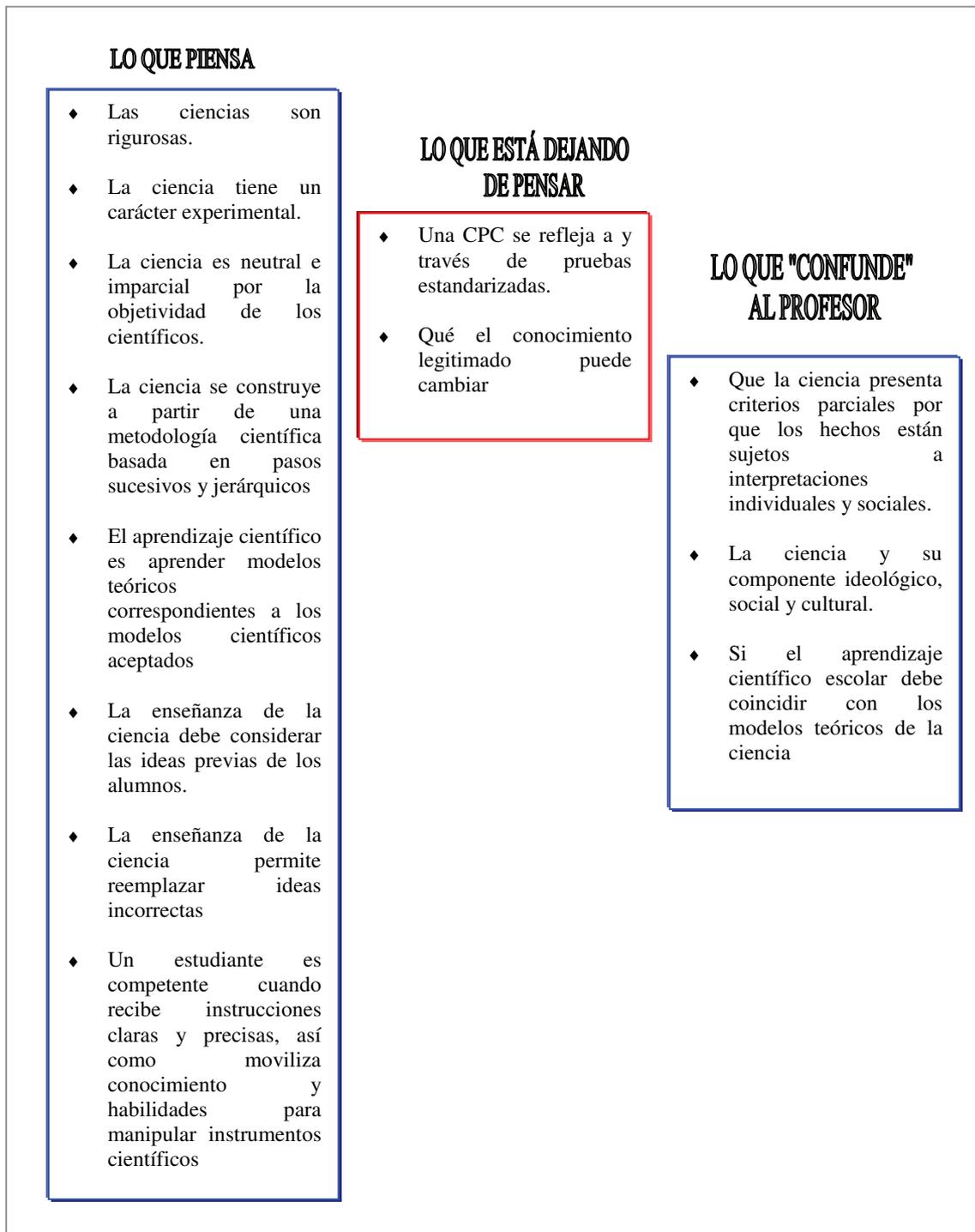


Figura 5.59. Racionalidades docentes sobre Naturaleza, aprendizaje, enseñanza de la ciencia y competencias de pensamiento científico.

#### **5.4. TERCER NIVEL DE ANÁLISIS: TEXTUALIDADES DERIVADAS DEL TALLER DE REFLEXIÓN DOCENTE**

Identificar, conocer y comprender las racionalidades de los docentes en los distintos ámbitos de su saber profesional, nos llevó a plantear una tercera instancia de discusión y debate, que corresponde al Taller de Reflexión Docente (TRD). En el TRD los 4 profesores<sup>36</sup> participantes analizan y discuten sobre la enseñanza, aprendizaje y evaluación de la noción científica de metabolismo para el desarrollo de competencias de pensamiento científico. El TRD se desarrolló en 16 sesiones enmarcadas desde los lineamientos de una ingeniería didáctica. El análisis que se presenta a continuación deriva fundamentalmente de las racionalidades de los docentes a algunas de las preguntas planteadas en algunas de las sesiones como algunos productos docentes que nos han parecido interesantes. Los docentes en discusión serán dos: María y Carol dado que, ellas han participado de las instancias de recogida anterior y eso favorece el análisis y discusión de los resultados. Las sesiones de trabajo discutidas en esta tesis y que representan un complemento de discusión de la información antes recogida se resume en la tabla 5.19.

---

<sup>36</sup> Al comienzo del TRD los profesores participantes fueron 4. Desde la sesión 5 una de las docentes deja de asistir.

<b>Código</b>	<b>Sesión</b>	<b>Tiempo (hrs)</b>	<b>Registro de audio o video</b>	<b>Episodio N°</b>	<b>Turno de habla</b>	<b>Tema</b>	<b>Propósito general</b>
TRD03	03	2	Audio y video	1	1 -	Qué posibilidades y limitaciones te brindan los elementos de esta mochila didáctica para diseñar una secuencia de enseñanza posible para el metabolismo	Análisis personal y colectivo sobre materiales para la enseñanza de la noción científica de metabolismo.
				2		Enuncia al menos tres criterios para seleccionar elementos de la mochila didáctica.	
TRD06	06	2	Audio y video	1	1 - 59	¿Qué piensan o sienten con la situación (episodio) que muestra el video en torno a la discusión sobre la enseñanza del metabolismo?	Análisis de interacciones dialógicas entre docentes participantes del TRD
				2	108 - 163	Alguien propuso las actividades de las fichas para evaluar aprendizaje de esta noción de metabolismos. Proponga una secuencia de enseñanza a partir de ellas.	
TRD 08	08	2	Audio	1	1 - 281	Diseño de clase I para la enseñanza del metabolismo	Diseño de la enseñanza de metabolismo. Análisis de dispositivos y consensuar la noción de metabolismo que se desea enseñar.
TRD 09	09	2	Audio y video	1	32 - 111	¿Qué ocurre con el estudiantado cuando entra en escena? - es una manera de visualizar la enseñanza-	Análisis de una observación de clase de biología vinculada con la enseñanza del metabolismo

Tabla 5.19. Resume de las sesiones de trabajo consideradas para el análisis

Si bien no existe una única manera de llevar a cabo el análisis de los datos (Stipicich et als., 2008) a continuación se describen los procedimientos genéricos utilizados para ello. Las etapas que se enuncian no necesariamente se dan, durante el proceso en el orden en que se presentan.

#### Etapas del análisis

- a. Lectura sostenida de cada una de las transcripciones textuales de las sesiones de reflexión docentes observadas como de los productos docentes.
- b. Las transcripciones presentan una numeración correlativa para cada uno de los turnos de habla de los participantes del TRD.
- c. Se considera importante y necesario reducir la información a unidades más manipulables, para ello, se definen episodios delimitados por una pregunta o tarea que deban abordar los docentes en la sesión en la que participan.
- d. Posteriormente se identifican categorías emergentes por componente temático; así como su codificación propia para reconocerla.

La decisión de analizar algunas de las sesiones de trabajo estuvo determinada por:

- a. La calidad y riqueza de las interacciones dialógicas producidas durante la sesión de trabajo determinado por:
  - i. Los tipos de preguntas que debieron enfrentar los docentes participantes del TRD.
  - ii. El grado de participación de los docentes, es decir, se privilegian sesiones con menor asistencia “teórica” por parte de los investigadores.
  - iii. El número de docentes participantes en cada sesión.
- b. Los productos docentes generados durante algunas sesiones.

#### **5.4.1. ANÁLISIS DE INTERACCIONES DIALÓGICAS DERIVADAS DEL TALLER DE REFLEXIÓN DOCENTE**

##### **5.4.1.1. RACIONALIDADES DOCENTES DESDE EL ANÁLISIS DE LA “MOCHILA DIDÁCTICA”**

La sesión 3 del TRD tuvo como propósito analizar materiales para la enseñanza del metabolismo desde la analogía de una mochila didáctica. Cada profesor prepara una mochila con los materiales posibles de usar para la enseñanza del metabolismo para luego intercambiarla con otro docente que ha hecho lo mismo. Luego de revisar, comparar y analizar realizamos dos consultas a las docentes:

2. ¿Qué posibilidades y limitaciones te brindan los elementos de esta mochila didáctica para diseñar una secuencia de enseñanza posible para el metabolismo.
3. Enuncia tres criterios para la seleccionar elementos de la mochila didáctica de modo de promover CPC sobre la base de enfrentamiento a problemas. Enumera tus criterios en orden de prioridad.

El análisis de la información colectada nos lleva a afirmar que las docentes:

1. Conciben los recursos de una mochila didáctica, tales como libro de textos, guías y pruebas desde niveles de comprensión conceptual o instrumental operativo (Labarrere y Quintanilla, 2002), es decir, cada uno de ellos se utiliza para enseñar-aprender un concepto científico como para el desarrollo de ciertas habilidades, entre ellas: relacionar, aplicar, interpretar, inferir, definir, lo que sugiere una **noción de competencia general en un plano más bien conceptual.**

Algunas textualidades de los docentes participantes dejan en evidencia el carácter instrumental que se asigna a los recursos de enseñanza, en la que **se privilegia el contenido científico desde una noción de competencia genérica.** Cuando abordaron las posibilidades para la enseñanza del metabolismo de la mochila didáctica, las docentes dicen:

*“Los alumnos podrán conocer el concepto de metabolismo basal, relacionar conceptos previos con reacciones químicas en las células; luego relacionan, aplican e interpretan resultados... Luego presentan las respuestas, desarrollan ejercicios. Cálculo de los requerimientos energéticos mínimos”* (profesora Carol; TRD03).

*“Los esquemas ayudan a los alumnos a relacionar el concepto de metabolismo con las ideas previas que ellos tienen. Se espera que al entregar dos fenómenos cotidianos sean capaces de definir metabolismo y asociar con necesidad energética del organismo... Se entregan tablas para calcular su TMB y la comparan con sus compañeros... se les enseña a calcular”* (profesora Carol: TRD03).

2. Las ideas previas son importantes para ayudar a **relacionar** conceptos. Esta representación emerge de una noción de aprendizaje que los docentes eventualmente comparten, aprendizaje significativo. La existencia de ideas previas o ideas de anclaje según Ausubel (1976) citado en Gutiérrez (1987) se vinculan con la nueva información para dar sentido a los hechos o situaciones en discusión, al mismo tiempo como se transforman las ideas constitutivas de la estructura cognoscitiva. Desde esta perspectiva, creemos que la noción de aprendizaje significativo en el profesorado sigue siendo “*ingenua*” y se ajusta más a una “moda” del paradigma vigente, constructivista, que a una concepción que constituya parte de su conocimiento profesional.

Aparentemente la **relación** entre conceptos mediada por ideas previas es “espontáneo”; imagen de aprendizaje significativo *ingenua*, dado que, las ideas previas son persistente, es decir, no se modifican fácilmente por medio de la enseñanza, incluso cuando la instrucción es reiterada (Mora y Herrera, 2009) lo que podría significar un obstáculo para “relacionar conceptos” si es que son contradictorios; incluso por su carácter indiferenciado puede llevar a confusiones a la hora de ser aplicado (Chamizo et als., 2005). Según Vigotsky (1996):

*“Cuando un niño opera con conceptos espontáneos (ideas previas) no tiene conciencia de ello, puesto que su atención está siempre centrada en el objeto al cual se refiere el concepto, nunca en el acto de pensamiento mismo”*  
(Vigotsky, 1996).

Dentro de las limitantes de la mochila didáctica los profesores señalan los siguientes aspectos:

- *“En el libro de texto la tabla de tasa metabólica basal está incompleta y no aparece el significado de kilocalorías y calorías”*
- *“Las actividades son amplias, por lo tanto las actividades de desarrollo se darán de tarea”*
- *“Falta lectura comprensiva para posibilitar síntesis y conclusiones por parte del alumno”*

Las textualidades descritas dan cuenta de un nivel epistemológico tradicional, caracterizada por la reproducción y simplificación del contenido, a partir de, un método tecnicista determinado por una secuencia de actividades cerradas con matices interpretativos.

En relación a la segunda interrogante, proponer criterios de selección (según prioridad) de los elementos de la mochila didáctica de modo de promover CPC sobre la base de enfrentamiento a problemas, los docentes plantean:

Criterios de selección de elementos de una mochila didáctica	
Profesora María	Profesora Carol
1. Esquemas que permiten asociar conocimientos previos con concepto de metabolismo: Observan, infieren, concluyen.	1. Relacionan conceptos previos “reacciones químicas en la célula”. Infieren.
2. Hechos o situaciones de la vida cotidiana que les acerquen a comprender concepto de metabolismo basal y tasa metabólica basal: Infieren, analizan, tabulan, sintetizan.	2. Tabulan e interpretan resultados según información obtenida de la actividad grupal. Relacionan y comparan resultados del resto de sus pares.
3. Sintetizan problemáticas que permiten enfrentar los conocimientos adquiridos en la resolución de ellos –resolver ejercicios- ¿por qué? ¿cómo se explica? –cálculo de tasa metabólica basal-	3. Resuelven y desarrollan ejercicios de cálculos de requerimientos energéticos

Tabla 5.20. Criterios de selección según prioridad de los elementos de una mochila didáctica propuestos por los profesores participantes del TRD.

Los criterios de selección propuestos por las docentes atienden a categorías de comprensión procedimental y conceptual principalmente. El plano de análisis es genérico y aparentemente lineal. Los profesores no transparentan su conocimiento didáctico del contenido biológico (CDCB) en los criterios de selección propuesto, las docentes no dan cuenta de:

- i. Aspectos que favorezcan o dificulten el aprendizaje de la noción de metabolismo.
- ii. Estrategias definidas que favorezcan la comprensión de la noción de metabolismo que se desea enseñar.
- iii. Evaluación de los aprendizajes como una acción continua y permanente.
- iv. Emerge una serie de habilidades que responden a un modelo de enseñanza tecnológico para una imagen de ciencia empiricista. Esto último se aproxima a las concepciones declaradas en el cuestionario tipo Likert; que se aprecian en los mapas cognitivos propuestos y, que se consignan como ideas persistentes en la figura 5.17.

#### 5.4.1.2. RACIONALIDADES DOCENTES DESDE EL ANÁLISIS DE VIDEOS RELACIONADOS CON EL TRD

Con el propósito de potenciar y focalizar los núcleos conversacionales de los docentes participantes del TRD, se decide compartir y discutir un segmento de la sesión 06 del TRD. Durante esa sesión los profesores discuten **sobre qué y cómo** enseñar la noción de metabolismo. El grupo de investigación con el afán de recoger información sobre las representaciones docentes sobre la enseñanza propone las siguientes interrogantes:

- a. ¿Qué piensan o sienten con la situación o episodio que muestra el video en torno al debate/discusión sobre la enseñanza de la noción de metabolismo?
- b. Alguien propuso las actividades de las fichas para enseñar metabolismo ¿Cuál sería la secuencia de enseñanza que tu propones?

En relación a la primera interrogante surgen representaciones interesantes como: **reconocer que los conceptos científicos, en sí mismos, son eventualmente un obstáculo**. Los docentes explicitan que existen conceptos relacionados con la noción de metabolismo que son complejos. A juicio de los docentes, algunos conceptos complejos son: **energía, intercambio de sustancias y transporte**. Además de identificar que los conceptos presentan complejidades, evidencian la dificultad para **comunicar** su disciplina, en este caso la noción de metabolismo. Una de las docentes plantea:

*“Yo pienso que nosotros cuando estábamos explicando o intentábamos explicar... nos hacían preguntas, nos fuimos complicando y no logramos realmente darnos a entender...”(TRD06:11)*



Las textualidades derivadas de las interacciones dialógicas en el TRD **con** y **entre** los docentes dejan de manifiesto que la construcción de una noción científica se **logra** en la medida que entendamos lo siguiente:

- a) Un concepto `arrastra´ muchos más conceptos.
- b) Que la suma de conceptos constituyen el concepto de interés. El que se está enseñando.
- c) Buscar estrategias para formar un modelo que favorezca aproximarse a lo cotidiano
- d) Buscar ejemplos independientes para establecer vínculos entre conceptos.

Es interesante el relato de los docentes participantes, quienes abiertamente sostienen que la construcción de conceptos es análoga al **armado de un rompecabezas**. La suma de “partes” constituye el “todo”. La analogía propuesta, sin duda, se contrapone a la idea original, de que los conceptos son complejos y que esto **exige del profesorado diversas formas de comunicar y abordar la enseñanza**, dado que, si entendemos la construcción de conocimiento “*como la suma de partes*”, difícilmente podremos aproximarnos a los propósitos de la enseñanza de la biología, como **es la capacidad de hacer de un hecho del mundo un modelo**. Ahora bien, la noción en la enseñanza de un **concepto científico** para los docentes queda representada como se muestra en la fig.5.51.

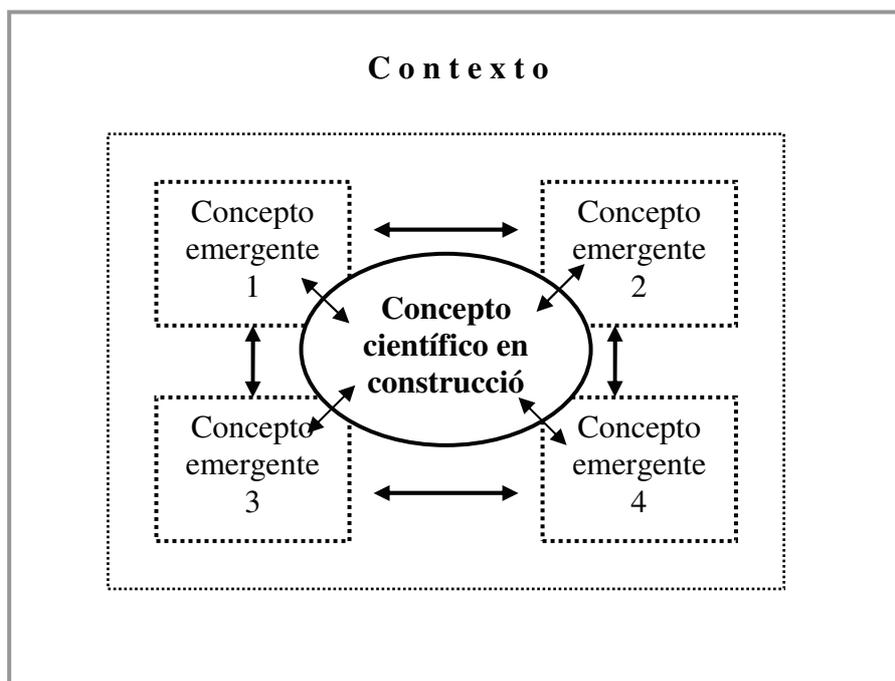


Fig. 5.60. Relación entre conceptos emergentes que constituyen el concepto científico en construcción según los docentes de biología participantes del TRD.

La propuesta de los profesores, inicialmente, puede estar conectada con la idea de Rodríguez (2002) quien sostiene que “*aprender un concepto científico supone la construcción de un modelo mental*” que constituya un modelo de trabajo que considera representaciones proposicionales e imágenes ((Johnson-Laird, 2000) con el propósito de permitir a los estudiantes entender fenómenos, hacer inferencias y predicciones como tomar decisiones y controlar su ejecución (Adúriz-Bravo et. als, 2005), es decir, **razonar** (Clement, 1989 citado en Justi, 2006). Sin embargo, el análisis de la textualidades nos lleva a afirmar que, la noción de modelo que se plantea en la discusión no es concebida como una construcción gradual o evolutiva de modelos intermedios que van adquiriendo nuevos estatus en la mente del sujeto que aprende hasta la consolidación de un modelo que le permita interpretar un hecho del mundo; hablamos de un **modelo científico escolar**; más bien se comparte una noción de modelo, fuera del sujeto y como una propuesta del docente que permite actuar como nexo o puente con lo cotidiano, que se evidencia en la siguientes textualidades:

6. **Ma:** *Primero yo creo que antes de poder hacer una clase como esa tendría que buscar estrategias diferentes de poder mo..mo modelizar//tiene dificultad para decir la palabra// los conceptos necesarios para llegar a. Buscar la manera como decías tu al principio no es un solo concepto son varios los que van saliendo.. para armar el rompecabezas tu tienes que tener esos conceptos.*
7. **Coord:** *¿ese armar rompecabezas es modelizar para ti?*
8. **Ma:** *no, hacer un modelo digamos tratar de acercarlo a la cotidiano, buscar ejemplos que me permitan conectarme, pero cada uno de ellos por separadazo ya es una pieza que hay que trabajar previamente para poder lograr globalizar digamos y poder hacer una situación mas concreta*
9. **Coord:** *pareciera que debemos lograr que esos conceptos adquieran significado ¿Qué adquieran un significado propio para poder conectarlo? Esa sería la decisión, estoy pensando que los conceptos adquieran un significado en cada estudiante para que luego lo relacione?*
10. **M:** *se suponme que debiéramos tener esos conceptos, por que empezó a salir en base de que eso ya lo habíamos visto, entonces a lo mejor asegurarnos de que esos conceptos ...*
11. **Ma:** *//interrumpe// ya están internalizados en el alumno. Por lo menos ya ha apropiado de alguna manera de ellos. Lo que pasa que siempre uno frente a esto hay estrategias en el caso de la actividad celular... modelizar una célula ayuda, hacer una membrana plasmática o que ellos hagan.*

La analogía del rompecabezas propuesta por los docentes es muy interesante; demuestra que el profesorado reconoce la existencia de ideas o construcciones que emergen (conceptos emergentes) durante el proceso de aprendizaje, que constituyen quizás, la pieza de otro rompecabezas (otro modelo) antes construido; no obstante es escasa la reflexión sobre **qué son y cómo se han construido** (Rodríguez 2002) estas piezas de rompecabezas. El análisis revela que el profesorado no reconoce que un hecho del mundo es y será interpretado en la medida que el estudiante lo convierta en un modelo – científico escolar- y, que los modelos como formas de representación de estos modelos son relevantes a la hora de enseñar una noción científica. Esto último nos lleva a pensar que las teorías implícitas existentes en los profesores restringen la capacidad de reconocer que su forma de pensar presupone una teoría de aprendizaje y una visión epistemológica que orienta y justifica su enseñanza. Del mismo modo, se aprecia fragilidad sobre el Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB) que debe permitir al profesor comprender aspectos que faciliten o dificulten la construcción de un concepto científico.

Finalmente, la discusión, debate y contrastación de ideas ha permitido a los profesores compartir algunas inquietudes o preocupaciones que son altamente relevantes desde la investigación, como un espacio para promover un “cambio en el mirar de los docentes”. Compartimos lo propuesto por Mellado (2001) quien sostiene que los cambios en las concepciones docentes, ocurren por su participación en discusiones de esta índole, más que, por la transmisión de nuevas ideas por los expertos. En este marco los profesores plantean que es necesario:

- Replantear la enseñanza de la biología
- Disponer de un Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB) o Conocimiento Didáctico del Contenido Disciplinar (CDC)
- Identificar cómo y qué debe hacer un estudiante para aprender
- Disponer de un Conocimiento Profesional Docente robusto

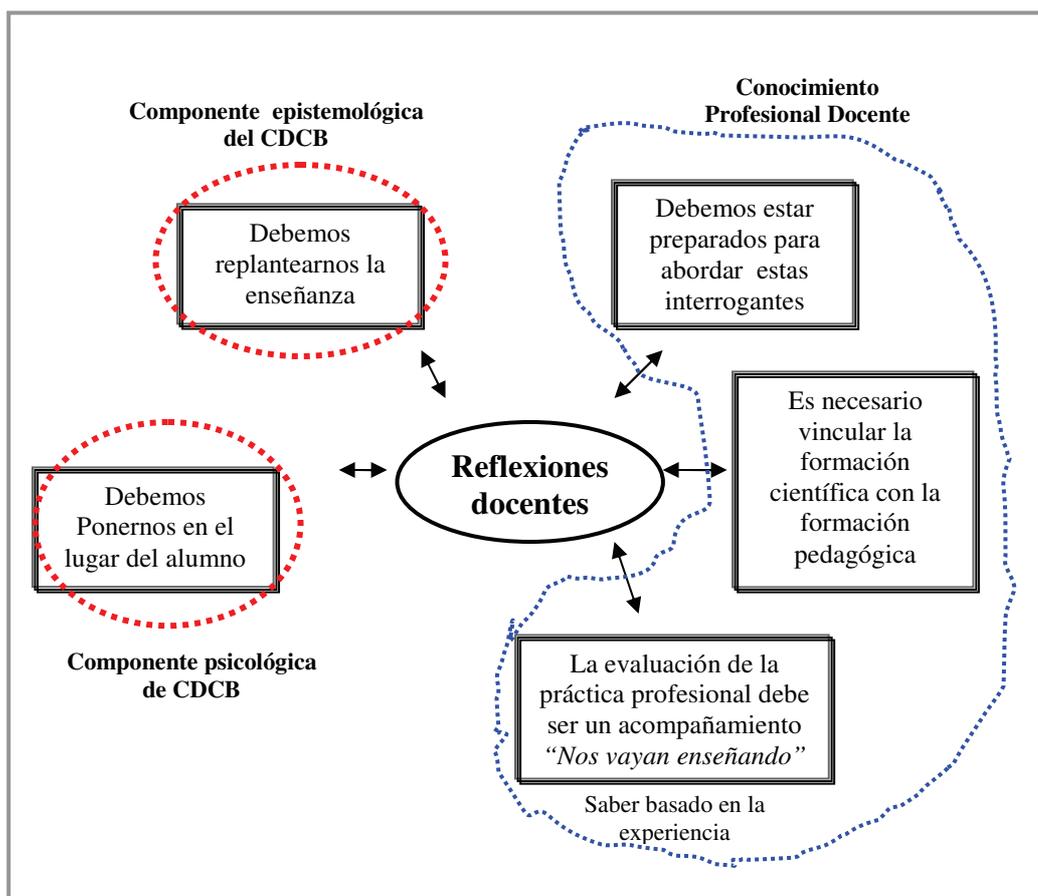


Figura 5.61. Reflexiones docentes derivadas de la discusión en el TRD y su relación con el CDCB.

El análisis de las interacciones dialógicas derivadas del TRD nos lleva a plantear que entre la sesión 3 y 6 que han sido discutidas en esta tesis, la noción de aprendizaje es racional y moderada; el profesorado distingue la complejidad de los conceptos que no se aprecia cuando manifiesta criterios de selección, en la que la nueva información se “relaciona” linealmente con los conceptos previos, sin prever obstáculos de los conceptos o ideas previas que garanticen la construcción, podemos entonces, aproximarnos a nuevas formas de concebir la enseñanza, aprendizaje y evaluación de los contenidos científicos en la escuela desde marcos de discusión y diálogo más que por la exposición de nuevas teorías propuestas por expertos.

Si consideramos la información recogida a través del cuestionario tipo Likert los profesores de biología adhieren fuertemente a una enseñanza de la ciencia que permite reemplazar modelos incorrectos por modelos científicos aceptados. Sin embargo, lo que no tenemos claro es **¿cuál es la noción de concepto que comparten los profesores?** Dado que, si se piensa, que los estudiantes elaboran conceptos en función de sus estructuras y procesos cognitivos, entonces un *concepto* tiene significado según la teoría a la que pertenece (Strike y Posner citado en Flores, 2004) así también existe una aproximación, desde el nivel epistemológico, en entender que los conceptos evolucionan en función del contexto y del establecimientos de nuevas relaciones, noción de cambio conceptual largo y complejo mediante el cual se construyen nuevos conceptos, **racionalidad que comienzan a surgir en los profesores participantes del TRD ya en la sesión 6.** Tradicionalmente existe en el profesorado de biología una noción de **concepto** definida externamente, que son otorgados a las personas por su entorno u otras personas, lo que lleva a plantear un cambio conceptual simple y rápido que consiste en el reemplazo de conceptos como lo plantea Chi et al. Citado en Flores (2004).

#### **5.4.2. ANÁLISIS PRODUCCIONES DOCENTES DESDE EL DISEÑO DE LA ENSEÑANZA DE METABOLISMO**

En un segundo momento de discusión en el taller, las profesoras abordaron el diseño de la enseñanza de la noción de metabolismo a partir de una propuesta de actividades distribuidas en seis fichas de trabajo (anexo). El propósito fue conocer las razones de selección para evaluar CPC, a partir de una propuesta de secuencias de fichas para enseñar metabolismo a jóvenes de primer año medio y luego socializar las competencias que se desarrollan a partir de la propuesta. Desde esa perspectiva, es que replanteamos nuestros propósitos y, nos pareció interesante identificar el modelo didáctico personal, teoría de aprendizaje implícito, imagen de ciencia y su relación con el desarrollo de CPC que comparten las docentes y cómo estas, son representativas de ideas de cambios o persistentes identificadas en el análisis de los mapas cognitivos.

De las seis fichas que se entregaron dos de ellas (ficha 2 y 5) fueron construidas desde una visión epistemológica realista pragmática según los lineamientos del modelo cognitivo de ciencia de Giere (1992) e Izquierdo (1999). A continuación se describen las fichas de trabajo.

Tabla 5.21. Descripción de las fichas de actividades propuestas a las profesoras participantes del taller docente.

Ficha	Descripción de la ficha
1	Propone actividades que se enmarcan en un plano instrumental operativo. Solicita a los estudiantes definiciones operacionales de metabolismo, energía química y nutriente. Se representa con una imagen la noción operacional de catabolismo y anabolismo. Finalmente se solicita un mapa conceptual con los conceptos que se han definido.
2	Se presenta una consigna bajo la denominación de “metáfora”: “Si en la casa algo falta, esta no funciona bien”. Se solicita identificar elementos vinculados con el buen funcionamiento de la casa y proponer situaciones problemáticas. Finalmente, establecer una comparación entre la casa y la célula, usando la misma consigna (actividad que surge desde los modelos didácticos analógicos).
3	Se muestra un esquema de una célula, con una mitocondria central. En el esquema se muestra un esquema que resume el metabolismo intermedio. Se muestran grafismos que apuntan a distintas moléculas. La ficha dice que el profesor explica el esquema con sus palabras, con el propósito de dejar claro la noción de metabolismo. La propuesta es extraída de los planes y programas vigentes.
4	Propone un diálogo entre un extraterrestre y El. La ficha describe la situación, en la que el ET muestra al joven musgo, pan, un auto, un clavo, luego de eso, el ET pregunta ¿Qué de estas cosas tiene metabolismo? ¿Qué dirías? ¿Cómo puedes demostrar al ET que lo dices es correcto?
5	Muestra una tabla con distintas actividades físicas y el gasto de energía que cada una de ellas demanda. Los estudiantes deben calcular el gasto energético en kilocalorías.
6	Sostiene que a partir de una lectura sobre el metabolismo, el estudiante debe abordar las siguientes tareas: extraer tres ideas principales sobre el tema; realizar un cuadro comparativo entre catabolismo y anabolismo; mencionar tres enfermedades metabólicas y caracterizar cada una de ellas y Finalmente realizar un esquema que resuma el texto leído.

Cada docente revisa y analiza las fichas individualmente y en silencio. Posteriormente deben elegir tres de ellas que permitan evaluar competencias de pensamiento científico<sup>37</sup> y argumentar sobre la decisión tomada. Los registros docentes se muestran en la tabla 5.21. Posteriormente se invita a las docentes abordar la siguiente situación: Asumiendo que cada una de las fichas tiene una intencionalidad, describe y fundamenta

<sup>37</sup> Esta fue la consigna original, sin embargo, las profesoras al momento de abordar la tarea lo hacen pensando en la **enseñanza** del metabolismo.

una propuesta de trabajo con cada ficha para el logro de competencias de pensamiento científico. Las producciones docentes se muestran en la tabla 5.21 y 5.22.

Tabla 5.22. Una aproximación a la enseñanza del metabolismo a partir de la selección de actividades propuestas en 6 fichas de trabajo.

Profesoras	Secuencia de Fichas de trabajo		Objetivos de la secuencia de fichas elegida (espontáneas)	Lo que el estudiante debe hacer para abordar la ficha de trabajo ( siete días después)
	Espontáneo días después	Siete		
<b>María</b> 11 años de servicio. Trabaja en colegio municipalizado	2	6	Recoger datos, comparar, clasificar, relacionar, sintetizar, transferencia de conocimientos a situaciones similares y formular preguntas a partir de observaciones.	Debe leer comprensivamente para extraer ideas principales (entender lo que lee). Buscar vocabulario, significados, subrayar ideas principales. Describir anabolismo y catabolismo (en que consisten). Relacionar problemas de metabolismo: Enfermedades
	4	4		Explicar el concepto de metabolismo: relacionar, comparar y situaciones nuevas para el alumno.
	6	2		Aplicar conocimientos científicos. Relacionando lo que sucede en “casa” para transferir a la célula
<b>Carol</b> 8 años de experiencia Trabaja en colegio particular subvencionado	3	3	Con la 3 daría la explicación luego la ficha 2 la uso para la comprensión de ellos y la 1 para la aplicación.	El alumno debe saber los componentes de cada una de las macromoléculas dadas. Tener claro la función de la mitocondria (identificarla como organelo celular). Finalidades de las reacciones químicas (anabolismo y catabolismo)
	2	6		Debe poder extraer las ideas principales de un texto. Redactar y comparar (leer). Identificarlas. Tener la capacidad de resumir. Organizar las ideas en un esquema
	1	1		Tendrá que tener la capacidad de relacionar los conceptos que incluye el aprendizaje de metabolismo (catabolismo) anabolismo, ATP, nutrientes, etc).

Tabla 5.23. Propuesta de trabajo según las profesoras de biología para el contenido de Metabolismo considerando el set de fichas propuesto.

<i>Clase</i>	<i>Profesora María</i>	<i>Profesora Carol</i>
1	<p>Se inicia la clase con un reforzamiento de los conceptos que relacionan la estructura y actividad celular</p> <p>Se forman grupos de trabajo de 5 a 6 alumnos, se les entrega la <b>ficha N°2</b>. Los alumnos leen y analizan la metáfora presentada y responden las preguntas planteadas en la ficha.</p> <p>El jefe de grupo presenta sus reflexiones al resto del curso.</p> <p>Se les entrega <b>ficha N°4</b> y se les solicita que en el grupo discutan las preguntas planteadas proponen sus respuestas al resto del curso.</p> <p>Los alumnos definen con sus palabras el concepto “metabolismo”, escriben en su cuaderno.</p>	<p>El objetivo es conocer cómo las células obtienen su energía.</p> <p>Se propone a los alumnos la siguiente situación: <b>Ficha 4</b>. Tiempo estimado 15 minutos.</p> <p>Utilizando la <b>ficha 3</b>. Explicación del esquema como apoyo para entender el proceso de metabolismo celular.</p> <p>Responde nuevamente las preguntas de la <b>ficha 4</b>. Retroalimentación.</p>
2	<p>Se inicia la clase con la lectura por parte de algunos alumnos de sus definiciones de metabolismo.</p> <p>Se les entrega a los grupos de trabajo un texto sobre metabolismo y algunas enfermedades asociadas a él (<b>ficha N°6</b>), los alumnos desarrollan las actividades planteadas en la ficha.</p> <p>Se consolida el concepto de metabolismo, anabolismo y catabolismo con el esquema de la <b>ficha N°3</b>.</p>	<p>El objetivo conocer cómo las células obtienen su energía</p> <p>Se retoma el contenido visto en la clase anterior y se le entrega a cada uno la <b>ficha 1</b> y utilizamos las preguntas de la primera parte para recordar y contestar en forma abierta. Tiempo estimado 10 minutos. Luego cada alumno desarrolla en su cuaderno las preguntas 2 y 3. Transcriben las preguntas a su cuaderno. Revisión y retroalimentación.</p>
3	<p>Se inicia la clase solicitando a un alumno que explique el esquema de la <b>ficha N°3</b></p> <p>Se les entrega a los alumnos la ficha N° 1, desarrollan las preguntas en su cuaderno.</p> <p>Dos alumnos presentan sus mapas conceptuales al resto del curso.</p> <p>Cálculos de TMB ( libro de la asignatura) y gasto energético (<b>ficha N° 5</b>)</p>	<p>Se propone a los estudiantes trabajar en grupos de 4 personas. Se les entrega a los alumnos lecturas que traten sobre metabolismo y algunas enfermedades asociadas.</p> <p>Se entregaran 4 lecturas diferentes. Cada grupo trabajará su tema y responderá 4 preguntas. Elegirán un representante que expondrá al curso. Sus respuestas similares a la <b>ficha 6</b>. Tiempo estimado 50 minutos.</p> <p>Se redondea la clase con las respuestas obtenidas de los alumnos. Luego se comienza con “tasa metabólica basal”. Se trabaja con <b>ficha 5</b>. Cuarta clase prueba.</p>

De las propuestas docentes podemos apreciar que:

1. Las docentes manifiestas una noción de competencia a nivel conceptual. No como procesos de pensamiento que configuren un sistema de competencias sino desde niveles de comprensión procedimental característicos de modos de construcción de conocimiento tradicional fuertemente ligado al contenido

disciplinar. Este aspecto dificulta la enseñanza de la biología hacia un sujeto que sabe, sabe enfrentar situaciones, propone y sabe disponer de modos de acción para aprender.

Cuando los profesores durante el TRD fueron consultados sobre qué CPC enfatizamos en la interactividad profesor-alumno que desea aprender sobre el metabolismo, ellos plantean lo siguiente.

<b>Docente María</b>	<b>Docente Carol</b>
♦ Entender	♦ Definir fenómenos científicos
♦ Relacionar	♦ Comparar y clasificar información científica
♦ Describir	♦ Relacionar
♦ Comparar	♦ Argumentar - explicar

2. Las propuestas docentes están muy condicionadas por la propuesta ministerial, especialmente en su carácter indagatorio y en la enseñanza de los contenidos; a pesar que, el marco curricular vigente (2005: 5) advierte que la construcción del conocimiento es una empresa humana. Los docentes participantes del TRD como los que participaron de la aplicación del cuestionario no dan cuenta claramente de ello.
3. Se aprecia un rol docente asumido, que limitan cambios en la práctica docente y en el desarrollo profesional hacia un conocimiento didáctico del contenido robusto que promueva el desarrollo de competencias de pensamiento en los estudiantes. Se insiste en el tratamiento del contenido disciplinar desde un plano instrumental y memorístico. Cualquier matiz de cambio se ve opacado por las “ideas” imperantes en las unidades educativas y, que alinean sus acciones según pruebas estandarizadas; que eventualmente pueden, quizás, ser el censor para evaluar un profesor. Este aspecto puede llevar a los docentes manifestar una brecha entre **lo que se debe hacer** y **lo que se hace** (o me piden que haga).

4. Creemos que las docentes no están conscientes de la complejidad de construir una noción científica, como de las múltiples representaciones que un sujeto o los sujetos elaboran de un concepto en discusión. Aspecto que en sesiones anteriores aparentemente había emergido. Sin embargo a la hora de enseñar prevalecen del sistema de ideas de un profesor: rutinas y guiones – teorías implícitas que limitan y obstaculizan la capacidad de reconocer el conocimiento didáctico del contenido disciplinar como parte de su conocimiento profesional. **Una noción fragmentada de nuestro conocimiento profesional nos lleva a asumir un rol pasivo con mermado valor de cambio.**
  
5. Las finalidades de la enseñanza se sitúan en la apropiación y acumulación del contenido por sobre el desarrollo del pensamiento, es decir, prima un modelo tradicional con una concepción acientífica de los sistemas de enseñanza y aprendizaje (Demuth et als, 2006) para una noción de aprendizaje por apropiación de significados.

#### **5.4.3. RACIONALIDADES SOBRE EL DISEÑO DE LA ENSEÑANZA DE LA NOCIÓN DE METABOLISMO**

El análisis que se discute en los párrafos siguientes tiene relación con el diseño de la enseñanza de metabolismo. Para ello invitamos a las docentes participantes del taller a pensar en **cómo enseñar la noción de metabolismo**. El análisis de las textualidades por parte de los profesores se enmarca desde la matriz propuesta por Porlán y Martín del Pozo (2004) sobre concepciones docentes incluida la categoría, planos de análisis de Labarrere y Quintanilla (2002). El registro se presenta en la tabla 5.24.

De la información recogida evidenciamos un nivel epistemológico tradicional, caracterizado por un modelo tradicional dogmático centrado en los contenidos disciplinares. La imagen de aprendizaje es conservativa muy próxima a una apropiación de significados que deja entre ver que el estudiante que aprende, **lo hace por que no lo sabe o lo que sabe es incorrecto.**

No aparece explícita una enseñanza para el desarrollo de competencias de pensamiento científico, aún cuando el coordinador del TRD apela en un momento a ello. La noción de evaluación para aprender no está presente, en un momento muy temprano de la discusión aparece una expresión de una profesora que dice: “*la prueba va a ser la misma también*” apelando a los tipos de estudiantes con los que trabajaran cada una. Emerge una noción de evaluación ligada a calificación muy propia de un modelo tradicional.

En las textualidades docentes no aparece la noción de competencia de pensamiento o competencias cognitivolingüísticas, dado que, los profesores orientan su discusión **siempre** desde y para la enseñanza de un saber erudito. Ahora bien, la enseñanza de un contenido científico demanda orientación, regulación para re-construir un ´modelo científico escolar` en desarrollo; sin embargo, mientras el docente no comprenda que la enseñanza que promueve tiene propósitos conectados a un **cómo se enseña a pensar para hacer de hechos o situación un modelo que permita al estudiante interpretar y participar del mundo** seguiremos en una enseñanza tradicional que limita potencialidades en los estudiantes para un razonar profundo e intenso. Nuestra preocupación es la concepción de una **enseñanza de la biología que se “adquiere” por transmisión y que no pretende, enseñar a “hablar” de y sobre ciencia en el mundo**. Estamos convencidos que un niño o joven en su cumpleaños no tendrá en mente el modelo de célula, pero *hablará* con sus amigos, tomará decisiones antes, durante y después de y sobre su cumpleaños, defenderá sus ideales e intentará convencer a otros que tiene razón... La enseñanza de la biología para los docentes encuestados y con los que hemos trabajado, no consideran esta dimensión. Para que los estudiantes aprendan a explicar hechos del mundo deben **construir modelos** de ellos; lo que obliga cambios profundos a nivel curricular y metodológico (García, 2005), por ello, se exige una enseñanza de la ciencia sustentada y fundamentada en un conocimiento basado en modelos teóricos (Giere, 1992) que permita caracterizar las actividades científicas escolares y el diseño de materiales didácticos fundamentados teóricamente (Izquierdo et als., 1999b); que atiendan a un plano de desarrollo personal y social (Labarrere y Quintanilla, 2002).

Por lo discutido anteriormente, García (2005) plantea:

*“Si queremos que los alumnos aprendan ciencias para poder explicar por qué los mohos del pan o las bacterias del yogurt son vivas no basta con haber memorizado la definición de ser vivo sino hace falta reconstruir con ellos en el aula el modelo ‘ser vivo’.” (García, 2005:3).*

La misma autora plantea que:

- i. Los modelos teórico utilizados en el aula deben ser pocos y significativos.
- ii. En biología se deben trabajar 4 modelos: ser vivo, célula, ecosistema y evolución.

Tabla 5. 24. Textualidades docentes derivadas de las interacciones dialógicas sobre la enseñanza del metabolismo

Elementos del currículo					
Plano de análisis	Modelo de enseñanza	Teoría de aprendizaje	Contenido	Método	Evaluación
<p>El video para nosotros igual esta bueno, incluso hay cosas que tampoco las podemos lograr explicar. El ojo de los chiquillos, para primero medio, no sé si está así como tan preparado.(Carol:59)</p> <p>Si comparamos los libros en general casi todos dicen lo mismo, pero con otras palabras y son bastante sencilla la explicación que da (Carol:64)...</p> <p>Más concreta. (Mariel:65)</p>	<p>“cuando uno les habla a los jóvenes de eso también tiene que decir que no es algo estático, que es dinámico” (Mariel:58)</p> <p>“Es que no pueden entender como nosotros. Es que de repente se van a quedar con una imagen contraria de lo que nosotros queríamos” (Carol: 61)</p> <p>“A lo mejor lo que quieren es eso, que a lo mejor el alumno en la medida que vaya pasando el tiempo, porque si nosotros le explicamos a un alumno de 4º medio, le volvemos a pasar todo el metabolismo, lo va a poder entender más. Obviamente que estoy hablando también de los alumnos que les interesa el área y también se manejan un poco más” (Carol:69)</p> <p>“a veces ocupa más tiempo en pedir esto que es una fórmula matemática, que uno se los explica una vez, incluso lo puede ocupar en otro momento digamos y que a veces es más importante profundizar en este tema de metabolismo que esta relacionado con reacción química, con movimiento, porque después en 2º medio uno se vuelve a meter a la célula, a enmarcarlo desde otro punto de vista, pero estamos viendo nuevamente tipos de metabolismo en</p>	<p>“A lo mejor no todo lo que dice el alumno la idea, no todo esta malo”. (Mariel: 101)</p> <p>Para referirse a la realidad según el niño...“No hay intermedias” (Mariá:103)</p> <p>Yo creo que con tus alumnas no habría ningún problema. Tu alumna están acostumbrados a pensar así (Daniela:254)</p>	<p>“está desamándose el huso mitótico” (Carol:14)</p> <p>“cuando se divide el material y se van a formar dos células nuevas” (Mariel: 16)</p> <p>“yo miré cuando hacen en los planes y programas... Eso lo saque yo de la inscripción del marco curricular”. (Mariá:40)</p> <p>“vamos a probar si efectivamente funciona más entregables lo que es principalmente metabolismo y no pasarlo en una sola clase y en 3 clases ampliar más eso que lo que era que calculara el índice de masa corporal”. (Carol: 81)</p> <p>“Lo que pasa es que esto nos sirve para que ellos entre comillas entiendan que la célula es dinámica, que en su estructura tiene organelos que están en diferentes partes y que están en constante movimiento y que tienen una función determinada, eso es lo que estamos viendo hasta ahora.(Mariel: 91)</p>	<p>la mayoría de los profes no nos basamos 100% en los textos.(Carol:71)</p> <p>Los objetivos, uno pone los objetivos de la clase en algún momento (Carol: 96)</p> <p>“podría ser el video (Carol: 108)</p> <p>“podría ser una experiencia de laboratorio una simulación”. (Mariel: 109)</p> <p>Hay una actividad didáctica que sirve mucho para argumentar, es trabajar con una pregunta determinada que pueda tener como posibles respuestas, que sería como una hipótesis, cierto.(Mariel: 111)</p> <p>“Un modelo” (Mariá: 184)</p>	<p>“la prueba va a ser la misma también” (Carol: 6)</p>

	<p>donde hay movimiento, hay formación en que hay que armar el ADN, hay que armar cromosomas”. (Carol:77)</p> <p>“Se supone que uno igual al alumno le va a ir enseñando, le va a ir sacando cosas”. (Carol:100)</p> <p>“Es que yo nunca lo he hecho, entonces me puedo equivocar”. (Carol:201)</p> <p>“Podríamos pedirle para la próxima clase que traigan información de esa célula que eligieron. Cómo funciona, cómo se reproduce” (Carol: 266)</p>		<p>“yo parto con esta base de la célula, con toda esta estructura para llegar a que allí ocurre el metabolismo, a que ahí se juegan las transformaciones químicas, energéticas, etc. (Mariel: 93)</p> <p>“el metabolismo, que es el mundo de la célula, luego para qué ocurre, para darle vida a la célula”. (Mariel: 140)</p>	<p>“Pero para actividades manuales que yo tenga que armar” (Carol: 2003)</p> <p>“no sé voy a ver por ahí si armo un power, armar un power pequeño donde se vean los transportes y después...(Mariel: 217)</p> <p>“Yo creo que todo depende de a que lleguen. Si tu ves que en la primera pregunta no llegan sabes que no pueden seguir y si la primera preg. Tiene una buena respuesta y te permite seguir a la segunda pregunta uno podría ir alargando dos o tres preguntas” (Mariel:258)</p>	
--	---	--	--	---	--

### 5.4.3.1. ¿QUÉ NOCIÓN DE METABOLISMO DESEAN ENSEÑAR LOS DOCENTES DE BIOLOGÍA PARTICIPANTES DEL TRD?

La noción de metabolismo que desean enseñar los docentes surge principalmente de libros de especialidad como: La célula de Albert y el libro de fisiología de Ganón. Sólo una de las docentes, María, propone enseñar la noción descrita en el marco curricular vigente. Ahora bien, la tabla 5.25 consigna las representaciones docentes desde la componente cognitiva del diseño de enseñanza para la noción de metabolismo.

<i>Decisiones de diseño Metabolismo: Componente Didáctica</i>	
¿Qué concepción de metabolismo enseñar?	<p>Corresponde a todas las reacciones químicas que tienen un organismo, todas las reacciones químicas que suceden en el interior de la célula y un organismo.</p> <p>Transformaciones químicas y energéticas que ocurren el organismo</p> <p>El metabolismo permite la reparación y el reemplazo de estructuras y las funciones celulares.</p> <p>Es aquello que permite que la célula funcione bien.</p> <p>Permite la sobrevivencia, requiere reparación, reemplazo de estructura, mantención del proceso aplicado mediante la cuarta propiedad de la energía.</p>
¿Para qué enseñar esa concepción de metabolismo?	Para que <b>entiendan/comprendan</b> como una célula obtiene energía para su buen funcionamiento.
¿Para qué CPC asociadas a esa concepción de metabolismo?	Para interpretar un contenido científico. Enunciar conceptos y transferir conceptos
<b>¿Cómo enseñar esa concepción de metabolismo para esos aprendizajes, con base en la resolución de problemas?</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Plantear un problema y proponer soluciones.</li> <li>2. Presentar un dibujos esquemático y se explica</li> <li>3. Retroalimentar (resolver el problema del punto 1)</li> <li>4. Aplicación, esto considera: <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Desarrollo de preguntas específicas en el tema.</li> <li>b) Completación de esquemas</li> </ol> </li> </ol>

Tabla 5.25. Representaciones docentes a interrogantes derivadas del diseño de enseñanza de metabolismo durante el TRD07

Según las representaciones docentes y la propuesta de modelos teóricos de García (2005) evidenciamos que la noción de metabolismo que los profesores desean enseñar transita entre un modelo de ser vivo y célula indistintamente. Por lo tanto, independiente de cuál sea el modelo biológico que orienta al profesor cuando enseña metabolismo podemos decir que:

- a) **Si enseña metabolismo desde el modelo de ser vivo debe procurar:**  
Concebirlo como un proceso que ocurre en un sistema complejo que: intercambia materia y energía con el medio y lo modifica; que capta estímulos del medio y responde a ellos y, que se puede reproducir, al hacerlo transfiere información.

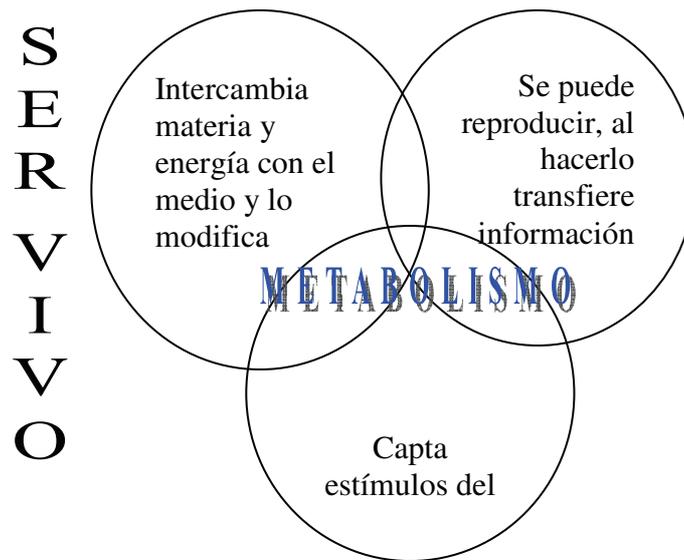


Figura. 5.62. Dimensiones del modelo de ser vivo en las que se debe insertar la noción de metabolismo (Adaptado de García, 2005:3).

- b) **Si enseña metabolismo desde el modelo de célula debe procurar:**  
Concebirlo como un proceso que ocurre en unidades vivas que constituyen el modelo de ser vivo enseñando que existe una diversidad morfológica y fisiológica y que, en pluricelulares comportan una organización particular.

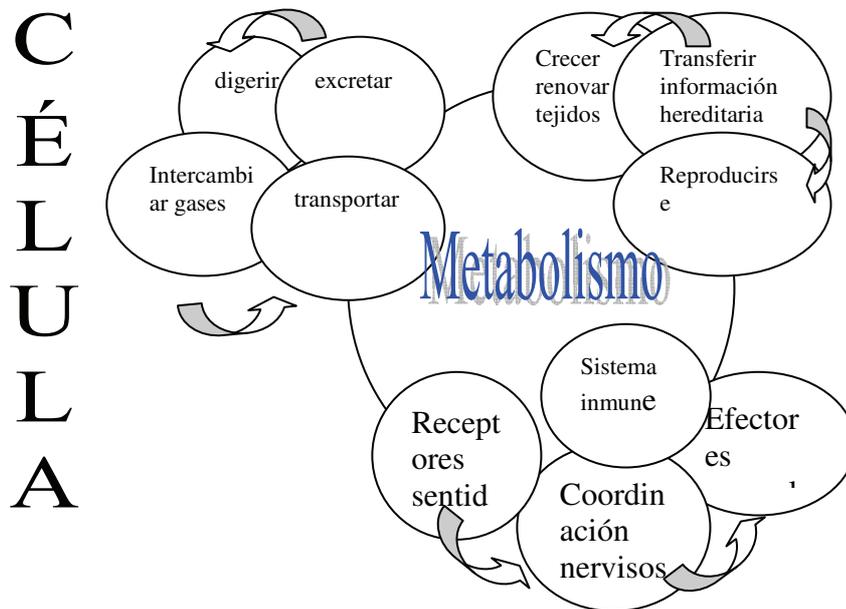


Figura. 5.63. Dimensiones desde el modelo de célula en las que se debe insertar la noción de metabolismo (Adaptado de García, 2005:4).

El sentido de enseñar metabolismo según los docentes tiene un carácter instrumental (ver tabla 5.25); junto con esto, pensamos que no existe una construcción propia y clara de la noción científica que se desea enseñar; además, los docentes no visualizan las exigencias cognitivas que demanda **comprender** o **entender** un hecho para un estudiante. **El aprendizaje es externo al sujeto, dado que, ocurre por transmisión acrítica y neutral, por lo tanto, no se “piensa” en y cómo construir un concepto científico.** A nuestro juicio, el análisis en torno a habilidades cognitivas es superficial y genérico.

#### **5.4.3.2. ¿QUÉ DICEN LOS PROFESORES DE UNA CLASE DE BIOLOGÍA? CATEGORÍAS EMERGENTES DE UN ANÁLISIS DE CLASE DE BIOLOGÍA SOBRE METABOLISMO**

En este apartado deseamos compartir algunas representaciones docentes que surgen del análisis de una clase de biología. Los dominios discursivos analizados corresponden a la sesión 09 del TRD y, son producto del análisis de la observación de clase de dos profesoras participantes del taller de reflexión. Para el análisis con los docentes, se opta por trabajar con los segmentos iniciales, intermedios y finales de la sesión o clase definida por los docentes participantes en la sesión anterior. Con el propósito de orientar la discusión, en la tabla 5.26 se muestra el diseño de la sesión 1 propuesta y aplicada por los docentes durante la fase de implementación. Luego se realiza un análisis de las interacciones dialógicas o dominios discursivos de los docentes con el propósito de identificar categorías emergentes y de esa forma favorecer el análisis. A partir de las textualidades transcritas evidenciamos seis categorías que se resumen en la tabla 5.27.

ORIENTACIONES PARA LAS ACTIVIDADES DEL DOCENTE Y DEL ESTUDIANTE				
Sesión de Clase (SC = 90')	Finalidades didácticas y pedagógicas	Actividades de Aprendizaje como proceso de desarrollo	Recursos materiales	
Sesión 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ (F1) Identificar las representaciones de los estudiantes sobre la organización de la célula.</li> <li>♦ (F2) Orientar y facilitar espacios de "nuevas miradas" a los estudiantes en el contexto de que la célula está en permanente actividad y dinamismo que da cuenta del metabolismo.</li> <li>♦ (F3) Situar a los estudiantes en contexto sobre la actividad celular.</li> <li>♦ (F4) Promover la imaginación en los estudiantes desde la observación de un video</li> </ul>	<p><b>Actividad 1.</b> El profesor comparte el propósito general de la clase. Luego comparte con los estudiantes el MDA de célula. Realiza algunas preguntas que obliguen a los estudiantes identificar las entidades del modelo de célula, con énfasis en la composición del citoplasma como estado coloidal.</p> <p><b>Actividad 2</b> Los estudiantes del curso observan un video de la actividad celular.</p> <p><b>Actividad 3</b> Los estudiantes abordan individualmente 4 preguntas con la siguiente estructura:</p> <p><b>Si tuvieras la posibilidad mágica de viajar al interior de la célula:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Qué célula elegirías? ¿Por qué?</li> <li>2. ¿Cómo te desplazarías en el interior de ella?</li> <li>3. Si te falta energía ¿Cómo y dónde podrías recargar las pilas?</li> <li>4. Si tuvieras que contarle este mágico viaje a un amigo ¿Qué le contarías?</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo analógico de célula intencionado a identificar estructuras celulares y reconocer el estado coloidal del citosol.</li> <li>• Video: La célula. Pretendemos mostrar a los estudiantes una célula siempre activa y que lleva a cabo muchos procesos, "hace siempre muchas cosas".</li> <li>• Preguntas directrices para evaluación de ideas alternativas.</li> </ul>	<p>Dispositivos y estrategias de evaluación</p> <p><b>D1.-Modelo Didáctico Analógico (MDA)</b> previamente elaborado y analizado por el docente y el G.Investigación FONDECYT 1070795</p> <p><b>D.2.- Video: La célula.</b> Identificar el escenario donde ocurre metabolismo. Se congelan imágenes y se problematizan con el propósito de rescatar ideas que dan cuenta de metabolismo</p> <p><b>D.3.- Debate.</b> Los estudiantes abordan las preguntas individualmente y luego comparten sus respuestas</p>

Tabla 5.26. Secuencia de enseñanza para la noción de metabolismo propuesta por los docentes participantes del TRD.

Categoría	Sub categoría	Textualidad
1. Aspectos metodológicos	1a. Recuperación conceptual 1b. Dirección de preguntas  1c. Motivación  1d. Rutina	47. <i>Ella está haciendo una recopilación de lo estudiado</i>  64. <i>Ella va dirigiendo las preguntas.</i>  68... <i>Pero cuando uno comienza, yo pienso que lo que faltaría es una motivación. A partir de una motivación previa y amplia, que ellos fueran cuestionándose... buscar una motivación que los haga e ellos reflexionar y a pensar para poder entrecruzarlo...</i>  99. <i>a través de la función de los organelos, llego a la mitocondria... para que se produzca metabolismo necesitamos dos cosas importantes: oxígeno y nutrientes...</i>  108. <i>lo que pasa que después de que todos los grupos digan como lo hicieron, debemos mostrar algo, como un video, para finalizar el cuento.</i>
2. Propósitos	2a. Recopilación de información 2b. Conocer lo que recuerdan 2c. Abordar desafíos	47. <i>Ella está haciendo una recopilación de lo estudiado</i>  47... <i>para ver lo que recordaron los alumnos de la célula</i>  88. <i>Un desafío para la próxima clase es que ustedes investiguen acerca de esa célula que les interesa. Aquí yo hice con el maní para que ellos se recordaran de energía.</i>
3. Dispositivos de enseñanza	3a. Formulación de preguntas 3b. video	47... <i>¿Qué era la célula? ¿Qué era el citoesqueleto?</i>  80. <i>El video consiguió englobar todo</i>
4. Gestión docente	4a. Orientación a la tarea  4b. Comunica los objetivos en la pizarra  4c. Uso de la pizarra	47... <i>Ella dijo que irían a hablar de metabolismo celular como lo había dicho la clase anterior.</i>  49 ... <i>en todo caso en el colegio los exigen, que se comience la clase con los objetivos, entonces los describe, o sea quedan claritos y la idea es que queden presentes toda la clase, por que de repente algún alumno que mira para otro lado, y mira la pizarra y se enmarca, o sea dice ah... ¡estoy en esto!. De eso se trata la clase...</i>  52... <i>ella va escribiendo en la pizarra lo que los alumnos van recordando</i>
5. Contexto de clase	5a. Curso conversador  5b. Estudiantes	51... <i>curso relativamente conversador, en el sentido que hay bulla constantemente, no hay silencio, no escuchan</i>  57... <i>yo creo también que hay un sistema que ellos conversan mucho entre ellos.</i>  86... <i>ellos estaban bien atraídos por el tema</i>
6. Saber erudito	6a. Conocimiento	80. <i>ellos pudieron visualizar más de lo que nosotras creíamos.</i>
7. Limitaciones – dificultades	7a. Tiempo para abordar el contenido	93... <i>yo soy muy rápida, como que voy demasiado acelerado</i>

Tabla 5.27. Categorías emergentes derivados de los dominios discursivos del análisis de la observación de clase 1 por los profesores participantes del TRD sesión 09.

#### 5.4.3.2.1. REFLEXIONES SOBRE LAS RACIONALIDADES DOCENTES DERIVADAS DEL ANÁLISIS DE LA OBSERVACIÓN DE CLASE.

**Sobre los objetivos planteados en la clase de biología:** son los objetivos explícitos los relevantes, definitivamente no; **lo importante, es lo que se hace en ella**, es decir, el hecho que los objetivos se registren en la pizarra, no es para garantizar aprendizaje, sino más bien una modalidad de orientación a los estudiantes. Desde esta perspectiva, podríamos preguntarnos si los objetivos son para la clase o para orientar a los estudiantes hacia la tarea en discusión. **Qué sentido tendría registrar los objetivos en la pizarra y permanecer fijos en ella si en la “mente” del docente evolucionan cada vez que ajusta la enseñanza a las exigencias de su clase.** Sin embargo, las exigencias administrativas de cada unidad educativa llevan a los docentes a acciones metodológicas pobremente argumentadas que invisibilizan el conocimiento didáctico potencial del que dispone un profesor. En este contexto, compartimos una expresión docente de una sesión de TRD:

*“...en todo caso en el colegio los exigen, que se comience la clase con los objetivos, entonces los describe, o sea quedan claritos y la idea es que queden presentes toda la clase, por que de repente algún alumno que mira para otro lado, y mira la pizarra y se enmarca, o sea dice ah... ¡estoy en esto!. De eso se trata la clase...” (profesora de biología:49).*

Aparentemente existe una noción de **pensamiento estático, que no da cabida a otras formas de pensar y abordar los desafíos propuestos en la clase de biología.** Por otra parte, estamos habituados a que los objetivos se propongan en términos de contenidos, o sea contenido curricular, y uno se pregunta ¿Por qué razón? El pensamiento queda oculto, y puede ser porque no hay objetivos especificados de pensamientos. ¿A qué nos referimos con “objetivos de pensamientos”? a aprender a analizar, proponer esquemas de acción, plantear preguntas desde la discusión de un saber erudito. **Una cosa es aprender qué es metabolismo y lo otro es aprender a analizar respecto del metabolismo,** hacer preguntas vinculadas con el metabolismo, describir modos de operar para identificar,

caracterizar si una célula, organismo o sistema natural presenta metabolismo: Creo que en ese minuto hablamos de **objetivos de pensamiento**. Estas ideas quedan representadas en la siguiente textualidad:

*“Ella está haciendo una recopilación de lo estudiado, para ver lo que recordaban los alumnos de célula. ¿Qué era la célula? ¿Qué era el citoesqueleto? Eso es lo que ella en ese momento está haciendo, ella dijo que irían hablar de metabolismo celular como lo había dicho en la clase anterior, pero para hablar de metabolismo necesitaba recordar o que ellos recordaran sobre la célula”*  
(profesora de biología:47).

**Sobre algunos aspectos metodológicos:** Cada vez que un profesor dirige las preguntas, son primero las preguntas que el docente cree, son las pertinentes para eso; ahora bien, un estudiante puede pensar que son otras las preguntas que deban ser echas ahí. Creemos que son inquietudes que debemos discutir. Estamos de acuerdo que los estudiantes necesitan mucha ayuda, elaboran, pero elaboran con muchas preguntas, y es de ahí a lo mejor de donde surge en concebir que el pensamiento lo vamos andamiando, entonces una **buena secuencia de buenas preguntas**, podría significar un momento de exploración general en la cual los propios estudiantes comunicaran inquietudes, controversias, dilemas. Esto nos lleva a plantear que en lugar de ir haciendo las preguntas específicas podría plantearse situaciones amplias y, entonces los propios estudiantes pudieran ir actualizando y “andamiando” a través de sus propias preguntas su aprendizaje. De esa manera, ellos mismos pudieran ir aprendiendo a elaborar las preguntas y que no se habituaran a que el profesor(a) les fuera mostrando el camino, a lo mejor en el inicio es necesario, pero en algún momento hay que dejar que ellos mismos generen sus propias preguntas, en este marco, **elaboren problemas propios. Debemos estar concientes de que existe una lógica de pensamiento y que los objetivos que plantea el profesor debe tener un componente de cómo se les enseña a pensar.**

Principalmente los profesores realizan un análisis desde el contenido disciplinar, no consideran para nada el desarrollo del pensamiento en su análisis. Por esto, creemos

interesante preguntarnos: **¿Después de un periodo de discusión en la sala de clase, el estudiante se va solamente con el conocimiento de un contenido disciplinar particular o con los conocimientos del pensamiento?** Es necesario convocar a los docentes a la reflexión sobre qué es lo que aprenden los estudiantes en sus clases de biología. Si deseamos enseñar a pensar usando como estrategia el contenido **debemos planificar tomando en cuenta que la trama de contenido está tejida sobre la trama del pensamiento**, de lo contrario será muy difícil cumplir este propósito.

*“Un desafío para la próxima clase es que ustedes investiguen acerca de esa célula que les interesa. Aquí yo hice con el maní para que ellos se recordaran de energía”. (Profesora de biología: 88).*

*...a través de la función de los organelos, llego a la mitocondria... para que se produzca metabolismo necesitamos dos cosas importantes: oxígeno y nutriente”. (Profesora de biología: 99).*

#### **5.4.3.3. ¿QUÉ DICEN Y HACEN LOS PROFESORES DE BIOLOGÍA EN LA SALA DE CLASES?**

Con el propósito de identificar las racionalidades docentes emergentes en las diversas acciones pedagógicas se transcriben los dominios discursivos de las profesoras María y Carol de tres clases. Las categorías emergentes que se han identificado utilizando la técnica del análisis de contenido semántico por vocablo y el programa de Atlas-ti, son las siguientes:

<b>Códigos</b>	<b>Significado</b>
CBE	Contenido Biológico explícito
CBE- Alumnos	Contenido Biológico explícito alumnos
CBI	Contenido Biológico Implícito
CBI- Alumnos	Contenido Biológico Implícito alumnos
METODO	Metodología, recursos
CPC	Pensamiento, competencias de pensamiento
GESTIÓN	Gestión, actividades
PREG	Preguntas docentes
OTRAS	Otras (actitud, emoción, valores)

La categorización de las textualidades se realizó con el programa Atlas-ti a partir del cual se cuantificaron los dominios discursivos que se muestran en la figura 5.64

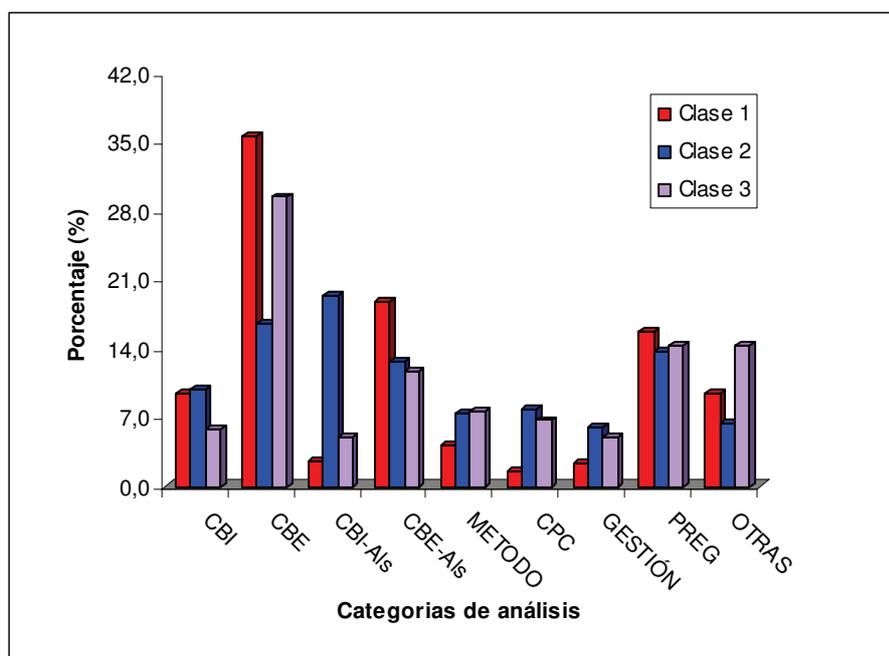


Figura 5.64. Dominios discursivos promedios para tres clases vinculadas con metabolismo de la profesora María y Carol

Podemos evidenciar que las profesoras centran su discurso en el contenido disciplinar propia de una epistemología tradicional caracterizada por un modelo de enseñanza dogmático que concibe el aprendizaje por apropiación o adquisición de significados. Los dominios discursivos vinculados con el desarrollo de CPC son escasos y sólo se acentúan en las dos últimas sesiones Creemos que la tendencia a privilegiar la enseñanza del contenido disciplinar por sobre enseñar a pensar con la teoría en discusión responde a pensar que:

- a. El *aprendizaje de una noción científica* es cerrada –hay un comienzo y debe haber un final- .
- b. La *idea persistente de María* es asumir que el aprendizaje científico es aprender los modelos que se corresponden con los modelos científicos aceptados, dado que, las

unidades educativas se rigen estrictamente por el marco curricular, que quizás, atiende a propuestas vinculadas con el desarrollo de CPC pero la interpretación que se ha dado de ellos lleva a insistir en enseñar el contenido disciplinar.

- c. Si el *aprendizaje para el desarrollo del pensamiento*, como por ejemplo, tener la **capacidad de que un hecho se convierta en modelo para el estudiante**, obliga orientar, conducir, problematizar, pensar en cómo enseñar a pensar a los estudiantes. Estos propósitos no aparecen claramente representados en el discurso de la docente, fundamentalmente porque:
- i. No existe claridad en el *conocimiento profesional*, específicamente el conocimiento didáctico del contenido biológico, que limita las potencialidades profesionales de diseñar una “buena clase de biología”.
  - ii. Las *finalidades de la enseñanza de la biología*, están en un marco instrumental y propedéutico; aspecto que los estudiantes comparten y que se refleja en el alto porcentaje de dominios discursivos estudiantiles vinculados con el CBE y CBI.
  - iii. Las *rutinas y guiones son para el profesor* un conocimiento tácito que permite al profesor disponer de modos de acción repetitivos para enfrentar cada clase.

Ahora bien, un aspecto interesante de considerar es lo relativo al desarrollo de CPC, en este marco de discusión, podemos apreciar una racionalidad difusa, muy apegada a la instrucción de CPC, más que, a un proceso de desarrollo que debe realizar el estudiante; entendiéndolo como un proceso complejo que demanda reconocer, por parte del profesor, niveles de comprensión conceptual, procedimental y contextual propios en y durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de la biología.

Otro aspecto a considerar es la **formulación de preguntas mediadoras** para la construcción de significados, como para, el desarrollo de ciertas CPC o ámbitos de una CPC, entendiéndolo esta última como un sistema altamente complejo. Las preguntas mediadoras, frecuentemente, se instalan en planos instrumentales – operativos descritos por Labarrere y Quintanilla (2002) caracterizadas por demanda poco clara, falta de indicios que

puedan orientar las posibilidades de respuesta en los estudiantes, en ocasiones, muchas de ellas son de respuestas sugerida y carente de contextos ricos que permitan orientar la tarea de respuestas. Aspecto importante de considerar para la formación de un sujeto competente.

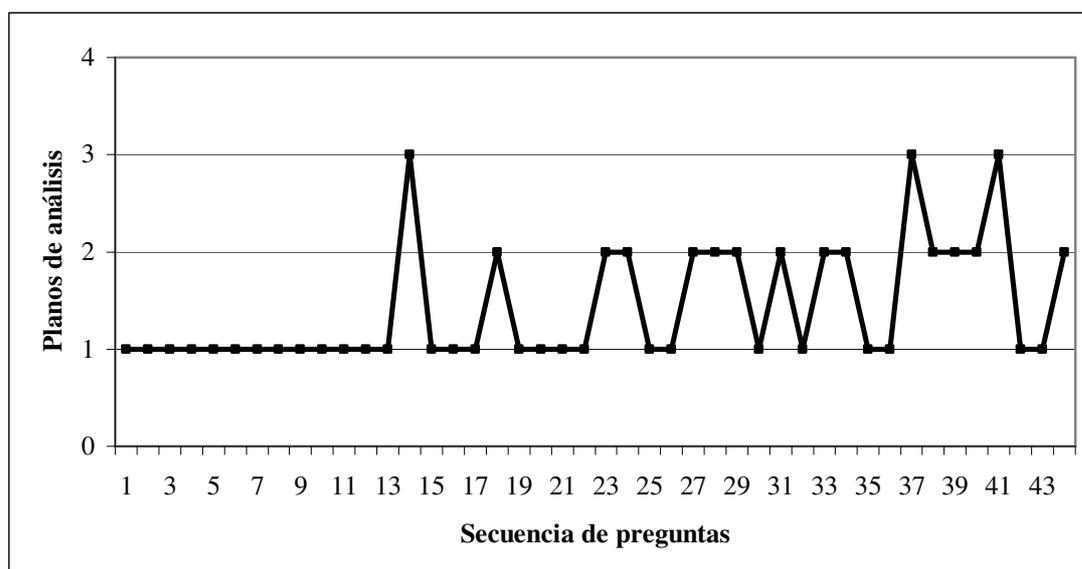


Figura 5.65. Secuencia de preguntas según los planos de análisis propuestas por la profesora MB durante la primera clase de Metabolismo. El valor 1, 2 y 3 representan los planos instrumental, personal y social, respectivamente.

La figura 5.65 muestra la secuencia de preguntas propuesta por una profesora de biología (María) en la clase 1 diseñada para la enseñanza del metabolismo (anexo V); en la figura, podemos evidenciar el marcado carácter operativo de las preguntas carente de una secuencia que favorezca el desarrollo del pensamiento. **Creemos que los estudiantes en un comienzo necesitan mucha ayuda y, que sus elaboraciones son acompañadas de muchas preguntas, esto nos lleva a plantear que el pensamiento lo vamos andamiando a través de preguntas, inicialmente, con un carácter exploratorio que al mismo tiempo abren “camino” de participación de intervención para que los estudiantes vayan actualizando sus construcciones a través de sus preguntas.**

Un análisis genérico sobre los aspectos metodológicos y recursos, permiten evidenciar su carácter instruccional -disciplinar. Se aprecia en el discurso docente falta de orientación a la tarea, en la que los métodos son más bien operativos, es decir, *debe el curso trabajar en*

*orden, en sus puestos, con sus materiales.* La metodología de trabajo no es entendida para el desarrollo CPC, a pesar que las sesiones de discusión del TRD estuvieron enmarcadas en ese ámbito. Esto nos lleva a pensar que el tránsito hacia una actividad científica escolar auténtica se ve limitada por factores tales como la complejidad del profesor que integra los componentes del conocimiento escolar en una subjetividad compleja como también por el estatus epistemológico que aparentemente es difuso, fragmentado y en ocasiones con una manifiesta coexistencia teórica; la fuerte influencia de los saberes docentes basados en la experiencia, el campo cultural institucional de las teorías implícitas y la historia de vida del docente respecto a rutinas y guiones didácticos son obstáculos para promover cambios didácticos en el profesor.

## 5.5. TRIANGULACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Con el propósito de fundamentar el conocimiento obtenido (Flick, 2004) realizamos una **triangulación de datos** (Denzin, 1989 citado en Flick, 2004) con la información recogida por el cuestionario, taller de reflexión docente y las observaciones de clase.

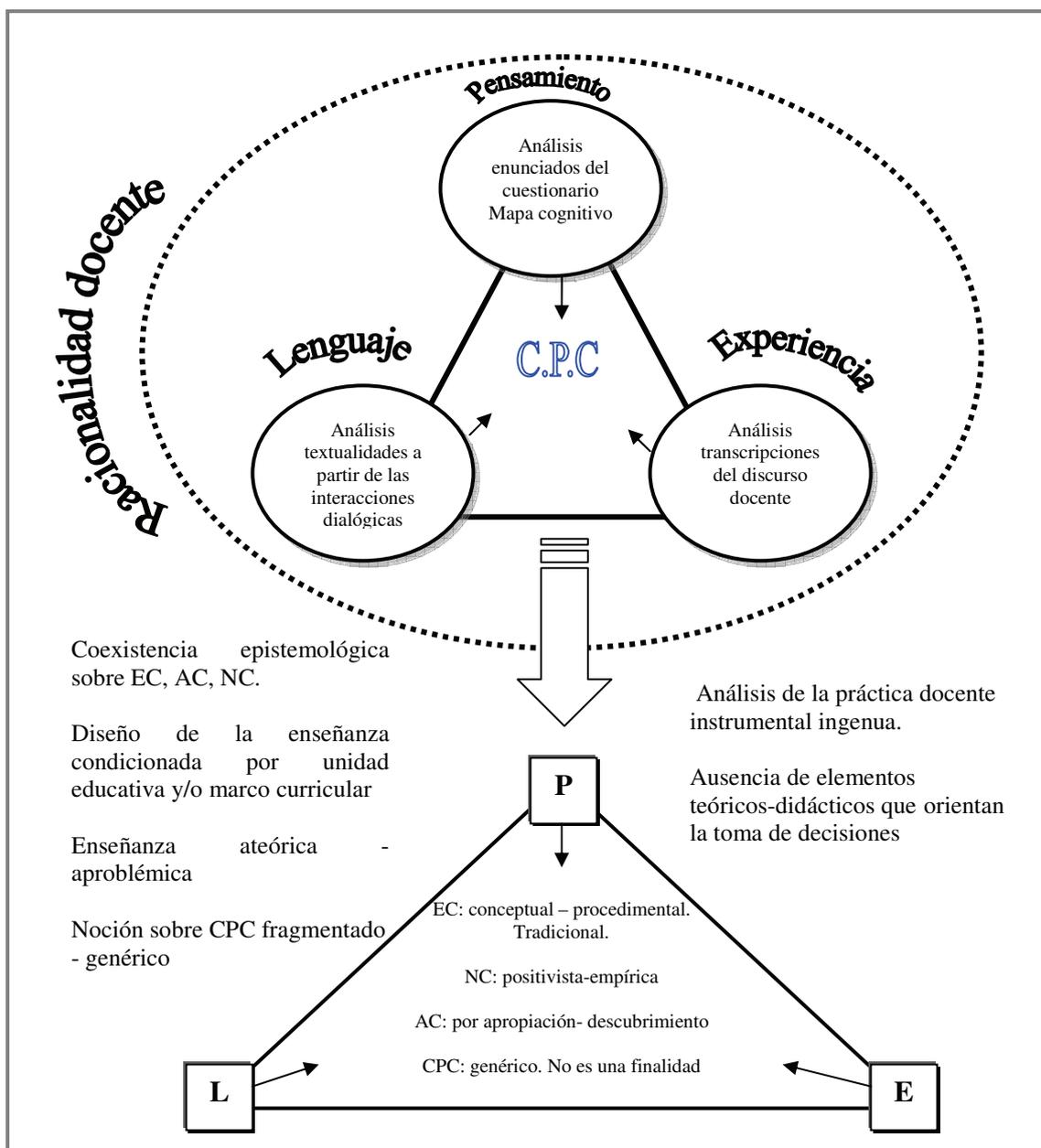


Figura 5.66. Esquema de triangulación de información.

# CONCLUSIONES E IMPLICANCIAS DIDÁCTICAS

## Capítulo 6

<b>6.1. Conclusiones generales e implicancias didácticas</b> .....	312
<b>6.1.1. Sobre la dimensión Naturaleza de la Ciencia</b> .....	312
6.1.1.1. ¿Qué noción de Naturaleza de la Ciencia comparten el profesorado de biología.....	312
6.1.1.2. ¿Qué noción de Naturaleza de la Ciencia comparten el profesorado de biología en la sala de clases? .....	313
6.1.1.3. Implicancias didácticas derivadas de la racionalidad sobre Naturaleza de la Ciencia .....	315
<b>6.1.2. Sobre la dimensión Enseñanza de la Ciencia</b> .....	316
6.1.1.1. ¿Qué noción sobre Enseñanza de la Ciencia comparten el profesorado de biología.....	316
6.1.1.2. ¿Qué noción sobre Enseñanza de la Ciencia comparten el profesorado de biología en la sala de clases? .....	318
6.1.1.3. Implicancias didácticas derivadas de la racionalidad sobre Enseñanza de la Ciencia .....	321
<b>6.1.3. Sobre la dimensión Aprendizaje de la Ciencia</b> .....	322
6.1.3.1. ¿Qué noción sobre Aprendizaje de la Ciencia comparten el profesorado de biología.....	322
6.1.3.2. ¿Qué noción sobre Aprendizaje de la Ciencia comparten el profesorado de biología en la sala de clases? .....	324
6.1.3.3. Implicancias didácticas derivadas de la racionalidad sobre Aprendizaje de la Ciencia .....	324
<b>6.1.4. Sobre la dimensión Competencias de Pensamiento Científico</b> ..	325
6.1.1.1. ¿Qué noción sobre Competencia de Pensamiento Científico comparten el profesorado de biología.....	325
6.1.1.2. ¿Qué noción sobre Competencia de Pensamiento Científico comparten el profesorado de biología en la sala de clases? ...	326
6.1.1.3. Implicancias didácticas derivadas de la racionalidad sobre Competencia de Pensamiento Científico .....	327
<b>6.2 Conclusiones sobre algunos aspectos metodológicos</b> .....	328

## **6.1 CONCLUSIONES GENERALES E IMPLICANCIAS DIDÁCTICAS**

Las conclusiones que destacamos a continuación están delimitadas según la estructura de análisis realizado anteriormente; aunque se presentan de manera independiente por razones metodológicas, es conveniente aclarar que están interrelacionadas.

### **6.1.1. SOBRE LA DIMENSIÓN NATURALIDAD DE LA CIENCIA**

#### **6.1.1.1. ¿QUÉ NOCIÓN DE NATURALIDAD COMPARTEN EL PROFESORADO DE BIOLOGÍA?**

Compartimos la noción de naturalidad de la ciencia como un *conjunto de contenidos metacientíficos con valor para la educación científica* (Adúriz-Bravo, 2001;2005) que convoca al profesorado a una reflexión racional y razonable (Izquierdo y Aliberas, 2004) con valor histórico producto de creaciones humanas intelectivas (Adúriz-Bravo, 2007) que permita vincular los contenidos y formas de saber de las ciencias con el conocimiento de sentido común (Adúriz-Bravos, Ibid). Sin embargo, estas finalidades están invisibilizadas o quizás opacadas en la “mente” del profesorado por las concepciones sobre naturalidad de la ciencia que aún persisten; concepción de ciencia perteneciente a la visión epistemológica positivista (Flores, et als, 2007; Quintanilla, 2003; Porlán, 1989) o empírica-positivista (Rodríguez, et als., 2005; Contreras, 2009). A pesar de ser ampliamente criticada sigue siendo una concepción ampliamente extendida entre el profesorado de ciencia (Fernández, 2000 citado en Fernández et als., 2002).

El análisis de la imagen de ciencia en el profesorado son persistentes, en la que se entiende que la ciencia es un conjunto de conocimiento legitimado, verdadero, confiable y definitivo; en la que el conocimiento científico que se contruye, por los científicos, es neutral. Esto último un factor que limita la enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia (NC) (Acevedo, 2009; Eick, 2000 y Quintanilla, 2008).

La imagen absolutista sobre Naturaleza de la Ciencia del profesorado de biología que emerge del análisis del cuestionario tipo Likert se enmarca en las ideas persistentes de los profesores de biología que participan del Taller de Reflexión Docente; emerge del análisis de textualidades atributos de NC tendientes a una visión absolutista en la que la ciencia es *rigurosa, tienen carácter experimental, su construcción está mediada por un método científico tradicional y, su construcción no se vincula con los aspectos socio – culturales*, es decir, emerge una imagen de ciencia dogmática, críptica y elitista **carente de finalidad cultural e histórica**. Estos antecedentes nos llevan a plantear que las racionalidades docentes sobre NC son complejas y difíciles de cambiar o hacer evolucionar; lo que nos lleva a plantear la necesidad de incorporar programas de intervención pedagógicos metacientíficos sobre NC que favorezcan la comprensión de los ejes de la NC propuesta por Adúriz-Bravo (2005) que son:

- a) Eje epistemológico: ¿Qué es la ciencia? y ¿Cómo se elabora?
- b) Eje histórico: ¿Cómo cambia la ciencia en el tiempo?
- c) Eje sociológico: ¿Cómo se relaciona la ciencia con la sociedad y la cultura?

#### **6.1.1.2. ¿QUÉ NOCIÓN DE NATURALEZA COMPARTEN EL PROFESORADO DE BIOLOGÍA EN LA SALA DE CLASES?**

Como ya lo hemos discutido, la racionalidad sobre NC es de carácter absolutista, aspecto no muy distinto del que se aprecia en la sala de clases, especialmente cuando analizamos algunos dispositivos de enseñanza o mediadoras del proceso de aprendizaje de los estudiantes, como son las preguntas. Independiente de la calidad de la pregunta –por ahora-

que formula el profesor, estas atienden principalmente al contenido disciplinar con una visión instrumental y que escapan a las finalidades históricas y culturales de la NC.

A modo de ejemplo, compartimos la siguiente transcripción de una serie de preguntas formuladas por la docente María en la clase 1 sobre metabolismo. La sesión estuvo orientada inicialmente; a partir de la discusión de un modelo didáctico analógico (Adúriz-Bravo y Galagovski, 2005) de célula; a partir de ello se formulan preguntas (P) que se indican a continuación:

- P11. *¿Cuál sería la membrana plasmática?*
- P12. *¿Qué otra cosa distinguen?*
- P13. *¿Qué representa el maní?*
- P15. *¿Para qué servía la mitocondrias?*
- P16. *¿Cuál es su función?*
- P 17. *Si la célula tiene centriolos ¿Qué tipo de célula es?*
- P18. *¿Para qué nos entrega energía?*
- P19. *¿Cuál es la función de los ribosomas?*
- P20. *¿Qué hacemos con los ribosomas? ¿Qué función cumplen?*
- P21. *¿De qué están formados los huesos?*
- P22. *¿Cómo se llaman las células nerviosa?. Esas que se destruyen con las drogas*

Las preguntas responden a un modelo de enseñanza por transmisión; pobremente o definitivamente aproblémico que difícilmente puede conducir al desarrollo de competencias de pensamiento científico como a una actividad científica escolar que lo promueva. Creemos que la formulación de buenas preguntas es un desafío en nuestro país y que no ha sido abordado con atención, esto a raíz de la carencia de investigaciones al respecto en Chile. Márquez et als. (2004) sostienen que:

*“Está ampliamente reconocido el papel que tienen las preguntas en la construcción del conocimiento. Sin embargo, en general, se obvia su importancia en las aulas” (Márquez et als., 2004).*

### 6.1.1.3. IMPLICANCIAS DIDÁCTICAS DERIVADAS DE LA RACIONALIDAD SOBRE NATURALEZA DE LA CIENCIA (NC)

El profesorado no reconoce los atributos y finalidades de la NC, lo que trae como consecuencia una enseñanza de la ciencia dogmática orientada hacia niveles de comprensión conceptual y procedimental que privilegian el aprendizaje del contenido disciplinar por transmisión, que impide tomar decisiones para implementar nuevas formas de enseñar para una reconstrucción racional y razonable (Izquierdo y Aliberas, 2004) de la biología escolar que considera reorientación de los objetivos de enseñanza, es decir, es imperante transitar de objetivos de contenido disciplinar hacia objetivos de pensamiento. Al respecto, es interesante e importante, **saber analizar situaciones derivadas de procesos biológicas, más que saber de los procesos biológicas *per se*.**

Cuando el profesorado comprenda la complejidad de la construcción del conocimiento, y de la importancia de potenciar su conocimiento profesional de y sobre ciencia; podremos evidenciar cambios sustantivos en la enseñanza de la biología, ya que, los cambios dependen de lo que piensa y hacen los profesores (Mellado, 2003). Por otra parte, no podemos olvidarnos que este conocimiento profesional y, especialmente el conocimiento didáctico del contenido biológico, está configurado por un sistema de ideas que dificultan la intervención para promover los cambios; desde este punto de vista, es necesario plantear y repensar las metodologías de intervención en la formación continua y del currículum de formación inicial; creemos que estos aspectos han sido descuidados en nuestro país, dado que, muchos de los que diseñan, planifican y ejecutan en Chile son profesionales que presentan el mismo perfil epistemológico.

## 6.1.2. SOBRE LA DIMENSIÓN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS (EC)

### 6.1.2.1. ¿QUÉ NOCIÓN SOBRE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS COMPARTE EL PROFESORADO DE BIOLOGÍA?

La enseñanza de la biología (EB) debe permitir a los jóvenes interpretar y reconstruir el mundo que les ha tocado vivir, para ello, la EB debe reorientar sus propósitos y responder a las necesidades de los jóvenes que viven y deberán enfrentar el siglo XXI; lo anterior nos obliga a transitar hacia diversos espacios de aprendizaje para que puedan configurarse las características individuales de nuestros jóvenes, y a la vez, brindar posibilidades de acceso a los saberes que nuestra cultura ha configurado en el tiempo (Izquierdo, 2007). La misma autora sostiene que, debemos enseñar una ciencia –biología– que cambia y evoluciona según las intuiciones y valores de las personas que la construyen de tal manera que los estudiantes puedan integrarla a sus propias vidas; para ello, es necesario trasladar nuestras finalidades de enseñanza desde los contenidos hacia y para el desarrollo de competencias de pensamiento científico. Desde esta perspectiva, los jóvenes deberán ser capaces de **convertir en modelos científicos escolares** un hecho o situación del mundo real, para lo cual, la enseñanza deberá estar diseñada para la promoción de Competencias de Pensamiento Científicos (CPC). Sin embargo, podemos concluir que la EC que comparte el profesorado de biología atiende a una visión tradicional-dogmática que dificulta ese tránsito. En un intento de identificar la visión epistemológica del profesorado y considerando los enunciados propuestos en el cuestionario (unidades de análisis) es que reconstruimos el “pensamiento del profesor” sobre la enseñanza de la biología quienes sostienen plantea que:

*La enseñanza de la ciencia debe considerar las actividades experimentales ya que, permiten justificar los modelos teóricos; al mismo tiempo estos modelos teóricos si son incorrectos, la EC permite reemplazarlos por modelos científicamente aceptados; El fundamento de la EC en la escuela es que los estudiantes descubran los conceptos científicos.*

Lo anterior nos lleva a concluir que los profesores llegan con sus propias concepciones y creencias sobre la enseñanza de la biología, en un marco de restricciones. Los resultados nos llevan pensar que la EC tiene una imagen tradicional, tecnicista, dogmática y positivista con poco énfasis a las dimensiones sociales, valóricas, culturales y creativas de la ciencia. Podemos afirmar que un obstáculo hacia una actividad científica escolar auténtica, es el valor asignado a las actividades experimentales, al trabajo de laboratorio; estas actividades, para el profesorado, tienen rol: Motivador, verificador, cargado de procedimientos, aspecto importante y relevante para aprender. Este obstáculo se hace persistente cuando los profesores asumen la complejidad del contenido científico que se debe enseñar; **existe dificultad para explicar**, por lo tanto, el profesor busca instancias de enseñanza, que aproximen a los jóvenes al conocimiento científico como cotidiano. Sin embargo, esta situación se hace más persistente por la formación del profesor; quien no reflexiona sobre su práctica y, que atiende fuertemente a las rutinas y guiones, experiencias como a sus teorías implícitas para abordar la enseñanza.

En la configuración de un nuevo marco educativo global, habría que dar un paso adelante en la perspectiva de superar la dependencia de la formación, la enseñanza y el aprendizaje respecto de los hábitos y modelos ‘clásicamente académicos’. La actividad que el estudiante desarrolla lo hace consciente de sus errores y estos se transforman en un vínculo para acceder y re-construir un conocimiento científico de mayor complejidad, evitando que en un primer momento, lo que parece comprendido e integrado, sea olvidado, dejando resurgir las representaciones que se creían superadas. A menudo, es difícil para el profesor profundizar en las ideas que tienen los alumnos además, habitualmente se dedica poco tiempo a interpretar el significado que tiene para él o para ella una afirmación inesperada que surge en un intercambio de ideas, por eso se recomienda recurrir a los instrumentos que se han diseñado desde la investigación en didáctica de las ciencias y desarrollar competencias y habilidades para la interacción social y asegurar así la regulación de los aprendizajes en un marco estratégico-evaluativo más amplio y significativo para el

estudiante que aprende biología (Quintanilla et als., 2009). A pesar de todas las dificultades identificadas, se hace imperativa la proposición de acciones educativas que permitan la evolución teórica de los profesores, la práctica escolar y la enseñanza de los conceptos científicos. El desarrollo de CPC permitirá que no solamente el profesor le de otro sentido a la práctica científica, sino que también a sus aprendices. Así, **la transmisión de contenidos no puede ser el centro de la actividad científica escolar, debe ser una actividad dinámica donde los aprendices construyen teorías propias para interpretar y explicar el mundo en que viven.** Esta mirada asume el conocimiento científico desde una visión racional instrumental, relativa y naturalista (Giere, 1992), donde el sujeto construye y reconstruye sus conocimientos de acuerdo a sus capacidades, contexto social, sus interacciones y las dudas a las cuales tiene interés en esclarecer.

#### **6.1.2.2. ¿QUÉ NOCIÓN SOBRE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS COMPARTE EL PROFESORADO DE BIOLOGÍA EN LA SALA DE CLASES?**

Algunos autores (Moreno y Azcarate, 2005; Friedrichsen y Dana, 2005; Van Driel et al., 2005 citados en Contreras, 2009) afirman que el profesorado piensa en diversos contenidos y su discusión está centrado siempre en la terminología científica y en la comprensión sólida de los conceptos científicos; este aspecto se evidencia en los casos que fueron observados y analizados, en la que en promedio el 35% de los dominios discursivos está referido a un concepto biológico explícito y un 7% a un contenido biológico implícito. Los estudiantes manifiestan una tendencia similar, con dominios discursivos preferentemente situados desde el contenido biológico o implícito o explícito (promedio de 20%). No se aprecia una enseñanza de la biología que favorezca el desarrollo de competencias de pensamiento científico entendido como un sistema integrado y dinámico de habilidades y destrezas relacionadas con:

- a) Disponer de protocolos o **modos de acción** para abordar una tarea<sup>38</sup> (aspecto vinculado con el método)
- b) Mecanismos de **planificación** y **verificación** de una tarea (aspecto vinculado con evaluación).
- c) Capacidad de **representar** y **representarse** el conocimiento científico escolar desde la problematización, comunicación y toma de decisiones debidamente argumentadas (aspecto vinculado con las finalidades de la enseñanza de la biología).

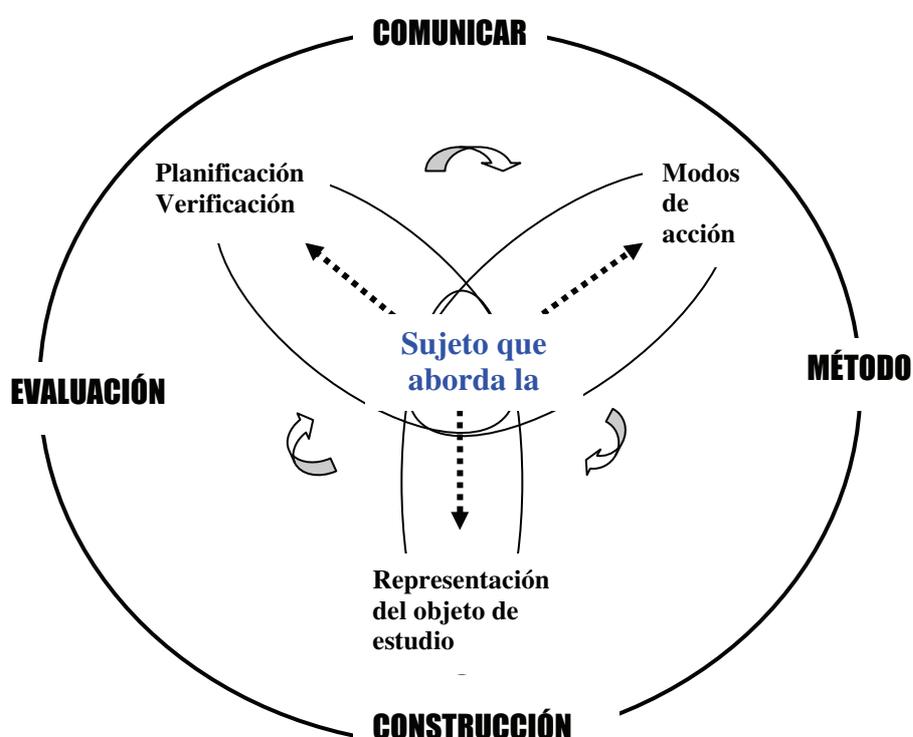


Figura 6.1. Ámbitos de una competencia de pensamiento científico implícito en el abordaje de una tarea en el marco de una actividad científica escolar

Estas aportaciones de alguna manera se vinculan con la formación del profesorado, dado que, un profesor **aprende a enseñar** orientando, ejecutando y regulando la acción

<sup>38</sup> Hemos usado la noción de tarea para referirnos a cualquier instancia curricular diseñada desde un marco de actividad científica escolar que favorezca espacios de construcción personal o social

(Angulo, 2002). Cuando un profesor una actividad –acción- también está planificando las condiciones para que tenga lugar la actividad (Beltrán y González, 1997 citado en Angulo, 2002).

Podemos concluir que la enseñanza de la biología es:

- a) Aproblémica
- b) Se orienta desde la propuesta ministerial y los propósitos ponen énfasis en el enciclopedismo, lo que autores han denominado comprensión sólida de los conceptos científicos (Contreras, 2009).
- c) Comparte un modelo de enseñanza tradicional – tecnicista con una teoría de aprendizaje por apropiación o asimilación de conceptos (Porlán y Martín del Pozo, 2004)
- d) El contenido disciplinar propuesto es simplificado o adaptado desde un método de transmisión verbal preferentemente o de secuencia de actividades cerradas.

Con el propósito de graficar las conclusiones propuestas, presentamos a continuación la transcripción de un episodio de clase en qué los estudiantes comparten con la profesora una producción escolar, un papelografo. Se destacan algunos dominios discursivos que justifican nuestras conclusiones.

16. A1. //lee papelografo// *¿Qué entiendes por metabolismo?* Sin el metabolismo la célula moriría.

17. Prof. Levante y muestre el papelografo... *es muy interesante lo que plantearon.*

18. A1. // vuelve a repetir// Sin el metabolismo la célula moriría, el conjunto de reacciones químicas que ocurre dentro de la célula, el metabolismo transforma las proteínas de los alimentos y el metabolismo nos ayuda al buen funcionamiento del cuerpo

19. Prof. //solicita a otro grupo que exponga//

20. A2. *Por lo que aprendimos, el metabolismo son todas las reacciones que ocurren dentro de una célula,* como por ejemplo, la célula convierte la

glucosa en energía produciendo las demás reacciones químicas dentro de la célula, permite la respiración celular.

21. Prof. //Solicita a otro grupo su respuesta//

22. A3. El metabolismo, según lo que hemos visto, son las reacciones físicas y químicas. En el caso de la ruptura celular es física porque se rompen los fosfolípidos y se produce una reacción en cadena que rompe la proteína y esto conlleva a la destrucción total de la membrana, y es químico porque la glucosa la célula la convierte en energía y el oxígeno es el elemento primordial para ello, los lípidos muy proteínas como parte del citoesqueleto.

23. Prof. Ya... Tome asiento

24. A4. El metabolismo es el conjunto de procesos físicos y químicos que ocurren dentro de una de la célula y que sirve para que la célula se reproduzca, crezca y se desarrolle y, mantener su estructura y regenere estímulos. El metabolismo se divide en dos procesos: el catabolismo y el anabolismo. Las reacciones catabólicas liberan energía y las anabólicas utilizan esta energía para descomponer enlaces químicos y reconstruir.

25. Prof. Bastante completa la definición. Ya se han visto bastantes definiciones. Dentro de la reparación que han hecho de la membrana ¿Cuál sería catabolismo?

26. Als. //el grupo no responde y algunos alumnos gritan// ¡Hasta ahí llegaron!

27. Prof. //Solicita a otro grupo que pase adelante// Explique la pregunta que acabo de hacer.

Lo anterior nos lleva a compartir lo propuesto por Fernández y Elortegui (1996) quienes afirman que:

*“Cualquier práctica que realice un individuo en su vida responde siempre a una teoría”* (Fernández y Elortigue, 1996:332).

### 6.1.2.3. IMPLICANCIAS DIDÁCTICAS DERIVADAS DE LA RACIONALIDAD SOBRE ENSEÑANZA DE LA CIENCIA –BIOLOGÍA-

La enseñanza de la biología para el profesorado debe:

*Dejar que los estudiantes descubran los conceptos científicos; para permitir reemplazar modelos incorrectos por modelos científicos aceptados y que son justificados por las actividades experimentales (ACP: Factor 1).*

Abiertamente el profesorado declara una visión racionalista, empirista y positivista sobre la enseñanza de la biología, en la que su interés no está centrado en **cómo se construye el conocimiento sino en justificarlo**. Ahora bien, el estudio interpretativo con estudio de caso que hemos desarrollado a partir de los mapas cognitivos, reafirman la idea de **justificar el conocimiento** desde la visión tecnicista de la enseñanza; como también, revela contradicciones teóricas sobre **el modo de justificarlo y su componente ideológico**.

Creemos que la enseñanza de la biología no es fundamentada; no considera un análisis del contenido ha enseñar y de las dificultades de su aprendizaje. Estas restricciones u omisiones puede ser explicada por la escasa implicación del profesorado en procesos de reflexión sobre el conocimiento científico (Sánchez y Valcárcel, M, 2000) y el conocimiento didáctico del contenido biológico. Esto nos lleva a compartir lo planteado por Martínez et als., (2001) quienes plantean la necesidad de incorporar problemas relativos al **diseño** que permitan **avanzar hacia un profesor autónomo, reflexivo, crítico e investigador con el propósito de facilitar el aprendizaje de la ciencia escolar** y revelador de los procesos de enseñanza – aprendizaje - evaluación que suceden en la sala de clases.

### 6.1.3. SOBRE LA DIMENSIÓN APRENDIZAJE DE LA CIENCIA (AC)

#### 6.1.3.1. ¿QUÉ NOCIÓN SOBRE APRENDIZAJE DE LA CIENCIA COMPARTE EL PROFESORADO DE BIOLOGÍA?

El aprendizaje de la ciencia en general y de la biología en particular, es una construcción personal y/o social; producto de una deconstrucción permanente y continua de los modelos teóricos que configuran el sistema de ideas de un estudiante. Estas deconstrucciones son consecuencia de un proceso de enseñanza intencionado en un contexto científico educativo y cultural dado, que promueve la problematización, interrogación, reflexión, creatividad, modos de actuación y comunicación; sin descuidar la diversidad y heterogeneidad de los sujetos que aprenden (Quintanilla, 2006).

*“Los estudiantes han de aprender una ciencia con sentido para sí mismos y para comprender el complejo y cambiante mundo de las relaciones humanas en las que se desenvuelven a diario como ciudadanos activos, actores y autores protagónicos y responsables de las transformaciones sociales, además aprender los principales conceptos del currículo específico normativamente definido por la escuela”*(Quintanilla, 2006:7).

Lo planteado por Quintanilla obliga al profesorado tener la capacidad de organizar los espacios de enseñanza con una finalidad educativa, mediante un proceso complejo de transposición didáctica (Izquierdo, 2005).

*“No se trata de continuar con aquello que “la letra con sangre entra” ni pensar que la didáctica de las ciencias puede ofrecer recursos para “tragarse” cualquier cosa”* (Izquierdo, 2005:112).

Desde esta perspectiva, podemos evidenciar que el profesorado manifiesta cierta coexistencia teórica sobre el aprendizaje de la biología. Un estudiante aprende cuando es capaz de *sustituir ideas previas por las validamente aceptadas* (aprendizaje por sustitución), visión tradicional absolutista; no obstante, reconoce que el proceso de

enseñanza y aprendizaje genera “**cambios**” producto de las relaciones que hacen o intentan hacer entre lo “cotidiano y científico” y de las instancias de evaluación en las que participan como de los propósitos establecidos por el profesor.

Aceptar los “**cambios**” y la trascendencia de la evaluación en ellos, es concebir el aprendizaje desde una visión epistemológica interpretativa, con un método orientado hacia los intereses de los estudiantes que pueda superar el reduccionismo del aprendizaje por sustitución. Este análisis nos remite a la idea de que, en un proceso de enseñanza-aprendizaje; el estudiante orienta, reorienta, decide, planifica, ensaya, se equivoca, juzga al abordar una tarea escolar para la promoción cambios en sus modelos teóricos gradualmente hasta modelos teóricos coherentes; en ese tránsito y, simultáneamente ocurren cambios en el profesor que está mediando el proceso como en el conocimiento en discusión y construcción. Por lo tanto, lo relevante es **aprender a reflexionar sobre y cómo transita** en la interactividad profesor-alumno, el conocimiento (Izquierdo, 2007).

### 6.1.3.2. ¿QUÉ NOCIÓN SOBRE APRENDIZAJE DE LA CIENCIA COMPARTE EL PROFESORADO DE BIOLOGÍA EN LA SALA DE CLASES?

El aprendizaje de ciencia particularmente de la noción de metabolismo se orientada hacia la **adquisición de definiciones y atributos de procesos** involucrados en el estudio del metabolismo con un fuerte componente enciclopédico. A modo de ejemplo algunas intervenciones docentes:

*¿Cómo podrían hacer una definición de metabolismo?... Fíjense que catabolismo es la degradación de moléculas y ¿anabolismo?... //lee definición// el metabolismo es el conjunto de reacciones químicas que ocurre dentro de la célula y que conduce a la transformación de energía, la reproducción celular y a la mantención de su identidad (Prof. Carol: OC03).*

Aprender **biología escolar**, significa aprender a reconocer espacios de construcción personal y social; proponer y valorar las ideas en un marco de discusión; así como cuestionar, problematizar, demostrar, comunicar, negociar, consensuar, asumir compromisos sociales con y desde la ciencia escolar. No obstante, el profesorado no ha podido ser conciente que enseñar-aprender biología es más que “sumar conocimiento”, ya que exige del estudiante protagonismo cognitivo, que deriva en un **aprender a aprender**; esto implica, entonces, identificar obstáculos y potencialidades, evaluar y evaluarse para la toma de decisiones, saber comunicar y comunicarse y, teorizar para interpretar los hechos del mundo. Quizás sea ésta, otra arista de un sujeto competente en ciencias; que el profesorado no ha podido aún visualizar.

### 6.1.3.3. IMPLICANCIAS DIDÁCTICAS DERIVADAS DE LA RACIONALIDAD SOBRE APRENDIZAJE DE LA CIENCIA -BIOLOGÍA-

La construcción de la biología escolar presenta una fuerte una visión acumulativa y lineal del conocimiento según el profesorado, que no responde a identificar polémicas, controversias, reconstrucciones propias de la actividad científica que restringen en el

estudiantado, **formas de mirar y construir el conocimiento científico en la escuela**. Al respecto Fernández et als. (2002) afirma:

*“...la visión acumulativa es una interpretación de la evolución de los conocimientos científicos a la que la enseñanza suele contribuir al presentar los conocimientos hoy aceptados sin mostrar cómo dichos conocimientos han sido alcanzados, ni referirse a las frecuentes confrontaciones entre teorías rivales, ni a los complejos procesos de cambio”* (Fernández et als., 2002:482).

Estas visiones deformadas (Fernández et als., 2002) lleva a aprender una ciencia sin sentido y valor para los estudiantes, carante de componente ideológico y, sin representatividad en el mundo real. Por ello, creemos que debemos intensificar la discusión sobre **qué deben aprender** los niños/as y jóvenes de nuestro país **de y sobre la biología escolar**. Al respecto es interesante la propuesta de Izquierdo (2005) sobre “*Una teoría de los contenidos*” en la que se problematiza que enseñar y los aportes de la didáctica de las ciencias al respecto.

#### **6.1.4. SOBRE LA DIMENSIÓN COMPETENCIA DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO**

##### **6.1.4.1. ¿QUÉ NOCIÓN SOBRE COMPETENCIA DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO COMPARTE EL PROFESORADO DE BIOLOGÍA?**

Los análisis revelan que el profesorado plantea una **noción de competencia de pensamiento científico genérica** que surge desde las **actividades experimentales** que se proponen a los estudiantes y que en ocasiones **prescinden de la teoría**. Hemos evidenciado que la noción de competencia transita desde el *plano genérico*, hacia nociones de competencia vinculada con *disposición* o de *solución de problemas*. Existe insuficiente representación en torno a la competencia y particularmente sobre la noción de sujeto competente; principalmente la noción de CPC está situada en el plano individual descartando los componentes sociales y colectivos propios del actuar competente (Quintanilla et als., 2009b)

El profesorado no concibe la enseñanza de la biología hacia el desarrollo de competencias de pensamiento científico, esto nos lleva a reafirmar que el diseño de la enseñanza de una noción científica no se diseña en función del desarrollo del pensamiento, por lo tanto, **el pensar con teoría** está aún alejado de nuestras actuales pretensiones sobre la enseñanza de la biología que debemos promover, es decir, una enseñanza de la biología que promueva la formación de un sujeto competente en ciencias capaz de armonizar consciente e intencionadamente valores, actitudes, procedimientos, habilidades y emociones que permita *convertir* un hecho del mundo en modelo científico escolar para participar de las cosas del mundo.

Todo lo anterior, exige del profesorado un conocimiento didáctico del conocimiento biológico, de y sobre la biología escolar que se enseña para el desarrollo de CPC; lo que exige actualmente intensificar la discusión sobre los propósitos de la biología y su enseñanza; como de la evaluación de los aprendizajes científicos escolares considerando estas finalidades. Aspectos que actualmente se desarrollan por el Dr. Mario Quintanilla y su equipo de investigación en el proyecto Fondecyt 1095149 titulado: *Desarrollo, caracterización y validación de un modelo de evaluación de competencias de pensamiento científico en estudiando de enseñanza media basado en el enfrentamiento a la resolución de problemas para promover aprendizajes de calidad.*

#### **6.1.3.2. ¿QUÉ NOCIÓN SOBRE COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO COMPARTE EL PROFESORADO DE BIOLOGÍA EN LA SALA DE CLASES?**

Definitivamente la enseñanza de la biología no está pensada desde y hacia el desarrollo de CPC sino fuertemente centrada en el contenido disciplinar que descuida la enseñanza en este ámbito. Por otra parte, creemos que **no existe una representación** en el profesorado sobre la noción de competencia de pensamiento, lo que impide u obstaculiza el diseño de la enseñanza al respecto.

Actualmente, nuestra preocupación es promover una enseñanza de la biología con sentido y valor; que permita pensar, comunicar y participar activamente de las cosas del mundo a los niños, niñas y jóvenes de nuestro país, lo que exige un *explicar para comprender*; aspecto que en la práctica docente no se observan o están invisibilizados por el sistema de ideas que configuran el conocimiento profesional del profesorado. Creemos que la “epistemología matizada”, a la cual hicimos mención anteriormente, es un obstáculo para promover cambios graduales en el profesorado, en torno a la enseñanza de la biología para la formación de un sujeto competente.

Para muchos autores (Contreras, 2009; Mellado, 2003; Mellado, 2004; Perafán 2005) los cambios epistemológicos en el profesorado son complejos y difíciles de cambiar; aspecto que compartimos, especialmente, desde la discusión que se generó en los talleres de reflexión docente, en la que se insistió en una enseñanza de metabolismo para el desarrollo de CPC, sin embargo la discusión siempre estuvo centrada en el contenido disciplinar y fue lo que se privilegio en la sala de clases con los estudiantes. No olvidemos que a lo más el 7% de los dominios discursivos de los profesores en la sala de clase, se aproximan a “trabajar desde una competencia de pensamiento científico”.

### **6.1.3.3. IMPLICANCIAS DIDÁCTICAS DERIVADAS DE LA RACIONALIDAD SOBRE APRENDIZAJE DE LA CIENCIA -BIOLOGÍA-**

Deseamos destacar la idea central de la importancia de reflexionar sobre los referentes epistemológicos necesarios para el desarrollo de CPC en el profesorado de biología. Investigaciones en didáctica de las ciencias naturales (Quintanilla et als., en prensa; Ravanal et als., 2009), nos muestran que comúnmente los profesores de biología poseen una imagen fragmentada, incompleta y en determinados casos, superficial, sobre lo que son las CPC. Esa imagen será transferida a sus alumnos, inhibiéndoles el desarrollo de CPC. Por lo anterior, nos parece necesario que los futuros profesores de ciencias experimentales, tengan en su proceso de formación, nociones sólidas de sus referentes epistemológicos, acerca de la enseñanza de las ciencias y la promoción de CPC en determinados contextos

educativos. Investigaciones del pensamiento del profesorado y su práctica profesional, demuestran que las CPC que debe desarrollar un estudiante de ciencias, están directamente relacionadas con la noción de enseñanza de un saber erudito en particular y la debida comprensión de CPC existentes en su profesor, su modelo teórico-empírico y cómo estos influyen en la identificación, caracterización y promoción de CPC en sus estudiantes (Ravanal et als., 2009b).

## **6.2. CONCLUSIONES SOBRE ALGUNOS ASPECTOS METODOLÓGICOS**

En la investigación fueron variados los espacios para la recogida de información esto nos permitió validar los mapas cognitivos propuesto para las docentes María y Carol antes de participar del TRD y al término de éste. Sin lugar a dudas, un nuevo encuentro de discusión con las profesoras sobre los mapas construidos nos habrían permitido contrastar y revalidar de alguna formas los mapas propuestos por cada una de ellas.

Incuestionablemente el TRD aportó variada y abundante información sobre los participantes, desde la perspectiva personal y profesional. No obstante, sesiones de trabajo altamente saturadas de tareas por realizar y en discusión; dificultaron la orientación del profesorado hacia ellas. Siempre será meritoria una discusión intensa y profunda más que extensa y superficial; creo que nosotros en varias ocasiones saturamos nuestras sesiones pensando en la riqueza de información que de ellas se obtienen.

## **6.3. ALGUNAS PROPUESTAS PARA EL CAMBIO CONCEPTUAL DOCENTE**

Comprender los procesos de razonamiento implicados en la mente del profesor durante su actuación pedagógica, son fundamentales; como al mismo tiempo, complejos. No obstante, a la hora de enseñar y pretender construir la biología escolar vista como empresa humana, debemos asumir que el profesor es un sujeto reflexivo metacognitivamente, racional, (Angulo, 2002) que toma decisiones, tiene creencias (Contreras, 2009) y propone y dispone de rutinas de crecimiento profesional (Perafán, 2005; Porlán y Riveros, 1998). Así también

los estudios de Clark y Yinger citado en Sandín (2003) sostienen que el pensamiento del profesor guían y orientan su conducta; por lo tanto, los cambios reales en la educación de nuestro país definitivamente pasa **por lo que piensa y hace el profesor** en la sala de clases, más que por una Reforma Educacional vigente (Mellado, 2003). Desde esta perspectiva, entonces ¿qué podemos hacer?, la evidencia que hemos recogido en esta tesis doctoral nos lleva a plantear que la promoción de cambio conceptual en los docentes debe atender a:

- a) Fortalecer, irreduciblemente, su *conocimiento profesional*, especialmente su conocimiento didáctico del contenido biológico (CDCB) de tal manera que el profesorado pueda transitar “libre” y concientemente, entre las teorías que avalan y definen su actuación pedagógica, sus rutinas y guiones, experiencia y saber erudito. Aspectos que según los registros de esta tesis, están pobremente desarrollados y merman la formación y desarrollo de un profesor reflexivo metacognitivamente, que decide oportuna y eficazmente, antes y durante la enseñanza de una noción científica.
- b) La *coexistencia teórica sobre la construcción del conocimiento* en la escuela existente en el profesorado de biología, nos lleva a plantear que la formación docente y el desarrollo profesional del profesor en activo, obliga conocer y comprender los aspectos epistemológicos implicados en la construcción de saberes en la escuela. Compartimos con Adúriz-Bravo (2001) la integración epistemológica en la formación del profesorado, que favorece y enriquece su visión epistemológica **de y sobre** la didáctica del contenido.
- c) La *reflexión interdisciplinaria*, interpretativa con estudios de casos, en la que participen profesores, permitirán comprender el sentido epistemológico de los lineamientos teórico-metodológicos existentes en el pensamiento del profesor; lo que contribuye significativamente, a enriquecer y promover la evolución de ideas que aparentemente, son persistentes. Desde esta perspectiva, se sugiere un diseño

metodológico centrado en una única tarea en discusión e intenso debate más que las orientaciones técnicas y eruditas de los expertos (Mellado, 2001).

d) ***Re-definir o delimitar las finalidades de la enseñanza de las ciencias*** en la escuela. Creemos que las orientaciones **de qué y para qué** enseñar biología no satisfacen las necesidades y exigencias del siglo XXI (Justi, 2006), por lo tanto, debemos reorientar la discusión sobre la enseñanza que debemos promover, así también que persona deseamos formar. Lo anterior, nos lleva a discutir con los docentes en formación y en activo que:

- i. El diseño de la enseñanza, no sólo se planifica desde la trama de contenidos sino también desde la trama de pensamiento que permite su construcción.
- ii. Los estudiantes deben interpretar y reconstruir el mundo real, en donde crecen, juegan, dialogan; asunto que exige que la enseñanza de la biología debe procurar que los estudiantes tengan la capacidad de que un hecho del mundo se convierta en modelo para ellos (modelo científico escolar) y de esa forma podrán participar activamente de él.
- iii. Es momento de orientar nuestra enseñanza hacia la formación de un sujeto competente, que articula diferentes planos de análisis que moviliza valores, actitudes, procedimientos, habilidades y emociones, de manera conciente e intencionada y en la cual concibe el conocimiento como una actividad humana.

#### **6.4. CONTINUIDAD DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

La tesis doctoral abre una línea de investigación interesante relacionada con el análisis, **sobre y desde** el conocimiento profesional como del CDCB para el desarrollo de competencias de pensamiento científico (CPC) que permitan la formación y desarrollo de sujetos comprometidos sociocultural y científicamente en desafíos del mundo actual. El estudio **sobre el conocimiento del conocimiento docente** brinda la posibilidad de adecuar, ajustar y enriquecer el currículum de formación inicial y definitivamente trabajar para la formación de un profesor que construye teoría y que no sólo trabaja con ellas. El análisis de la enseñanza de y para el desarrollo de CPC brinda la posibilidad de formación de un profesor de y para el desarrollo de CPC; por consiguiente la formación de un **profesor competente en ciencia escolar**.

Creemos importante e interesante desarrollar esta línea de investigación sustentada desde y hacia el desarrollo de pensamiento científico y su evaluación; esto último ya en proceso de construcción desde el proyecto de investigación Fondecyt 1095149 dirigido por el Dr. Mario Quintanilla Gatica y su equipo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, J. (2009).** Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): El marco teórico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 6(1), pp. 21 – 46.
- Adúriz-Bravo, A., Gómez, A., Márquez, C. y Sanmartí, N. (2005).** La mediación analógica en la ciencia escolar. Propuesta de la “función modelo teórico”. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra. VII Congreso.
- Adúriz-Bravo, A. (2001).** Integración epistemológica en la formación del profesorado de ciencias. *Tesis de doctorado*, UAB. Bellaterra, Barcelona. Publicada por el sitio *Tesis Doctoral en Zarza* del Consorci de Biblioteques Universitàries de Catalunya. <http://www.tdx.cesca.es/TDCat-1209102142933>.
- Adúriz-Bravo, A. (2005).** *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. 1ª edición. Buenos Aires. Fondo Cultural Económico, S.A.
- Adúriz-Bravo, A.; Salazar, I.; Mena, N. y Badilla, E. (2006).** La epistemología en la formación del profesorado de ciencias naturales: aportaciones del positivismo lógico. *Revista electrónica de investigación en Educación en Ciencias*. Año 1, Nº1, pp. 6 – 23.
- Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo, M. (2009).** Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*. Año 4 Nro. Especial 1, pp. 40 – 49.

**Adúriz-Bravo, A. (2007).** ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. Disponible en <http://www.educared.pe/modulo/upload/130077622.pdf>

**Aliberas, J. (2005).** ¿Qué conociendo científico enseñar en al escuela secundaria? *Enseñanza de las ciencias*. Número extra VII Congreso.

**Aguirre, J.M. y Haggerty, S. M. (1995).** Preservice teachers' meaning of learning. *International Journal of Science Education*, 17, 119-131.

**Angulo, F. (2002).** Formulación de un modelo de autorregulación de los aprendizajes desde la formación profesional del biólogo y del profesor de biología. *Tesis doctoral*. Facultad de Educación. Universidad Autónoma de Barcelona., España.

**Artigue, M. (1998).** Ingeniería didáctica. En Artigue, M.; Douady, R.; Moreno, L. ; Gómez, P. (Eds). *Ingeniería didáctica en educación matemática*. Colombia. Una empresa docente.

**Artigue, M., Dovady, R., Moreno, L. y Gómez, P (ed) (2005).** *Ingeniería didáctica en educación matemática. Un esquema para la investigación y la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas*. Ed. Grupo editorial Iberoamericano, S.A, pp. 33 – 59.

**Banet, F. y Nuñez, F. (1989).** Ideas de los alumnos sobre la digestión: Aspectos fisiológicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(1), 35 – 44.

**Bardín, L. (1977).** *Analyse de contenu*. Paris: Presses Universitaires de France. (Tra. cast. Análisis del contenido. Madrid: Akal, 1986).

- Bell, B.F. y Pearson, J. (1992).** Better Learning. *International Journal of Science Education*, 14(3), pp. 349-361.
- Bolivar, A. (2005).** Conocimiento didáctico del contenido y didácticas específicas. Profesorado. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 9, 2. Disponible en <http://www.ugr.es/~recfpro/rev92ART6.pdf>
- Brommer, R. (1988).** Conocimientos profesionales de los profesores. *Enseñanza de las ciencias*, 6 (1), pp. 19 – 29.
- Bruner, J.J. (2007, 4 de diciembre).** PISA - 2006: Resultados de Chile. Recuperado de [http://mt.educarchile.cl/mt/jjbrunner/archives/2007/12/pisa\\_2006\\_prese.html](http://mt.educarchile.cl/mt/jjbrunner/archives/2007/12/pisa_2006_prese.html)
- Buendía, L.; González, D.; Gutiérrez, J. y Pegalajar, M. (1999).** *Modelos de Análisis de la Investigación Educativa*. Sevilla: Ediciones Alfar.
- Camacho, J. y Quintanilla, M. (2008).** Resolución de problemas científicos desde la historia de la ciencia: Retos y desafíos para promover competencias cognitivas lingüísticas en la química escolar. *Ciência & Educação*, v.14, n. 2, p. 197 – 212.
- Candela, A. (1991).** Investigación y desarrollo en la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Revista Mexicana de Física*, 37, Vol. 3, pp. 512 – 530.
- Carrasco, J. y Caldero, J. (2000).** *Aprendo a Investigar en Educación*. Madrid: RIALP.
- Charrier, M.; Cañal, P. y Rodrigo, M. (2006).** Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: Una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición en plantas. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(3), 401 – 410.

**Chamizo, J.A.; Sosa, P. y Zepeda, S. (2005).** Análisis de las ideas previas de la química. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra, VII Congreso, pp. 1 – 5.

**Chamizo, A. y Izquierdo, M. (2007).** Evaluación de las competencias de pensamiento Científico. *Alambique*, n. 51, pp. 9-19.

**Chevallard, I. (1991).** *La transposición didáctica*. Buenos Aires: Aique.

**Chevallard, I. (1997).** *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.

**Chona, G., Anteta de Molina, J.E. y Martínez de Rueda, S. (2001).** Pensamiento educativo implícito en las prácticas de enseñanza de la biología –un acercamiento a su explicitación a través de una investigación en el aula. Universidad Pedagógica Nacional.

<http://www.pedagogica.edu.co:8080/w3/storage/ted/numeros/ted10final.pdf>

**Clement, J. (2000).** Model based learning as a key research area for science education. *Int. J. Sci. Educ.* 22(9): 1041 – 1053.

**Copello, M<sup>a</sup> I. (2005).** “Diarios” y “artículo” en la práctica docente del profesor/a de biología. *Enseñanza de las ciencias*. Número extra. VII congreso.

**Copello, M.I y Sanmartí, N.(2001).** Fundamentos de un modelo de formación permanente del profesorado de ciencias centrado en la reflexión dialógica sobre las concepciones y las prácticas. *Enseñanza de las Ciencias*. 19(2), 269- 284.

**Contreras, S. (2009).** Creencias curriculares y creencias de actuación curricular de los profesores de ciencias chilenos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 2, N<sup>o</sup>2, pp. 506 - 526

**Cronin – Jones, L. (1991).** Science teacher beliefs and their influence on curriculum implementation: two case studies. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 235 – 250.

**Demuth, P.; Fernández, G. y Alcalá, M<sup>a</sup> T. (2006).** Análisis de las concepciones didácticas y científicas de docentes del nivel polimodal de la ciudad de Corrientes. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicación Científica y Tecnológica. Resumen: D-006. Disponible en <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt2006/09-Educacion/2006-D-006.pdf>

**Douady, R. (1996).** Ingeniería y didáctica y evolución de la relación con el saber en las matemáticas de collège-seconde. En Barbin, E., Douady, R. (Eds). *Enseñanza de las matemáticas: Relación entre saberes, programas y prácticas*. Francia. Topiques éditions. Publicación del I.R.E.M.

**Echetverría, J. (1995).** *Filosofía de las Ciencia*. Madrid: Akal Ediciones.

**Eick, C.J. (2000).** Inquiry, nature of science, and evolution: the need for a more complex pedagogical content knowledge in science teaching. *Electronic Journal of Science Education*, 4(3), [http://ejse.southwestern.edu/original%20site/manuscripts/v4n3/articles/art03\\_eick/eick.html](http://ejse.southwestern.edu/original%20site/manuscripts/v4n3/articles/art03_eick/eick.html).

**Estany, A.; Izquierdo, M. y Sellesw, M. (2001).** Ciencia y Educación. Revista ENDOXA. Series filosóficas 14, 13-33 UNED, Madrid.

**Felipe, A., Gallarreta, S. y Merino, G. (2005).** La modelización en la enseñanza de la biología del desarrollo. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 4, N°3.

**Fernández, J. y Elortigue, N. (1996).** Qué piensan los profesores acerca de cómo se debe enseñar. *Enseñanza de las Ciencias*, 14,3, 331 – 342.

**Fernández, I.; Gil, D.; Carrascosa, J. y Cachapuz, A. (2002).** Visiones deformadas de la ciencia transmitida por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477 – 488.

**Feyerabend, P. (1981)** *Tratado contra el método*, Madrid : Tecnos

**Flick, U. (2004).** Introducción a la investigación cualitativa. Morata, S.L- Madrid y Fundación Paideia Galiza – A. Coruña.

**Flores, F.; Gallegos, L.; Bonilla, X.; López, L.; y García, B. (2007).** Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los profesores de biología de nivel secundario. *Revista Mexicana de investigación Educativa*, enero-marzo, vol.12, número 032 COMIE Distrito Federal, México, pp. 359 -380.

**Flores, F. (2004).** El cambio conceptual: interpretaciones, transformaciones y perspectivas. *Educación Química* 15, 256 – 269.

**Gagné, R. M. (1971).** *Las condiciones del aprendizaje*. Ed. Aguilar, Madrid

**Galagovsky, L. (2004).** Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 1: El modelo Teórico. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 229 – 240.

**Galagovsky, L. y Adúriz-Bravo, A. (2001).** Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (2), 231-242, Barcelona, ICE.

- García, P. (2005).** Los modelos como organizadores del currículo en biología. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra, VII Congreso.
- Garófalo, J.; Alonso, M. y Galagovsky, L. (2005).** Nutrición y metabolismo celular: Modelos representacionales y estrategias cognitivas que operan en docentes y estudiantes universitarios. *Tercer Encuentro de Investigadores en Didáctica de la Biología*, Argentina.
- Giere, R. (1992).** La explicación de la Ciencia. Un acercamiento cognoscitivo. Consejo Nacional de Ciencia y tecnología. México.
- Giere R. N. (1999).** Un nuevo marco para enseñar el razonamiento científico. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra: pp 63-70. ICE Barcelona.
- Gómez, A. (2005).** La construcción de un modelo de ser vivo en la escuela primaria: una visión escalar. Tesis de doctorado, UAB. Bellaterra, Barcelona.
- González, T.; Bermejo, M<sup>a</sup> L. y Mellado, V. (2004).** Los mapas cognitivos elaborados a partir de entrevistas, un procedimiento de análisis para comparar las concepciones del profesor sobre la enseñanza de las ciencias. *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proc. Of the First Int. Conference on Concept Mapping*, A.J. Cañas, J.D. Novak, F. M. González, Eds. Pamplona, Spain 2004
- González, A. y otros (2005).** Resolver problemas para aprender: Una propuesta para el desarrollo de competencias de pensamiento científico en la facultad de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*. Número extra. VII Congreso.
- Grossman, P. (1990).** *The Making of a Teacher. Theacher Knowledge and Teacher Education*. New York: Teachers College, Columbia University.

**Gutiérrez, R.; Marco, B.; Olivares, E. y Serrano, T. (1990).** *Enseñanza de las ciencias en la educación intermedia*. Ediciones Rialp, 304 páginas.

**Gutiérrez, R. (1989).** Psicología y aprendizaje de las ciencias. El modelo de Gagné. *Enseñanza de las Ciencias*, (2), 147 – 157.

**Henao, B. y Stipcich, M. (2008).** Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las ciencias experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* VOL. 7 N°1, pp. 47 – 62.

**Hewson, P.W y Hewson, M.G. (1987).** Science teacher's conceptions of teaching: Implications for teacher education. En Fernández, I.; Gil, D.; Carrascosa, J, y Cachapuz, A (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitida por la enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, 20(3), 477 – 488.

**Izquierdo, M.; Sanmartí, N. y Espinet, M. (1999).** Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias*, 17 (1), pp. 45 – 59.

**Izquierdo, M.; Espinet, M.; García, M.P; Pujol, rM. y Sanmartí, N. (1999b).** Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra, pp. 79 – 91.

**Izquierdo, M. (2006).** Por una enseñanza de las ciencias fundamentadas en valores humanos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, Vol. 11, Núm. 30, pp. 867-882.

**Izquierdo, M. (2004).** Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: Contextualizar y modelizar. *J. Argent. Chem. Soc.*, 92 (4-6), 115-136.

**Izquierdo, M. (2007).** Enseñar ciencias, una nueva ciencia. *Enseñanza de las Ciencias Sociales*, 6, 125 – 138.

**Izquierdo, M. (2005).** Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), 111 – 122.

**Izquierdo, M y Adúriz-Bravo (2003).** Epistemological Foundations of School Science. *Science & Education*, 12, pp. 27 – 43.

**Izquierdo, M. y Adúriz-Bravo, A. (2005).** Los modelos teóricos para la ciencia escolar. Un ejemplo de química. *VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias*. Granada, España.

**Izquierdo, M. y Aliberas, J. (2004).** *Pensar, actuar i parlar a la classe de ciències. Per un ensenyament de les ciències racional i raonable*. Bellaterra: Servei de Publicacions de la UAB.

**Informe PISA 2006.** Competencias científicas para el mundo del mañana.  
<http://browse.oecdbookshop.org/oecd/pdfs/browseit/9807014E.PDF>

**Johnson-Laird, P. (2000).** The current state of mental model theory, en *Mental Models in Reasoning*. Gacía- Madruga J, Carriedo P, Giaretta P and Mazzocco A (Eds). UNED, Madrid.

**Jiménez, M. P. (2005).** La enseñanza y el aprendizaje de la biología. En: Jiménez, A. (coord); Caamacho, A.; Oñorbe, A.; Pedrinaci, A. y De Pro, A. *Enseñar ciencias*, GRAO.

- Jorba, J. (2000).** *La comunicación y las habilidades cognitivolingüísticas.* En: Jorba, J.; Gómez, I. y Prat, À. (2000). *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situaciones de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares.* Madrid: Síntesis, Capítulo 2, pp. 29 – 49.
- Joshua y Dupin (1993)** En Estany, A, Izquierdo, M y Sellesw, M (2001). *Ciencia y Educación.* Revista ENDOXA. Series filosóficas 14, 13-33 UNED, Madrid.
- Justi, R. (2006).** *La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos.* *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), pp. 173-184.
- Kuhn, T.S. (1971).** *La estructura de las revoluciones científicas.* F.C.E: México.
- Khun T. (1977).** *La estructura de las revoluciones científicas,* Madrid, Fondo de Cultura Económica.
- Labarrere, A. (2006).** *De la competencia al sujeto competente y más allá. Una historia en tres partes.* In: Seminario internacional de didáctica de las ciencias naturales. *Competencias científicas, formación docente y aprendizaje para una cultura ciudadana*, 7., Santiago. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Labarrere, A. y Quintanilla, M. (2002).** *Análisis de los planos del desarrollo de estudiantes de ciencia. Efecto en el aprendizaje.* Facultad de Educación, PUC. *Pensamiento Educativo*, Vol.30, pp. 121 – 138.
- Labarrere, A. (2008).** *Aspectos de carácter teórico como contribución al análisis y debate.* Documento de trabajo para sesiones de análisis de información Proyecto Fondecyt 1070795. Pontificia Universidad Católica de Chile.

- Lakatos, I. (1983).** *La metodología de los programas de investigación científica*, Alianza Editorial: Madrid.
- Lapasta, L.; Merino, G. y Stella, R. (2008).** Algunas de las concepciones de docentes en formación inicial acerca de la organización de los contenidos en el aula vinculados a la nutrición humana. *VIII Jornadas nacionales III Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*, 9,10 y 11 de octubre, Mar del Plata, Argentina.
- Laudan, L. (1986).** *El progreso y sus problemas. Hacia una teoría del crecimiento científico*. Ed. Encuentro, Madrid.
- Lemke, J. (1997)** *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Paidós. Barcelona.
- Lederman, N. (1992).** Student`s and teachers`conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), pp. 173-184.
- 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*, vol. 36, N° 8, pp. 916-929.
- Lizotte, D.J., McNeill, K.L., & Krajcik, J. (2004).** Teacher practices that support students`construction of scientific explanations in middle school classrooms. In Y. Kafai, W. Sandoval, N. Enyedy, A. Nixon, & F. Herrera (Eds.), *Proceedings of the Sixth International Conference of the Learning Sciences* (pp. 310–317). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum. En McNeill, K. y Krajcik, J. (2008). *Scientific Explanations: Characterizing and Evaluating the Effects of Teachers` Instructional Practices on Student Learning*. *Journal of Research in science teaching*, Vol. 45, N° 1, PP. 53–78.

- McNeill, K. y Krajcik, J. (2008).** Scientific Explanations: Characterizing and Evaluating the Effects of Teachers' Instructional Practices on Student Learning. *Journal of Research in science teaching*, Vol. 45, N° 1, PP. 53–78.
- Marín, N. (1999).** Delimitando el campo de ocupación del cambio conceptual. *Enseñanza de las ciencias*, 17(1), 80 – 92.
- Márquez, C. (2002).** La comunicació multimodal en l'ensenyament del cicle del l'aigua. *Tesis doctoral*, UAB. Bellaterra, Barcelona.
- Márquez, C.; Roca, M.; Gómez, A.; Sardá, A. y Pujol, R.M. (2004).** La construcción de modelos explicativos complejos mediante preguntas mediadoras. *Investigación en la escuela*, 53, pp. 71 – 81.
- Martín, E. (2000).** ¿Puede ayudar la teoría del cambio conceptual a los docentes? *Revista de Investigación e Innovación educativa*, N°26, pp. 31 – 50.
- Martínez, M.; Martín del Pozo, R. y Rodrigo, M. (2001).** ¿Qué pensamiento profesional y curricular tienen los futuros profesores de ciencias de secundaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), pp. 67 – 87.
- Martín del Pozo, R. y Porlán, R. (2001).** Spanish prospective teachers' initial ideas about teaching chemical change. *Chemistry Education Research and Practice in Europe*, 2, 265-283.
- Martín del Pozo, R. (2001).** Prospective teachers' ideas about the relationships between concept describing the composition of matter. *International Journal of Science Education*, 23, 353-371.

- Meinardi, E. (2001).** Estado actual del conocimiento en la didáctica de la biología. *Memorias de las V Jornadas Nacionales de Enseñanza de la Biología*. Posadas, Provincia de Misiones, Argentina.
- 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), pp. 289 – 302.
- 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*, N°40, pp. 17-30.
- Mellado, V. (2004).** ¿Podemos los profesores de ciencia cambiar nuestras concepciones y prácticas docentes? *VI jornadas nacionales y I congreso Internacional de la Biología*. 7, 8 y 9 de octubre 2004, Buenos Aires.
- Mellado, V. (2003).** Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las ciencias*, 21(3), 343-358.
- Mellado, V. (2008).** Construcción y aplicación de mapas cognitivos en el análisis de cuestionarios y entrevistas del profesorado de ciencias. Acta del XIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Almería, España, 1265 -1278.
- Millar, R. y Driver, R. (1987).** Beyond processes. *Studies in Science Education*, 14, pp. 33 – 62.
- Ministerio de Educación (1996).** Marco curricular. Ministerio de Educación, Chile.
- Monti-Hughes, A.; Alonso, M.; Stella, C.; Garófalo, J.; Bekerman, D. y Galagovsky, L. (2005).** Propuestas didácticas para el aprendizaje experimental de la nutrición y

la digestión química. *Tercer Encuentro de Investigadores en Didáctica de la Biología*, Argentina.

**Mora, C. y Herrera, D. (2009).** Una revisión sobre ideas previas del concepto de fuerza. *Latin-American Journal of Physics Education*, Vol. 3, Nº 1, pp. 72 – 86.

**Moreira, M. y Greca, I. (2003).** Cambio conceptual: Análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. Disponible en <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/cambioconceptual.pdf>

**Morine-Dersheimer, 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.

**Orellana, M. (2008).** La construcción de cuentos como proceso de modelización del entorno en la formación inicial de maestros de educación infantil desde la perspectiva de la semiótica social. *Tesis Doctoral*, Pontificia Universidad Católica de Chile.

**Perafán, G (2005).** Epistemología del profesor de ciencias sobre su propio conocimiento profesional. *Enseñanza de las ciencias*. Número extra, VII Congreso.

**Pérez Gómez, A. y Gimeno, J. (1992).** El pensamiento pedagógico de los profesores: un estudio empírico sobre la incidencia de los cursos de aptitud pedagógica (CAP) y de la experiencia profesional en el pensamiento de los profesores. *Investigación en la escuela*, Nº 17, pp. 51-74.

**Pérez - Serrano, G. (1994).** *Investigación cualitativa retos e interrogantes I. Métodos*. Madrid: La Muralla.

- Popper, K. (1995).** *En busca de un mundo mejor*. Ed. Paidós. Barcelona. España.
- Porlán, R. (1989).** Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional. Las concepciones epistemológicas de los profesores. *Tesis Doctoral inédita*. Sevilla. En **Ruiz, C., Da Silva, C., Porlán, R. y Mellado, V. (2005)**. Construcción de mapas cognitivos a partir del cuestionario INPECIP. Aplicación al estudio de la evolución de las concepciones de una profesora de secundaria entre 1993 y 2002. *Revista electrónica de las Ciencias* Vol. 4 N°1.
- Porlán, R y Martín del Pozo, R (2004).** The Conceptions of In-service and Prospective Primary School Teachers About the Teaching and Learning of Science. *Journal of Science Teacher Education*, 15(1): 39-62.
- Porlán, R y Rivero, G. A. (1998).** *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Díada. En: Perafán, G (2005). Epistemología del profesor de ciencias sobre su propio conocimiento profesional. *Enseñanza de las ciencias*. Número extra, VII Congreso.
- Porlán, R.; Rivero, A.; 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.; Martín del Pozo, R. (1997b).** Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: Estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de la ciencia*, 16(2), 271-288.
- Postic, M. y Deketele, J. (1992).** *Observar las Situaciones Educativas*. Traducción de J, García. Madrid: Narcea.
- Pozo, J. I. et al. (1992).** Las ideas de los alumnos sobre ciencia como teorías implícitas. *Infancia y Aprendizaje*, Madrid.

- Pro Bueno, A (2005).** La construcción del conocimiento científico y los contenidos de ciencias. En Jiménez, M.P; Caamacho, A.; Oñorbe, A.; Pedricini, E y Pro Bueno, A. Enseñar ciencias. Editorial Grao, de IRIF,S.L. 1ª edición.
- Quintanilla, M (2000).** Bases epistemológicas y didácticas del currículo en ciencias biológicas. Conferencia presentada en el seminario taller en didáctica de la biología. Valparaíso, 26 y 27 de septiembre.
- Quintanilla, M. (2003).** Hablar y construir la “Didáctica” hoy: Del modelo ingenuo transmisor, al modelo crítico, productor de conocimiento. Revista de Estudios y Experiencias. UCSC. Número 4 Pág. 69-82.
- Quintanilla, M. y Adúriz-Bravo (Ed.) (2006)** *Enseñar ciencias en el nuevo milenio, Retos y propuestas.* Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Quintanilla, M. (2006).** La ciencia en la escuela: un saber fascinante para aprender a “leer el mundo”. *Revista Pensamiento Educativo*, Vol. 39, nº2, pp. 177 – 204.
- Quintanilla, M. (2007).** Historia de la Ciencia. Aportes para la formación del profesorado (Vol. I). Arrayán, Santiago de Chile.
- Quintanilla, M. (2007b).** *Historia de la Ciencia. Aportes para la formación del profesorado* (Vol. II). Arrayán, Santiago de Chile.
- Quintanilla, M. (2006b).** Identificación, caracterización y evaluación de competencias científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia. En: *Enseñar ciencias en el nuevo milenio, Retos y propuestas.* Quintanilla, M & Adúriz-Bravo, A (eds.). Eds. Universidad Católica de Chile, Cáp. 1 17 – 42.

**Quintanilla, M. (2006c).** Equidad y calidad de la educación científica en América Latina. Algunas reflexiones para un debate sobre los modelos de formación inicial y continúa de los profesores de ciencia. En Proyecto: ConCiencias para la sostenibilidad Construyendo ciudadanía a través de la educación científica. UNESCO.

**Quintanilla, M.; Labarrere, A.; Santos, M.; Cadiz, J.; Cuellar, L.; Saffer, G. y Camacho, J. (2006).** Elaboración validación y aplicación preliminar de un cuestionario sobre ideas acerca de la imagen de ciencia y educación científica. *Boletín de Investigación Educativa*, Vol. 21 N°2, pp. 103 – 132.

**Quintanilla, M., Rodríguez, E., Romero, M. (2008)** Las tecnociencias en un mundo globalizado. Algunas reflexiones para una nueva cultura docente y ciudadana de las finalidades de la ciencia (en prensa)

**Quintanilla, M.; Santelices, L.; Astroza, V.; De la Fuente, R. y Freixas, G. (1999).** La formación de profesores de ciencias experimentales en Chile: Una crisis no resuelta. *Boletín de Investigación Educativa*. Publicaciones de la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile, pp. 409 – 440.

**Quintanilla, M.; Labarrere, A.; Ravanal, E.; Cuellar, L.; Camacho, J. y Joglar, C. (2009).** Informe Fondecyt 1070795.

**Quintanilla, M.; Labarrere, A.; Ravanal, E.; Cuellar, L.; Camacho, J. y Joglar, C. (en prensa).** Identificación y caracterización de competencias de pensamiento científico, cognición y aprendizaje.

**Ravanal, E. y Quintanilla, M. (2008).** De las actividades curriculares científicas “tradicionales” a las actividades científicas escolares “auténticas”. Aportes para el

debate de una “nueva clase de ciencias”. XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales 9, 10 y 11 de septiembre 2008. Almería, España

**Ravanal, E., Quintanilla, M y Joglar, C. (2009).** Racionalidades epistemológicas de profesores de biología desde el diseño de la enseñanza del Metabolismo. Análisis para la promoción de Competencias de Pensamiento Científico. Congreso Internacional de Educación en Ciencias Naturales, Cartagena, Colombia.

**Ravanal, E., Joglar, C.; Quintanilla, M. y Labarrere, A. (2009b).** Noción sobre enseñanza de las ciencias en profesores de biología en activo y sus implicancias en el desarrollo de competencias de pensamiento científico (en prensa).

**Revel, A.; Couló, A.; Erduran, S.; Furman, M. Iglesias, P. y Adúriz-Bravo, A. (coord) (2005).** Estudios sobre la enseñanza de la argumentación científica escolar. *Enseñanza de las ciencias*, Número extra. VII congreso.

**Rivadulla, J.C.; García, S. y Martínez, C. (2008).** La nutrición humana en la educación obligatoria. Dificultades y análisis conceptual. *XXIII Encuentro en didáctica de las Ciencias Experimentales*, 9, 10 y 11 de septiembre 2008. Almería, España.

**Rivarosa, S. y De Longhi, A. (2006).** La noción de alimentación y su representación en alumnos escolarizados. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* Vol. 5 N° 3.

**Rodríguez, M<sup>a</sup> (2004).** *La teoría del aprendizaje significativo*: Disponible en: <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-290.pdf>.

**Rodríguez, G.; Gil Flores, J. y García, E. (1999).** *Metodología de la investigación cualitativa*. Granada: Aljibe.

**Rodríguez, D y López y Mote, A (2005).** ¿Son las concepciones epistemológicas y de aprendizaje de los profesores de ciencias, conceptual y contextualmente de carácter constructivista? *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra, VII Congreso.

**Rodríguez, M.I.; De la Torre, L.; Lilintal, E.; Mayol, C. y Pujalte, A. (2008).** La nutrición en el organismo humano: Un enfoque integrador de sistemas. *VIII Jornadas nacionales III Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*, 9,10 y 11 de octubre, Mar del Plata, Argentina.

**Rodríguez, M<sup>a</sup>L. (1997).** Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza/aprendizaje de la estructura y del funcionamiento celular. *Investigações em Ensino de Ciências* V2(2), pp.123-149.

**Roth, Wolf-Michael (2002).** Aprender ciencias en y para la comunidad. *Enseñanza de las ciencias*, 20(2), pp.195-208.

**Ruiz, C., Da Silva, C., Porlán, R. y Mellado, V. (2005).** Construcción de mapas cognitivos a partir del cuestionario INPECIP. Aplicación al estudio de la evolución de las concepciones de una profesora de secundaria entre 1993 y 2002. *Revista electrónica de las Ciencias* Vol. 4 N°1.

**Sánchez, G. y Valcárcel, M<sup>a</sup> V. (2000).** ¿Qué tienen en cuenta los profesores cuando seleccionan el contenido de enseñanza? cambios y dificultades tras un programa de formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 423 – 437.

**Salazar, S. (2005).** El conocimiento pedagógico del contenido como categoría de estudio de la formación docente. *Revista Electrónica Actualidades investigativas en Educación*, Vol. 5, N°2, ISSN 1409-4703

**Sandín, M. (2003).** *Investigación cualitativa en educación. Fundamentos y tradiciones.* Ed. MacGraw-Hill. Madrid.

**Sanmartí, N. (1997).** Enseñar y aprender ciencias: Algunas reflexiones En: Sanmarti, N. y Pujol, R.M. (2000). *Guía práctica de ciencias de la naturaleza.* Barcelona Ed. Praxis, pp. 9 – 42.

**Sanmartí, N. (2002).** Necesidades de la formación del profesorado en función de las finalidades de la ciencia. *Pensamiento Educativo*, Vol 30 35-60. Publicaciones de la Facultad de Educación, PUC, Santiago, Chile

**Sanmartí, N (2007).** *10 ideas clave Evaluar para aprender.* Editorial Grao, 1ª Edición.

**Sanmartí, N. y Pujol, R. (2002).** ¿Qué comporta “capacitar” para la acción en el marco de la escuela? *Investigación en la escuela* 46: 49 – 54. En: Gómez, A (2005). *La construcción de un modelo de ser vivo en la escuela primaria: una visión escalar.* Tesis de doctorado, UAB. Bellaterra, Barcelona.

**Sanmartí, N. & Izquierdo, M. (1997).** Reflexiones en torno a un modelo de ciencia escolar. *Investigación en la Escuela*, 32, 51-62.

**Settle, T. (1990).** “How to avoid implying that physicalism is true: a problem for teachers of science”. *International Journal of Science Education*, vol. 12, pp. 258 – 264.

**Shulman, L. S. (1987).** Knowledge and Teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57: 1-22.

**Solsona, N. (1999).** El aprendizaje del concepto de cambio químico en el alumnado de secundaria. *Investigación en la escuela* 38:65-75.

**Stipcich, S.; Moreira, M. y Caballero, C. (2008).** Un modelo para analizar las interacciones discursivas en clases de Física. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, Año 2, N°1, pp. 1 – 22.

**Tamayo, O. (2001).** Evolución conceptual desde una perspectiva multidimensional. Aplicaciones al concepto de respiración. Tesis de doctorado, UAB. Bellaterra, Barcelona.

**Tamayo, O. y Sanmartí, N (2005).** Características del discurso escrito de los estudiantes en clase de ciencias. *Revista latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*. Vol. 3 N° 002. Universidad de Manizales, Manizales Colombia.

**Tardif, M. (2004).** *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Traducción de Pablo Manzano. Madrid: Narcea.

**Toulmin, S (1977).** La comprensión humana. Madrid: Alianza Universidad.

**Uribe, M. (2008).** Resolución de problemas científicos de genética simulados computacionalmente: Su contribución al aprendizaje de la biología en estudiantado de secundaria. Un estudio de caso. *Tesis doctoral*, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

**Valbuena, E (2007).** El conocimiento didáctico del contenido biológico: Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia). *Tesis Doctoral*, Madrid. ISBN: 978-84-669-3101-4

**Valeiras, N y Meinardi, E. (2007).** La enseñanza de la biología, las reformas educativas y la realidad del profesorado en Argentina. *Alambique*, N° 51, pp. 58 – 65.

**Vygotsky, L. S. (1996).** *Pensamiento y Lenguaje*. Quinto Sol, Mexico.

**Wang, H. y Marshall, D. (2002).** Science Instruction with a Humanistic Twist: Teacher's Perception and the Practice in Using the History of Science in Their Classrooms. *Science & Education* 11, 169-189.

**Zamorano, R; Gibas, H.; Moro, L. y Viau, E. (2006).** Evaluación de un modelo didáctico analógico para el aprendizaje de energía interna y temperatura. *Rev. Eureka*. 3(3), pp. 392-408.

---

## **ANEXOS**

---

**Anexo I.** Cuestionario Tipo Likert aplicado a profesores de biología

**Anexo II.** Validación a juicio de expertos

**Anexo III.** Entrevista a profesores de biología

**Anexo IV.** Transcripciones taller de reflexión docente

**Anexo V.** Transcripción de observación de clases

**Anexo VI.** Análisis dominios discursivos con Atlas-ti

**Anexo VII.** Fichas de trabajo para docentes

## ANEXO I



Santiago de Chile, Agosto 2007

### Estimado(a) profesor(a)

Se ha considerado la necesidad y pertinencia de develar las concepciones que el profesorado posee en torno a la Naturaleza de la Ciencia Y el desarrollo de competencias de pensamiento científico, las cuales están presentes en nuestras prácticas profesionales. A continuación, se propone un cuestionario estructurado que tiene por objetivo principal identificar y caracterizar tales concepciones.

Agradecemos desde ya su valiosa colaboración profesional en esta investigación, que pretende contribuir a mejorar la calidad de la Enseñanza de las Ciencias Naturales en nuestro país.

**Toda la información que se recopile en esta actividad de investigación es de uso estrictamente confidencial**

### Instrucciones

El presente cuestionario que consta de 80 enunciados sobre los cuales se le solicita emitir su opinión, según la siguiente escala de valoración:

Valoraciones	Clave	Explicación de la valoración
<b>Totalmente de Acuerdo</b>	<b>TA</b>	<i>Si usted <b>comparte</b> el contenido del enunciado tal y como está redactado</i>
<b>Parcialmente de Acuerdo</b>	<b>PA</b>	<i>Si usted <b>comparte</b> el contenido central del enunciado en algunos de sus aspectos</i>
<b>Parcialmente en Desacuerdo</b>	<b>PD</b>	<i>Si usted <b>no comparte</b> el contenido central del enunciado, aunque está de acuerdo en alguno de sus aspectos</i>
<b>Totalmente en Desacuerdo</b>	<b>TD</b>	<i>Si usted <b>no comparte</b> el contenido central del enunciado en ninguno de sus aspectos</i>



10. Función(es) que Usted desempeña dentro del establecimiento:

a. Sólo profesor de una disciplina científica específica en Enseñanza Media	<input type="checkbox"/>
b. Profesor de dos disciplinas científicas en Enseñanza Media	<input type="checkbox"/>
c. Otra modalidad (especificar)	<input type="checkbox"/>

## II. Antecedentes Académicos

1. Institución de Educación Superior en que se formó como profesor(a) de Ciencias Naturales:

2. Modalidad del título obtenido (marque con una cruz):

a. Profesor de Física	<input type="checkbox"/>
b. Profesor de Química	<input type="checkbox"/>
c. Profesor de Biología	<input type="checkbox"/>
d. Profesor de Matemáticas	<input type="checkbox"/>
e. Profesor de Matemáticas y Física	<input type="checkbox"/>
f. Profesor de Física y Computación	<input type="checkbox"/>
g. Profesor de Biología y Ciencias	<input type="checkbox"/>
h. Profesor de Química y Ciencias	<input type="checkbox"/>
i. Profesor de Física y Ciencias	<input type="checkbox"/>
j. Otro (especificar)	<input type="checkbox"/>

3. Grado(s) Académico(s) obtenido(s):

4. Año de titulación:

5. En su formación inicial como profesor de Ciencias usted puede haber recibido formación en **Filosofía de las Ciencias** ¿Podría señalar en qué modalidad se le impartieron los contenidos de esta disciplina? (tenga presente que puede marcar más de una opción)

a. En una asignatura específica de Filosofía de la Ciencias	<input type="checkbox"/>
b. Como un contenido específico dentro de una asignatura no específica	<input type="checkbox"/>
c. Como un contenido dentro de alguna disciplina específica (Ej.: Física, Química, Biología)	<input type="checkbox"/>
d. Otra modalidad (especificar)	<input type="checkbox"/>
e. No recibió formación en Filosofía de las Ciencias	<input type="checkbox"/>

6. En su formación inicial como profesor de Ciencias usted puede haber recibido formación en **Historia de las Ciencias** ¿Podría señalar en qué modalidad se le impartieron los contenidos de esta disciplina? (tenga presente que puede marcar más de una opción)

a. En una asignatura específica de Historia de las Ciencias	<input type="checkbox"/>
b. Como un contenido específico dentro de una asignatura no específica	<input type="checkbox"/>
c. Como un contenido dentro de alguna disciplina específica (Ej.: Física, Química, Biología)	<input type="checkbox"/>

d. Otra modalidad (especificar)	<input type="checkbox"/>
e. No recibió formación en Historia de las Ciencias	<input type="checkbox"/>

7. En su formación inicial como profesor de Ciencias usted puede haber recibido formación en **Didáctica de las Ciencias** ¿Podría señalar en qué modalidad se le impartieron los contenidos de esta disciplina? (tenga presente que puede marcar más de una opción)

a. En una asignatura específica de Didáctica de las Ciencias	<input type="checkbox"/>
b. Como un contenido específico dentro de una asignatura no específica	<input type="checkbox"/>
c. Como un contenido dentro de alguna disciplina específica (Ej.: Física, Química, Biología)	<input type="checkbox"/>
d. Otra modalidad (especificar)	<input type="checkbox"/>
e. No recibió formación en Didáctica de las Ciencias	<input type="checkbox"/>

8. En su *formación permanente* como profesor de Ciencias usted puede haber recibido *perfeccionamiento* en el área de **Didáctica de las Ciencias**. ¿Podría señalar en qué modalidad(es) se le impartió dicho perfeccionamiento? (tenga presente que puede marcar más de una opción)

a. Perfeccionamiento Fundamental del Ministerio de Educación impartido por instituciones formadoras de profesores	<input type="checkbox"/>
b. Cursos contratados por el establecimiento al cual pertenece en modalidad de asistencia técnica	<input type="checkbox"/>
c. Cursos impartidos por algunas instituciones y que usted ha seguido en forma particular	<input type="checkbox"/>
d. Otra modalidad (especificar)	<input type="checkbox"/>
e. No ha recibido perfeccionamiento en el área de Didáctica de las Ciencias	<input type="checkbox"/>

### CUESTIONARIO ACERCA DE LA IMAGEN DE CIENCIA DE LOS PROFESORES

Marque con una cruz la valoración correspondiente, según su apreciación personal para cada uno de los enunciados.

N°	Enunciado	Valoración			
		TA	PA	PD	TD
1	La historia de la ciencia permite relacionar, la construcción del conocimiento científico escolar, con el entramado valórico y cultural de quienes lo elaboran y divulgan.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	La enseñanza de teorías científicas debe promover la relación entre los conceptos científicos, en los diferentes campos de un saber erudito.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	El profesorado de ciencias debe enseñar que el método científico tiene una secuencia ordenada y sistemática de pasos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	El desarrollo de competencias de pensamiento científico por parte del profesorado, se logra con objetivos e instrucciones claras y precisas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Las ciencias tienen carácter experimental, para ello es indispensable que los estudiantes construyan los hechos científicos, a partir de los hechos del mundo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	El docente de ciencias, debe enseñar los conocimientos científicos contextualizados al mundo real del estudiantado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	El profesorado debe enseñar el conocimiento verdadero, confiable, definitivo e incuestionable, que se produce en la comunidad científica.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Los problemas diseñados para la actividad científica escolar, son problemas, sólo si surgen del mundo real de los estudiantes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	La autoevaluación puede potenciar, en los estudiantes el proceso de aprendizaje de la naturaleza de la ciencia.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	El profesorado de ciencias ha de enseñar a resolver problemas científicos de manera <i>racional (por ejemplo, el modelo de cambio químico)</i> y <i>razonable (por ejemplo, la explicación de la combustión de una vela)</i> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	El profesorado que enseña ciencias, ha de basarse principalmente en los libros de texto y otros materiales, como apoyo a su trabajo en el aula.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12	Las estrategias, técnicas e instrumentos que utilice el docente para evaluar los aprendizajes científicos de los estudiantes, deben ser objetivas para resultar justas.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
13	Un estudiante competente en ciencias, genera conclusiones a partir de sus observaciones sin necesidad de acudir a teorías.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
14	La incorporación de episodios históricos acerca de y sobre la ciencia, promueve aprendizajes significativos en los estudiantes.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
15	El enunciado de leyes, fórmulas y algoritmos de una teoría científica es suficiente para que los estudiantes aprendan ciencias.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
16	Se debe propiciar la resolución de problemas científicos en distintas asignaturas, en las que se compartan conceptos teóricos. Por ejemplo, <i> fuerza gravitatoria</i> (Física); <i> fuerza de disociación iónica</i> (Química).	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
17	El profesorado es un mediador entre el conocimiento científico de los expertos y el estudiantado, para contribuir a transformar las pautas sociales, culturales y científicas vigentes.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
18	La enseñanza de las ciencias promueve en el estudiantado, una actitud ciudadana crítica y responsable.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
19	El profesorado de ciencias debe investigar y reflexionar sistemáticamente sus prácticas de aula, para mejorar la calidad de su trabajo.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
20	La resolución de problemas científicos constituye el eje principal de los procesos de desarrollo del estudiantado en el ámbito de las ciencias.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>

21	La enseñanza de las ciencias permite explicar el mundo cotidiano con teoría científica.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
22	La metodología científica permite al investigador en ciencias utilizar la intuición y la imaginación en cualquier momento del proceso de construcción científica.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
23	El modelo teórico de evaluación que tiene el profesorado, condiciona la forma como el estudiantado aprende ciencia.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
24	Es recomendable que el estudiantado se enfrente a problemas científicos escolares, en los cuales siempre exista una relación teórica entre conceptos.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
25	Un estudiante competente en ciencias, moviliza conocimientos y habilidades para manipular eficientemente instrumental científico.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
26	La actividad escolar que desarrolla competencias de pensamiento científico, se centra en la entrega de datos, fórmulas y teorías.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
27	La objetividad de los científicos y sus métodos permiten que la ciencia sea neutral e imparcial frente a la interpretación de los fenómenos del mundo.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
28	La enseñanza de las ciencias en el aula debe considerar el significado que los estudiantes tienen de un concepto, aunque éste no corresponda con el significado científico correcto.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
29	El aprendizaje se adquiere en un proceso colectivo por el cual los estudiantes elaboran conocimiento que puede o no coincidir con los modelos teóricos de la ciencia	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
30	El profesorado de ciencias puede utilizar la historia de la ciencia para diseñar actividades y estrategias significativas de enseñanza.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>

31	El aprendizaje en ciencias se favorece cuando el docente considera los aspectos emocionales y sociales de sus estudiantes.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
32	Una competencia de pensamiento científico expresa expectativas valoradas por la sociedad, el profesorado y el propio sujeto que aprende.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
33	La evaluación sumativa, en el modelo constructivista de aprendizaje científico, permite establecer cuánto aprendió el estudiante al final del proceso.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
34	Un estudiante competente en ciencias, integra conocimientos, actitudes y valores de la comunidad científica, en la clase de ciencias.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
35	Las actitudes del estudiantado hacia la ciencia se pueden evaluar durante el desarrollo de las actividades experimentales.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
36	Los modelos teóricos que se aprenden, se corresponden con los modelos científicos válidamente aceptados.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
37	El proceso de enseñanza, evaluación y aprendizaje de las ciencias se ve favorecido cuando el docente controla el orden de los estudiantes en la sala de clases.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
38	Incorporar la historia de la ciencia en la enseñanza, es innecesario desde el punto de vista de comprender la ciencia que se transmite.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
39	Un buen problema científico escolar es aquel que siempre conduce a un resultado numérico.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
40	El profesorado debe adoptar un modelo de ciencia y de enseñanza de las ciencias, epistemológicamente fundamentado.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>

41	El desarrollo de habilidades y destrezas que promueve el profesorado, contribuye a las competencias de pensamiento científico para autorregular los aprendizajes.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
42	El docente de ciencias debe prestar especial atención a los modelos teóricos de los contenidos científicos que ha de enseñar.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
43	El docente de ciencias debe seleccionar actividades experimentales que le permitan, siempre, comprobar los modelos teóricos que enseña.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
44	El aprendizaje científico escolar, se produce cuando los profesores reemplazan las concepciones incorrectas de los estudiantes por las de las teorías científicas.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
45	El docente de ciencias, cuando investiga sus prácticas, debe profundizar la didáctica de su saber erudito en el aula.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
46	La enseñanza de las ciencias se basa en dejar que los estudiantes descubran, por sí mismos, los conceptos científicos.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
47	Un estudiante competente en ciencias, reconoce las limitaciones o ventajas de apoyarse en teorías para explicar un fenómeno.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
48	El aprendizaje científico escolar permite que el estudiante sustituya totalmente las ideas previas o cotidianas poco elaboradas, por otras del ámbito científico.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
49	El aprendizaje científico escolar es un proceso por el cual el estudiantado relaciona su conocimiento, tanto con el de sus pares como con el de otras fuentes.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
50	Los estudiantes pueden aprender activamente conceptos científicos inapropiados, fuera de la escuela para interpretar la realidad y su propia experiencia.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>

51	Los modelos teóricos con los cuales los estudiantes interpretan el mundo cambian después de un proceso de aprendizaje de las ciencias.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
52	El cambio de una teoría científica por otra se basa en criterios objetivos: prevalece la que explica mejor el conjunto de fenómenos a que se refiere.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
53	El modelo cognitivo de ciencia permite comprender la construcción del conocimiento científico en la historia.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
54	La historia de la ciencia genera patrones de desarrollo individual y colectivo, independientes de la fundamentación de las teorías didácticas.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
55	Las perspectivas históricas en que se basa la enseñanza de las ciencias, son independientes de la imagen de ciencia que aprenden los estudiantes.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
56	Los conocimientos científicos que han adquirido un reconocimiento y legitimación universal, difícilmente cambian.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
57	Los hechos, conceptos y principios de la ciencia constituyen el núcleo central del proceso evaluativo del profesorado.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
58	Las ciencias son rigurosas, ya que, bajo criterios sumamente claros y precisos, seleccionan y presentan un determinado modelo del mundo.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
59	La enseñanza reflexiva del método científico permite que el estudiantado cambie su forma de actuar frente a nuevas situaciones del mundo real.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
60	El profesorado de ciencias debe enseñar a resolver problemas científicos, entregando las fórmulas y/o algoritmos requeridos por el estudiantado.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>

61	El estudiante debe aprender la metodología de investigación científica basada en etapas sucesivas y jerárquicas rigurosamente planificadas.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
62	El estudiante debe participar en las decisiones acerca de qué y cómo aprender, porque él es responsable de su aprendizaje científico.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
63	La enseñanza de las ciencias permite que los estudiantes reemplacen sus modelos incorrectos acerca de la realidad, por conceptos científicamente correctos.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
64	Las actividades experimentales son imprescindibles para justificar la enseñanza de los modelos teóricos.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
65	En el aprendizaje de las ciencias, cada profesor proporciona a los estudiantes información necesaria para que éstos la organicen según su propia experiencia.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
66	Los criterios que poseen las ciencias son parciales porque los hechos de la naturaleza están sujetos a interpretaciones individuales y sociales.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
67	La evaluación de los aprendizajes científicos debe incorporar contenidos actitudinales, traducidos a indicadores de rendimiento (notas).	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
68	La incorporación de la historia de la ciencia en la enseñanza, ofrece la oportunidad de mostrar al conocimiento científico como una actividad humana mediada por contextos socio-culturales.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
69	Las bases de orientación, "Uve de Gowin" y mapas conceptuales, son algunos de los instrumentos evaluativos para calificar aprendizajes científicos.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
70	La utilización de la historia de la ciencia en la enseñanza, debe tener una fundamentación didáctica del conocimiento erudito.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>

71	En la enseñanza de las ciencias se obtienen aprendizajes definitivos, aún si no se consideran los conocimientos previos.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
72	La ciencia que se enseña en el aula es un conocimiento sin componentes ideológicos, sociales y culturales.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
73	La transparencia metacognitiva debiera favorecer la comunicación de los productos y procesos evaluativos, entre el profesorado de ciencia y sus estudiantes.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
74	Un estudiante es competente en ciencias, cuando argumenta a partir de la búsqueda de explicaciones a los posibles resultados.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
75	La evaluación dinámica y permanente de los conocimientos científicos, es una estrategia para apoyar el proceso de aprendizaje del estudiantado.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
76	No siempre que se enseña un determinado concepto científico, se dispone de equipamiento apropiado, lo que constituye un problema para que los estudiantes aprendan.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
77	Para abordar situaciones problemáticas en la construcción de conocimientos se ha de considerar el lenguaje cotidiano del estudiantado.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
78	Aprender a aprender ciencias, implica evaluar y coevaluar con los compañeros las distintas actividades que promueve el profesorado.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
79	En el desarrollo histórico del conocimiento científico, no hay retrocesos ni estancamientos que condicionen o determinen avances en las ciencias.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>
80	Las mediciones SIMCE, PSU, PISA, TIMMS, reflejan competencias de pensamiento científico de manera válida y confiable.	TA <input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/>	PD <input type="checkbox"/>	TD <input type="checkbox"/>

## ANEXO II



### **VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE NATURALEZA DE LA CIENCIA Y COMPETENCIAS CIENTÍFICAS<sup>39</sup>**

#### **Introducción**

Se ha considerado la necesidad y pertinencia de develar las concepciones que el profesorado en ejercicio posee en torno a la *naturaleza de la ciencia y el desarrollo de competencias científicas en estudiantes de enseñanza media mediante el enfrentamiento a la resolución de problemas*, las cuales están presentes de manera habitual en sus prácticas profesionales. A continuación, se propone un cuestionario que tiene por objetivo principal identificar y caracterizar tales concepciones.

Para lo anterior, **se han considerado ocho (8) dimensiones**, las cuales se cree que podrían dar cuenta de las concepciones del profesor acerca de la relación entre *naturaleza de la ciencia y el desarrollo de competencias científicas en estudiantes de enseñanza media mediante el enfrentamiento a la resolución de problemas*. Tales dimensiones son: naturaleza de la ciencia (**NC**), enseñanza de las ciencias (**EC**), aprendizaje de las ciencias (**AC**), historia de la ciencia (**HC**), evaluación de los aprendizajes científicos(**EA**), rol del profesorado de ciencias(**PC**), resolución de problemas científicos(**RP**) y competencias de pensamiento científico(**CC**). A continuación se adjunta el cuestionario con **80 enunciados** ante el cual ha de emitir su opinión en cada una de las dimensiones anteriores, según los siguientes aspectos:

---

<sup>39</sup> Proyecto FONDECYT 1070795 “Identificación, caracterización y promoción de competencias científicas en estudiantes de enseñanza media mediante el enfrentamiento a la resolución de problemas. Un aporte al mejoramiento de la calidad de los aprendizajes y a la Reforma”

### I) Aspectos formales del cuestionario

1. *Claridad* de las instrucciones para completarlo fluidamente
2. *Claridad* de la redacción de los enunciados que lo conforman.

### II) Aspectos conceptuales del cuestionario

1. *Pertinencia* del cuestionario respecto a lo que persigue como instrumento de medición.
2. *Pertinencia* de cada enunciado respecto de la dimensión subordinada.
3. *Pertinencia* del contenido de cada enunciado.
4. *Pertinencia* de cada una de las ocho dimensiones seleccionadas para el propósito de la medición.

## INSTRUCCIONES GENERALES PARA LOS JUECES QUE VALIDAN EL CUESTIONARIO

- A. La validación de este cuestionario consta de tres partes.
- B. Para la validación se utiliza una escala ordinal que considera valores de 1 a 4 para calificar los conceptos de claridad y pertinencia descritos anteriormente. Considere al valor “4” como el máximo y el valor “1” como el mínimo
- C. Marque con una X el número correspondiente, según su juicio de valor para las distintas categorías incluidas en alguna de las tres partes de la validación de este cuestionario
- D. Se incluye además una sección de “observaciones” para que, si lo considera apropiado pueda precisar o justificar alguna de sus respuestas, debidamente argumentadas.
- E. Al finalizar la validación de este instrumento, le rogamos *no olvidar citar sus antecedentes personales*.

Agradecemos desde ya su valiosa colaboración profesional en esta validación que pretende contribuir a mejorar la calidad de este instrumento de investigación.

**Toda la información que se recopile en esta actividad de investigación es de uso estrictamente confidencial**

*¡Muchas gracias por su colaboración!*

*Equipo de Investigación FONDECYT-PUC 1070795*

---

## Primera Parte: “Las Instrucciones del Cuestionario”

- **Instrucciones para los jueces:**

- 1.- Esta parte corresponde a la validación de las Instrucciones del Cuestionario
- 2.- Marque con una cruz la valoración correspondiente, según su apreciación personal para cada una de las secciones consultadas

*Objetivos de esta Sección:* Determinar la **claridad** de las instrucciones para completar fluidamente el cuestionario

### Estimado(a) profesor(a)

Se ha considerado la necesidad y pertinencia de develar las concepciones que el profesorado posee en torno a la ciencia, su enseñanza y aprendizaje, las cuales están presentes en nuestras prácticas profesionales. A continuación, se propone un cuestionario estructurado que tiene por objetivo principal identificar y caracterizar tales concepciones.

Agradecemos desde ya su valiosa colaboración profesional en esta investigación, que pretende contribuir a mejorar la calidad de la Enseñanza de las Ciencias Naturales en nuestro país.

**Toda la información que se recopile en esta actividad de investigación es de uso estrictamente confidencial**

### *Instrucciones*

El presente cuestionario que consta de 80 enunciados sobre los cuales se le solicita emitir su opinión, según la siguiente escala de valoración:

<b>Valoraciones</b>	<b>Clave</b>	<b>Explicación de la valoración</b>
Totalmente de Acuerdo	TA	<i>Si usted <b>comparte</b> el contenido del enunciado tal y como está redactado</i>
Parcialmente de Acuerdo	PA	<i>Si usted <b>comparte</b> el contenido central del enunciado en algunos aspectos</i>
Parcialmente en Desacuerdo	PD	<i>Si usted <b>no comparte</b> el contenido central del enunciado, aunque está de acuerdo con alguno de sus aspectos</i>
Totalmente en Desacuerdo	TD	<i>Si usted <b>no comparte</b> el contenido central del enunciado en ninguno de sus aspectos</i>

Marque con una cruz la valoración correspondiente, según su apreciación personal para cada una de los enunciados.

• **Evaluación de los jueces acerca de las instrucciones del Cuestionario**

- **Claridad de las instrucciones** para completar fluidamente el cuestionario.

1	2	3	4	Observaciones

**Observaciones (OPTATIVAS) del Juez Evaluador con respecto a las Instrucciones**

**Segunda Parte: “El Cuestionario”**

• **Instrucciones para los jueces:**

1. Esta parte corresponde a la validación del contenido del Cuestionario
2. Frente a cada dimensión y enunciado existe una escala ordinal que considera valores de 1 a 4 para calificar los conceptos de claridad y pertinencia descritos anteriormente. Considere al valor “4” como el máximo y el valor “1” como el mínimo
3. Marque con una cruz la valoración correspondiente, según su apreciación personal para cada una de las secciones consultadas

*Objetivos de esta Sección:*

- Determinar la **claridad de la redacción** de los enunciados que conforman el cuestionario (**Clave CR**).
- Determinar la **pertinencia de cada enunciado** respecto de la dimensión subordinada (**Clave PE**).
- Determinar la **pertinencia del contenido** de cada enunciado (**Clave PC**)

<b>Dimensión 1</b>		<b>CR</b>				<b>PD</b>				<b>PC</b>			
<b>Naturaleza de la Ciencia</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
9	La metodología científica permite al investigador en ciencias utilizar la intuición y la imaginación en cualquier momento del proceso de construcción científica												
11	El estudiante debe aprender la metodología de investigación científica basada en etapas sucesivas y jerárquicas rigurosamente planificadas.												
14	Las ciencias tienen carácter experimental, para ello es indispensable que los estudiantes construyan los hechos científicos, a partir de los hechos del mundo.												
18	Los criterios que poseen las ciencias son parciales porque los hechos de la naturaleza están sujetos a interpretaciones individuales y sociales.												
33	La objetividad de los científicos y sus métodos permiten que la ciencia sea neutral e imparcial frente a la interpretación de los fenómenos del mundo.												
36	El profesorado debe adoptar un modelo de ciencia y de enseñanza de las ciencias epistemológicamente fundamentado.												
47	El profesorado debe enseñar el conocimiento verdadero, confiable, definitivo e incuestionable que se produce en la comunidad científica.												
48	Las ciencias son rigurosas, ya que, bajo criterios sumamente claros y precisos, seleccionan y presentan un determinado modelo del mundo.												
51	El cambio de una teoría científica por otra se basa en criterios objetivos: prevalece la que explica mejor el conjunto de fenómenos a que se refiere.												
59	Difícilmente cambian los conocimientos científicos que han adquirido un reconocimiento y legitimación universal.												

**Observaciones (OPTATIVAS) del Juez Evaluador con respecto a la Dimensión 1**

---



---



---



---

<b>Dimensión 2</b>		<b>CR</b>				<b>PD</b>				<b>PC</b>			
<b>Enseñanza de las Ciencias</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
12	La ciencia que se enseña en el aula es un conocimiento sin componentes ideológicos, sociales y culturales.												
17	La enseñanza de las ciencias permite que los estudiantes reemplacen sus modelos incorrectos acerca de la realidad por conceptos científicamente correctos.												
19	Las actividades experimentales son imprescindibles para justificar la enseñanza de los modelos teóricos.												
29	La enseñanza de las ciencias en el aula debe considerar el significado que los estudiantes tienen de un concepto, aunque éste no corresponda con el significado científico correcto.												
31	La enseñanza de teorías científicas debe promover la relación entre los conceptos científicos en los diferentes campos de un saber erudito.												
32	La enseñanza de las ciencias promueve en el estudiantado una actitud ciudadana crítica y responsable.												
37	La enseñanza reflexiva del método científico permite que el estudiantado cambie su forma de actuar frente a nuevas situaciones del mundo real.												
38	La enseñanza de las ciencias debe explicar el mundo cotidiano con teoría científica.												
53	En la enseñanza de las ciencias se obtienen aprendizajes definitivos aún si no se consideran los conocimientos previos.												
55	La enseñanza de las ciencias se basa en dejar que los estudiantes descubran, por sí mismos, los conceptos científicos.												

**Observaciones (OPTATIVAS) del Juez Evaluador con respecto a la Dimensión 2**

---



---



---



---

<b>Dimensión 3</b>		<b>CR</b>				<b>PD</b>				<b>PC</b>			
<b>Historia de la Ciencia</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
5	La historia de la ciencia permite relacionar la construcción del conocimiento científico escolar con el entramado valórico y cultural de quienes lo elaboran y divulgan.												
10	Incorporar la historia de la ciencia en la enseñanza es innecesario desde el punto de vista de comprender la ciencia que se transmite.												
22	La incorporación de la historia de la ciencia en la enseñanza, ofrece la oportunidad de mostrar al conocimiento científico como una actividad humana mediada por contextos socio-culturales.												
23	El modelo cognitivo de ciencia permite comprender la construcción del conocimiento científico en la historia.												
25	Las perspectivas históricas en que se basa la enseñanza de las ciencias son independientes de la imagen de ciencia que aprenden los estudiantes.												
30	La incorporación de episodios históricos acerca de y sobre la ciencia promueve aprendizajes significativos en los estudiantes.												
35	El profesorado de ciencias puede utilizar la historia de la ciencia para diseñar actividades y estrategias significativas de enseñanza.												
41	La historia de la ciencia genera patrones de desarrollo individual y colectivo independientes de la fundamentación de las teorías didácticas.												
44	En el desarrollo histórico del conocimiento científico, no hay retrocesos ni estancamientos que condicionen o determinen avances en las ciencias.												
45	La utilización de la historia de la ciencia en la enseñanza debe tener una fundamentación didáctica del conocimiento erudito.												

**Observaciones (OPTATIVAS) del Juez Evaluador con respecto a la Dimensión 3**

---



---



---



---

<b>Dimensión 4</b>		<b>CR</b>				<b>PD</b>				<b>PC</b>			
<b>Aprendizaje de las Ciencias</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
4	El aprendizaje se adquiere en un proceso colectivo por el cual los estudiantes elaboran conocimiento que pueden o no coincidir con los modelos teóricos de la ciencia												
15	Aprender a aprender ciencias implica evaluar y coevaluar con los compañeros las distintas actividades que promueve el profesorado.												
20	Los modelos teóricos que se aprenden se corresponden con los modelos científicos válidamente aceptados.												
24	El aprendizaje científico escolar es un proceso por el cual el estudiantado relaciona su conocimiento, tanto con el de sus pares como con el de otras fuentes.												
34	El aprendizaje científico escolar se produce cuando los profesores reemplazan las concepciones incorrectas de los estudiantes por las teorías científicas.												
39	Los modelos teóricos con los cuales los estudiantes interpretan el mundo cambian después de un proceso de aprendizaje de las ciencias.												
40	El aprendizaje científico escolar permite que el estudiante sustituya totalmente las ideas previas o cotidianas poco elaboradas, por otras del ámbito científico.												
52	El estudiante debe participar en las decisiones acerca de qué y cómo aprender, porque él es responsable de su aprendizaje científico.												
54	Los estudiantes pueden aprender activamente conceptos científicos fuera de la escuela, inapropiados para interpretar la realidad y su propia experiencia.												
57	En el aprendizaje de las ciencias, cada profesor proporciona a los estudiantes información necesaria para que estos la organicen significativamente según su propia experiencia.												

**Observaciones (OPTATIVAS) del Juez Evaluador con respecto a la Dimensión 4**

---



---



---



---

<b>Dimensión 5</b>		<b>CR</b>				<b>PD</b>				<b>PC</b>			
<b>Evaluación de los Aprendizajes Científicos</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1	La evaluación dinámica y permanente de los conocimientos científicos es una estrategia para apoyar el proceso de aprendizaje del estudiantado.												
6	La autoevaluación puede potenciar en los estudiantes el proceso de aprendizaje de la naturaleza de la ciencia.												
13	El modelo teórico de evaluación que tiene el profesorado condiciona la forma como el estudiantado aprende ciencia.												
28	La evaluación sumativa, en el modelo constructivista de aprendizaje científico, permite establecer cuánto aprendió el estudiante al final del proceso.												
42	La transparencia metacognitiva debiera favorecer la comunicación de los productos y procesos evaluativos entre el profesorado de ciencia y sus estudiantes.												
49	Las bases de orientación, "Uve de Gowin" y mapas conceptuales, son algunos de los instrumentos evaluativos para calificar aprendizajes científicos.												
50	Los hechos, conceptos y principios de la ciencia constituyen el núcleo central del proceso evaluativo del profesorado.												
56	Las estrategias, técnicas e instrumentos que utilice el docente para evaluar los aprendizajes científicos de los estudiantes, deben ser objetivas para resultar justas.												
58	Las actitudes del estudiantado hacia la ciencia se pueden evaluar durante el desarrollo de las actividades experimentales.												
60	La evaluación de los aprendizajes científicos debe incorporar contenidos actitudinales, traducidos a indicadores de rendimiento (notas).												

**Observaciones (OPTATIVAS) del Juez Evaluador con respecto a la Dimensión 5**

---



---



---



---

<b>Dimensión 6</b>		<b>CR</b>				<b>PD</b>				<b>PC</b>			
<b>Rol del Profesorado de Ciencias</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
2	El profesorado de ciencias debe enseñar que el método científico tiene una secuencia ordenada y sistemática de pasos.												
3	El docente de ciencias, debe prestar especial atención a los modelos teóricos de los contenidos científicos que ha de enseñar.												
7	El profesorado es un mediador entre el conocimiento científico de los expertos y el estudiantado, para contribuir a transformar las pautas sociales, culturales y científicas vigentes.												
8	El proceso de enseñanza, evaluación y aprendizaje de las ciencias se ve favorecido cuando el docente controla el orden de los estudiantes en la sala de clases.												
16	El profesorado que enseña ciencias, ha de basarse principalmente en los libros de texto y otros materiales, como apoyo a su trabajo en el aula.												
21	El docente de ciencias, debe enseñar los conocimientos científicos contextualizados al mundo real del estudiantado.												
26	El docente de ciencias, cuando investiga sus prácticas, debe profundizar la didáctica de su saber erudito en el aula.												
27	El docente de ciencias debe seleccionar actividades experimentales que le permitan siempre comprobar los modelos teóricos que enseña.												
43	El profesorado de ciencias debe investigar y reflexionar sistemáticamente sus prácticas de aula para mejorar la calidad de su trabajo.												
46	El aprendizaje en ciencias, se favorece cuando el docente considera los aspectos emocionales y sociales de sus estudiantes.												

**Observaciones (OPTATIVAS) del Juez Evaluador con respecto a la Dimensión 6**

---



---



---



---

<b>Dimensión 7</b>		<b>CR</b>				<b>PD</b>				<b>PC</b>			
<b>Resolución de Problemas Científicos</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
61	La resolución de problemas científicos constituye el eje principal de los procesos de desarrollo del estudiantado en el ámbito de las ciencias.												
62	Los problemas diseñados para la actividad científica escolar, son problemas, sólo si surgen del mundo real de los estudiantes.												
63	No siempre que se enseña un determinado concepto científico se dispone de equipamiento apropiado, lo que constituye un problema para que los estudiantes aprendan.												
64	El enunciado de leyes, fórmulas y algoritmos de una teoría científica es suficiente para que los estudiantes aprendan ciencias.												
65	Es recomendable que el estudiantado se enfrente a problemas científicos escolares, en los cuales siempre exista una relación teórica entre conceptos.												
66	Se debe propiciar la resolución de problemas científicos en distintas asignaturas, en las que se compartan conceptos teóricos. Por ejemplo, <i>fuerza</i> gravitatoria (Física); <i>fuerza</i> de disociación iónica (Química).												
67	Para abordar situaciones problemáticas en la construcción de conocimientos se ha de considerar el lenguaje cotidiano del estudiantado.												
68	El profesorado de ciencias ha de enseñar a resolver problemas científicos de manera <i>racional</i> (por ejemplo, <i>el modelo de cambio químico</i> ) y <i>razonable</i> (por ejemplo, <i>la explicación de la combustión de una vela</i> ).												
69	El profesorado de ciencias debe enseñar a resolver problemas científicos entregando las fórmulas y/o algoritmos requeridos por el estudiantado.												
70	Un buen problema científico escolar es aquel que siempre conduce a un resultado numérico.												

**Observaciones (OPTATIVAS) del Juez Evaluador con respecto a la Dimensión 7**

---



---



---



---

<b>Dimensión 8</b>		<b>CR</b>				<b>PD</b>				<b>PC</b>			
<b>Competencias de Pensamiento Científico</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
71	Un estudiante es competente en ciencias, cuando argumenta a partir de la búsqueda de explicaciones a los posibles resultados.												
72	Las mediciones SIMCE, PSU, PISA, TIMMS, reflejan competencias de pensamiento científico de manera válida y confiable.												
73	La actividad escolar que desarrolla competencias de pensamiento científico, se centra en la entrega de datos, fórmulas y teorías.												
74	Un estudiante competente en ciencias reconoce las limitaciones o ventajas de apoyarse en teorías para explicar un fenómeno.												
75	Un estudiante competente en ciencias genera conclusiones a partir de sus observaciones sin necesidad de acudir a teorías.												
76	Una competencia de pensamiento científico expresa expectativas valoradas por la sociedad, el profesorado y el propio sujeto que aprende.												
77	El desarrollo de habilidades y destrezas que promueve el profesorado, contribuye a las competencias de pensamiento científico para autorregular los aprendizajes.												
78	Un estudiante competente en ciencias, integra conocimientos, actitudes y valores de la comunidad científica en la clase de ciencias.												
79	El desarrollo de competencias de pensamiento científico por parte del profesorado, se logra con objetivos e instrucciones claras y precisas.												
80	Un estudiante competente en ciencias, moviliza conocimientos y habilidades para manipular eficientemente instrumental científico.												

**Observaciones (OPTATIVAS) del Juez Evaluador con respecto a la Dimensión 8**

---



---



---



---

### Tercera Parte: “Aspectos Conceptuales del Cuestionario”

- Instrucciones para los jueces:**

- 1.- Esta parte corresponde a la validación de los aspectos conceptuales del Cuestionario
- 2.- Marque con una cruz la **valoración** correspondiente, según su apreciación personal para cada una de las secciones consultadas

*Objetivos de esta Sección:*

- Determinar la **pertinencia del propósito** del cuestionario respecto a lo que persigue como instrumento de medición.
- Determinar la **pertinencia de cada una de las ocho dimensiones** seleccionadas para el propósito de la medición

- **Pertinencia del propósito** del cuestionario respecto a lo que persigue como instrumento de medición.

1	2	3	4	Observaciones

- **Pertinencia de cada una de las ocho dimensiones** seleccionadas para el propósito de la medición.

Dimensión	Clave	1	2	3	4	Observaciones
Naturaleza de la ciencia	NC					
Enseñanza de las ciencias	EC					
Historia de la ciencia	HC					
Aprendizaje de las ciencias	AC					
Evaluación de los aprendizajes científicos	EA					
Rol del profesorado de ciencias	RP					
Resolución de problemas científicos	PC					
Competencias de pensamiento científico	CC					

#### Antecedentes del Juez evaluador

Nombre	
Universidad	
País	
Especialidad / Área de Investigación	
E-mail de contacto	

### ANEXO III

#### ENTREVISTA PROFESORA MARÍA

**Entrevistador:** **María cuéntame ¿En qué colegios trabajas tú?**

**Profesora:** Yo trabajo en el Liceo Industrial Benjamín Franklin en Quinta Normal.

**Entrevistador:** **¿Es un Liceo Municipal? ¿Dónde queda?**

**Profesora**

Municipal, queda en Mapocho con la Plata

**Entrevistador:** **¿En qué altura más o menos de Mapocho?**

**Profesora**

En la altura del 4.000

**Entrevistador:** **¿Qué especialidad tienen ahí?**

**Profesora**

Tenemos mecánica, electrónica, telecomunicaciones y electricidad. Son 4 especialidades.

**Entrevistador:** **¿Qué haces? Cómo ves el estilo educativo del Benjamín Franklin, por ejemplo en relación al Alberto Hurtado que queda como en el sector, aunque está en Estación Central.**

**Profesora** Lo que pasa que yo trabajaba... me cambiaron el año pasado al Benjamín Franklin, yo trabajaba en otro colegio de la comuna que era el B 79 ahí estuve 5 años.

**Entrevistador:** **¿Y esa era científico humanista?**

**Profesora**

No era científico humanista, también era técnico profesional, tenía contabilidad, secretariado y administración, esa eran las especialidades.

**Entrevistador:** **¿Y tú eres en ambos colegios profesora de biología diurna? ¿Entonces cómo cambia tu trabajo del uno al otro?**

**Profesora**

No varía mucho porque igual le hago clases a 1° y 2° y los planes están para los dos colegios exactamente igual, lo único que cambia que en el Liceo B 79 yo tenía 4 horas de clases, por lo tanto podía desarrollar todo el plan de estudio, podíamos extendernos, **podíamos repasar**<sub>1</sub>, podía hacer muchas cosas que ahora en el Benjamín Franklin **con 2**

horas de clases de biología no puedo hacer<sub>2</sub> y de hecho el año pasado no alcancé a pasar el programa completo<sub>3</sub>: La última Unidad que es la más importante del hombre con el medio ambiente<sub>4</sub> no se ve<sub>5</sub> y se queda así sin ver, porque yo hablando con la jefa de UTP me decía que en años anteriores la profesora que había estado a contrata que era llamaba Macarena, también se quedaba coja en esa Unidad, no la veía.

**Entrevistador:** En la última unidad te quedas coja. ¿Cuántas horas cubres en total en el colegio?

**Profesora**

40 de biología, porque tengo un hora de jefatura, tengo 40 cursos a mí cargo.

**Entrevistador:** ¿En la totalidad?

**Profesora** Si, todos los 1ros y todos los 2dos.

**P2 Entrevistador:** Por lo tanto tú eres la responsable de la mirada que los chicos van a tener de biología

**Profesora**

En el otro colegio no, porque tenía 10 cursos, compartíamos con el otro profesor que también viene al curso, pero es del otro colegio. Ahí trabajamos súper bien porque salíamos llevábamos los niños al Buinzoo, al zoológico<sub>1</sub>, trabajábamos como Depto. De Ciencias, acá en el colegio me siento sola<sub>2</sub>, de hecho me colocaron Depto. De Biología, para el día del profesor me regalaron un diploma por ser el mejor trabajo por depto., obviamente eran bromas, trabajo sola.

**P3. Entrevistador:** Y en ese trabajo ¿Qué es lo que tú privilegias, en tu manera de enfocar la biología?

**Profesora**

Yo privilegio que los niños entiendan<sub>1</sub>, en 1º medio ellos, como están formado ellos su estructura<sub>2</sub>, para que les sirva<sub>3</sub>. Hay que conocer el sistema como cuerpo y lo enfoco desde el punto de vista que por favor entiendan<sub>4</sub> porque típico que salen diciendo para qué la biología<sub>5</sub>, si voy a estudiar mecánica, electrónica, no me sirve de nada y además que los profesores de las especialidades nos hacen un flaco favor porque dicen que los ramos de plan común no sirven para nada, porque ellos van a ser mecánicos, etc., entonces ahí tenemos una pugna interna como colegio.

**P4 Entrevistador:** Está esa cultura instalada ahí.

**Profesora** Lamentablemente, ni siquiera en castellano le dicen a los chiquillos que de que les sirve lenguajes que no se preocupen si total aprobando los módulos están bien. Yo trato de enseñarles biología desde el punto de vista de su autocuidado<sub>1</sub> que para qué les va servir a ellos y entender biología<sub>2</sub> de que si el día de mañana les dicen que tienen problemas de cáncer que tienen algún problema con su hijo que viene en camino, si tienen

una enfermedad, **trato de enfocarlos desde el punto de vista lo social**<sup>3</sup> cómo puedo la biología hacerla desde mi vida diaria, en el diario vivir, lo mismo de la parte de la contaminación, que es parte del programa... **Tú tienes que saber si tu pareja el día de mañana abortó a los tres meses, que entiendas porqué**<sup>4</sup>, o sea que entienda qué pasó. Por que a él cuando le dijeron abortó pensó que la niña se había hecho algo, entonces que entendiera, también, que en los tres primeros meses hay abortos espontáneos. Que las enfermedades de transmisión sexual como nos podemos cuidar. **Yo lo veo desde ese punto de vista del autocuidado de ellos**<sup>5</sup>, además, lamentablemente, tenemos mucho índices de papás de niños que van hacer papás.

**Entrevistador:**        **¿Cuántos niños tienes por curso?**

**Profesora**  
45

**Entrevistador:**        **Y por 20, 900 alumnos aproximadamente., ¿Son todos varones?**

**Profesora**                La mayoría en este colegio ahora que estoy sí, son varones, tengo 2 a 3 alumnas por curso, por las especialidades, en el otro colegio estaba más parejito.

**Entrevistador:**        **¿Y tú eres profesora jefa de...?**

**Profesora**  
2do medio me tocó

**P5. Entrevistador:**    **¿Y como profesora jefe vamos como captando más cual es la vivencia de ellos para enfocar tu actividad de biología?**

**Profesora**  
Como profesora jefe nos dan las unidades temáticas, pero yo trato de hablar de todas las asignaturas, porque tenemos problemas, los alumnos nos dicen porque nos pasan castellano, para que nos pasan tantas matemáticas si yo voy hacer mecánico, entonces **yo tengo que discutir con ellos la parte que nosotros formamos una persona integral estamos formando un individuo, una persona en todos los aspectos**<sup>1</sup>.

**P6. Entrevistador**    **Y entonces Marcela estábamos comentando tu experiencia. Me estabas contando de los estudiantes y tu jefatura en 2º medio, los desafíos que tú ves desde allí y cómo vinculas eso con tu enfoque de la actividad de biología**

**Profesora**                Más que nada **nos toca tocar el tema de sexualidad**<sup>1</sup> en lo que es el consejo de curso, como orientación. Pero lamentablemente el consejo de curso tenemos que estar avocados en lo que son los problemas de rendimiento en general más que alguna asignatura en particular y los problemas de orientación para las especialidades. Entonces lo que le damos fuerte en consejo curso es orientación para las especialidades del colegio.

Porque ellos toman opción en tercero medio, a fines de segundo deciden que especialidad van a seguir, entonces nosotros como profesores de segundo tenemos que dejar eso claro.

**Entrevistador**      **¿Y en ese proceso se te va mucho tiempo?**  
**Profesora**            Mucho, por lo menos un semestre completo

**P7. Entrevistador**    **¿Aplican instrumentos?**

**Profesora**            Si, tenemos que ver lo de intereses, nos pasan una ficha, unos textos que tenemos que leer con los alumnos, **tenemos que trabajar en grupo, que ellos entiendan lo que es la toma de decisiones<sub>1</sub> y los valores<sub>2</sub>** que hay, porque nosotros, lamentablemente, estamos inmersos en una comuna con alto índice de delincuencia, drogadicción, entonces también debemos tocar esos temas. Hay alumnos que se hieren, tenemos a un alumno suspendido porque acuchilló a otro. Hay otros que consumieron floripondio dentro del colegio, otros que hicieron tal cosa. Todas esas cosas hay que enfocarlo y también **a mí sirve para la biología<sub>3</sub>, para poder entender porqué consumen esas cosas<sub>4</sub>**. Estamos en una comuna muy difícil

El problema que tengo yo con los alumnos, que trato de hablarlo con todos los alumnos es porqué ellos no estudian. Le puedo dar mi experiencia de mi prueba nivel que era de sistema digestivo, excretorio y respiratorio. Eran 3 sistemas pero en la prueba estaba el resumen de los 3 sistemas y **la prueba se basaba en los resúmenes<sub>5</sub>. Yo como profesora espero que si la prueba se basa en los resúmenes obtener notas suficientes y la mayoría son notas insuficientes<sub>6</sub>**. Y es **porque les da flojera leer, no quieren leer<sub>7</sub>**, porque les implica un trabajo intelectual que no quieren hacer. Están en la cultura de lo fácil, lo rápido, en lo; “Ah pero señorita, **¿Dónde sale esa respuesta?...no la encuentro... ¿Copio de aquí a aquí?**”<sub>8</sub>

**“No, tienes que deducir, no sirve que me copies, dame lo que tú entiendes<sub>9</sub>**  
Dice; ‘define con tus palabras’, tienes que estar... Lea las instrucciones de nuevo...”

**P8. Entrevistador**    **Háblame ¿Cómo visualizas tú que ellos aprenden?**

**Profesora**            (Risas)... **Ellos aprenden por reiteración, por reiteración, por reiteración<sub>1</sub>**... Hay chiquillos de tercero y cuarto que me dicen; “señorita y las mitocondrias, las células, los cloroplastos” y es **de tanto que les repito las cosas, de tanto que los hago escribir o de tanto que los hago dibujar<sub>2</sub>**. Tantas veces que tienen a hacer lo mismo reiteradamente. Hacemos una prueba y en la prueba siguiente vuelvo a tomar contenidos de la primera y cuando empiezo una unidad, vuelvo a retomar la materia de la primera y así, por reiteración. **Yo creo que es por eso que logran aprender<sub>3</sub>**.

**P9. Entrevistador**    **Y si focalizas en el primero medio cómo se diferencia los modos de aprender, ¿Cómo está ese estudiante de primero medio respecto del de segundo?, ¿Hay alguna distinción?**

**Profesora**            No. Es que vienen de los mismos colegios. Y hay alumnos que definitivamente declaran que los pasaron de curso. Entonces, hay que **tratar de hacer un trabajo para que ellos entiendan<sub>1</sub>** que a pesar de que dicen que no entienden, por mucho

que le hayan dicho que no son capaces de hacer esto, **les digo “tu eres capaz, tienes que leer, si no entiendes empezamos de nuevo”<sup>2</sup>**

Y lamentablemente **con 45 alumnos yo no puedo hacer un trabajo individual<sup>3</sup>**, entonces uno lamentablemente deja a los más flojos, a lo que no quieren trabajar, los va dejando de lado, lamentablemente.

Entonces, se avoca en los alumnos que hacen un esfuerzo, **hay otros que son más rápidos<sup>3</sup>**. Tenemos algunos que son buenos, hay otros que se esfuerzan mucho, entonces a esos hay que apoyarlos mucho. Y definitivamente ya estas alturas del año los que nunca trabajaron durante el año, yo definitivamente los dejo de lado. **Si no aprendió porque no quiso aprender, porque yo le di todas las oportunidades<sup>3</sup>**, “trabajemos en esto, hagamos esto, hagamos una ficha”... Si no lo hizo ya estas alturas del año, si no aprendió, no aprendió. Lo declaro honestamente. No me desgasto más a estas alturas del año

Tenemos un problema con los alumnos de que no quieren aprender. El otro día me pasó con una alumna de primero, entonces le pedía lo que ella entendiera. **Entonces me copiaba textual una parte, le decía que no me sirve y le repetía que era lo que ella entendiera<sup>4</sup>**. Se volvió a sentar **hasta que logró hacerlo<sup>5</sup>**. Le dije que era capaz y se entusiasmo y siguió con la otra y la otra, y terminó y se sacó un 7.

Pero me costó cuánto... Estamos ahora en octubre, **me costó todo un año para que entendiera que sí podía hacerlo, que era cosa de leer, que tenía que tratar de unir cosas...<sup>6</sup>** Se me hace difícil el trabajo además con muchos alumnos. Trabajamos con 45 alumnos y en la sala de clase que tenemos los problemas de los papeles, el incendio, arreglando otras cosas. Hay pocas niñas y las pocas niñas son el chiche de varios alumnos y buscan problemas y peleas “que es polola mía y no que es mía”

Hay que sacar a los alumnos de la sala porque se ponen a pelear para tratar de mediar con ellos y mientras tanto saco a 2 los otros 40 están pero...

**P10. Entrevistador Demos vuelta la página, estábamos en tu rol de profesora jefe. Pasemos a tu rol de formadora en pensamiento científico, biológico de estudiante. Eres la profesora de biología y tú me estabas comentando el foco. Háblame de cómo focalizas tu manera de empezar en primero medio**

**Profesora** En el 1° medio **yo siempre empiezo con una unidad introductoria siempre empiezo a contar qué es ciencia<sup>1</sup>**. Si alguna vez la hicieron biología.. “no nunca nos hicieron biología...” Parto de esa base, y ahí se ríen un poquito de mí, porque les cuento que en el tiempo que yo estudiaba era ciencias naturales y ahora se llama comprensión del medio natural y ahí estaba biología, física, química y empezamos a ver lo que se ve en biología. **Para que ellos vayan entiendo y empezamos a hablar de Aristóteles, los científicos lo que hicieron, lo que han hecho, el primer científico, cómo<sup>2</sup> clasificaban a los seres vivos.**

**Dando ideas de todo lo que tiene que ver con la ciencias, la biología<sup>3</sup>**. De lo que vamos hablar durante el año, **así empiezo, para que ellos se interesen, que les llame la atención<sup>4</sup>**. Y nombrando científicos, porque aparecen nombres de estructura que son con

apellidos: el aparato de Golgi, el corpúsculo de Malpighi. **Después empiezo con la biología y empezamos a desglosar la biología en el sentido de todas las ramas, de todo lo que se preocupa y se empiezan a dar cuenta que no es tan chiquitita**<sup>5</sup>. Que se preocupa de animales, del ser humano, de lo que es la clasificación y así les voy desglosando todo y tratando de dar a conocer nombres de científicos. La **primera tarea que siempre les doy es que hagan una línea de tiempo con los científicos, con los aportes más importantes que han hecho de tal año a tal año, que coloquen uno o dos antes de cristo**<sup>6</sup>.

Así yo inicio, porque como ellos vienen de una comprensión del medio, no tenían claro qué venía. Lo que tenían que estudiar y no lo estudian, porque yo me puse a ver el programa de 8°. Les pasan en 7° y 8° células y yo tengo que retomar células y **empiezo a preguntar cosas**<sup>7</sup>, **no tienen ni idea**<sup>8</sup>. Veo el programa y tienen que ver evolución y no saben de Darwin, de la teoría evolutiva, de la biogénesis y empiezo a retomar todas esas cosas. En realidad empiezo así, y después les cuento lo que vamos a ver durante todo el año y empezamos después de la 4ª clase con la unidad.

**Empiezo con lo que es célula, pero parto de cómo llegar al concepto de célula**<sup>9</sup>. **Tratar de pensar en un ser vivo, y lo vamos desglosando, lo vamos despedazando...**<sup>10</sup> pobrecito. Yo parto al revés. **Soy como bien al revés porque en los programas dice que tenemos que partir de la célula y llegar al organismo, el tejido, sistema todo...** Yo parto al revés, lo desgloso. Llegamos a lo que hay dentro de la célula, y allí aparece el microscopio y ¿Quién descubrió el microscopio? ¿Y porqué hay tantos tipos? Tengo que tratar de jugar de repente con ellos, que ellos participen.

**Teníamos un curso súper bueno el 1° A**<sup>11</sup>, alumnos súper buenos, y se nos ha ido perdiendo porque faltaron muchos profesores, **fueron perdiendo la disciplina**<sup>12</sup>, adelantamiento de horas... Sonamos...

**Entrevistador**            ¿Con ellos jugabas?  
**Profesora**                Con ellos jugaba harto

**P11. Entrevistador**    ¿Cómo jugaban?, ¿Qué son los juegos?  
**Profesora**                En el sentido del ping pong<sup>1</sup>. Ellos decían una palabra y con qué lo asociaba entonces siempre aunque el concepto estaba muy alejado de lo que yo quería que llegaran, empezaba de a poquito a desglosárselo de nuevo<sup>2</sup>. Por ejemplo, si dijimos la palabra célula y él dijo elefante, tratar de llegar a que él entendiera que igual su concepto de elefante estaba asociado con célula de alguna manera<sup>3</sup>. Ese tipo de cosas.

Los hago participar mucho. Si les hago un dibujo les pregunto qué ven en el dibujo. Claro que así se equivocan también.

El problema que tenemos es que los demás se burlan y después no quieren participar los otros. Entonces debo hacer el alto y decir que lamentablemente **las clases deben ser**

**participativas, que a mí me gustan así<sup>4</sup>, y de los errores se aprenden<sup>5</sup> y si se burlan de los compañeros que se equivocan, lo que va a pasar es que no van a querer participar más.**

Igual cuando hablo de sexualidad les exijo a mis alumnos respeto. Si hablo de pene nadie se puede reír. Trato de que ellos tomen... Y les digo, que lamentablemente hay muchos conceptos en biología... Porque me dicen; **¿Cómo se pueden aprender tantos conceptos? Porque uno estudia, ello requiere metodología, un trabajo, eso trato de hacer con ellos<sup>6</sup>.**

**P12. Entrevistador Partes con célula tú me decías en el primer año..**

**Profesora** Si uno analiza el programa, porque **hay profesores que pasan el programa pero hay que ir uniendo<sup>1</sup>**. La primera unidad es célula después nutrición, después digestión, circulación, respiración, excreción y terminamos con organismo y ambiente, ese es el orden...

**Yo lo que hago es ir uniendo las unidades<sup>2</sup>... Porqué después de célula pasamos nutrición, porque el ser vivo tiene que vivir<sup>3</sup>**. Pero qué significa ser vivo y después me voy a nutrición...pero cómo se nutren los seres vivos.

**Y conceptos que ellos traen...cuál es el concepto que traen de fotosíntesis, cuáles son las materias primas de la fotosíntesis, qué entendemos de esto...y así lo voy tratando con ellos<sup>4</sup>**

Como nos exigen que debemos tener un cuaderno, **termino clases con un cuestionario para que ellos hagan una síntesis de la unidad que trabajamos en clases<sup>5</sup>**. Y ojala si me alcanza el tiempo, que a veces no me alcanza, terminar preguntando qué es lo que aprendió en la clase

**Entrevistador Y cuando haces esa pregunta, qué pasa con los estudiantes**

**Profesora** Los estudiantes por lo general son memoriones y tratan de buscar en el cuaderno. Yo les digo que no me interesa lo que escribieron y que lo repitan textual, sino qué es lo que recuerda que aprendió hoy día. Lo primero, analizamos todos estos contenidos... Pero qué fue lo que aprendiste tú de estos contenidos, desde tu punto de vista y ahí logro que se suelten. El problema que tengo es que les da miedo hablar delante de sus compañeros...

Y con la jefa de UTP tenemos un trabajo de que ojalá los chiquillos hagan relatoría cuando termine la hora de clases...1 o 2 minutos que cuenten qué fue lo que aprendieron... Y les cuesta, .son pocos los que quieren participar

**Entrevistador Lo que tú me comentaste al comienzo, la última unidad, organismo y medioambiente, suele quedarse en el tintero...el año pasado ¿Se te quedó en el tintero?**

**Profesora** Si, no la ví, ni en 1° ni en 2°

**Entrevistador**            **Y este año, ¿Crees que la vas a alcanzar a ver?**  
**Profesora**                    Estoy viendo

**Entrevistador**            **¿Estás apurando?**  
**Profesora**                    Estoy apurando

**Entrevistador**            **¿Qué influyó?**  
**Profesora**                    El paro de estudiantes mayo-junio. Además la tercera unidad de hormonas, reproducción y desarrollo de 3° medio lo traté con disertación y di fechas claves, si no se presentaron, no se presentaron, No di más plazos extras. No tuve muchos rojos porque todos se presentaron, tuve suerte. Si no debería haber hecho de nuevo la unidad. Eso me alcanzo el tiempo para pasar la unidad

**Entrevistador**            **¿La jefa de UTP es orientadora?**  
**Profesora**                    Son dos personas distintas. Con la orientadora vemos la toma de decisiones y la sexualidad y drogadicción en consejo de curso. Y con la jefa de **UTP** en la asignatura vemos relatoría y lo que yo puse como objetivos que sean capaces de relacionar textos. Les doy 2 textos en las pruebas, por eso nos piden pruebas con comprensión de lectura, por eso en la ultima prueba puse los resúmenes. Ellos deben ser capaces de relacionar dos textos que aparezcan en la prueba y ojalá inferir. Estamos tratando como objetivo del colegio que los alumnos tengan la capacidad de inferir de un texto. No podemos hacer preguntas que sean textuales las respuestas, que las saquen inmediatamente. Nos exige la jefa de **UTP** que sean preguntas de inferencia. Después cuando hacemos las estadísticas, nos damos cuenta que a los chiquillos les cuesta la inferencia

**Entrevistador**            **¿Estás implementándolo desde cuando la inferencia?**  
**Profesora**                    De este año... Estamos recién empezando

**Entrevistador**            **Hay dos técnicas de UTP: Relatoría y trabajo con textos. Tiene que ver con Comprensión de lectura, relaciones entre textos y la inferencia. Ahora, en tu perspectiva de evaluación, en que pones tu atención, pensando en 1° medio, ¿Cómo la focalizas tú?, ¿Qué rol tiene?, ¿Cómo lo haces? Háblame de la evaluación**

**Profesora**                    Nos dan pautas, lamentablemente debemos tener pruebas de nivel, evaluaciones sumativas cada cierto tiempo, tenemos que tener calificaciones.

Yo trato de evaluar procesos, significa que si yo tenia planificada 6 horas de clases, evaluar clase a clase. Si pasamos lo que es la célula y vimos en el microcopio, en transparencia, esquemas de célula, a mçi me interesa que sean capaces de comparar. Que comparen distintos tipos celulares y tengo que evaluar. Cómo lo evaluó, lamentablemente tengo que colocar en la prueba tipos de célula y que ellos las puedan identificar... Eso se hace con dibujos en la prueba, entonces, depende...

Pero yo evaluó clase a clase, el alumno debe trabajar clase a clase...

**Entrevistador**            **¿Cómo es eso?**

**Profesora**                Reviso cuadernos. Tiene que tener lo que yo pasé, las actividades que le di...que dibujara, describiera algún concepto, algún trabajo en grupo que lleguen a conclusiones, esas conclusiones grupales que las expongan frente a sus compañeros, esos procesos. Yo llevo notas parciales. Y de esas notas parciales saco un promedio y lo coloco al libro. Necesitamos calificaciones, el colegio necesita calificaciones... A mí me interesa que los niños aprendan biología pero el colegio me pide calificaciones.

**Entrevistador**            **¿Qué procesos alcanzas a evaluar? o ¿Cuál te resulta más satisfactoria, porque te entrega un buen instrumento para cerciorarte de su aprendizajes?**

**Profesora**                Siempre cuando ellos exponen, cuando son capaces de pararse adelante y decir; ¿Qué hicieron?, ¿Qué entendieron? ¿Qué dijeron?. Eso demuestra su capacidad de hablar frente a sus compañeros, de escuchar preguntas, y ser capaces de responder. Cuando ellos hacen disertaciones quieren un 7 por pararse adelante, lo que uno quiere hacer es que ellos sean capaces de que entiendan que la disertación es entender un tema, porque ellos se aprenden cosas de memoria o leen. Yo les digo a mí no me sirven estas disertaciones. Yo entonces hago comparaciones. Les digo que aprendan y lo puedas explicar a tus compañeros. Hoy día nos pasó, le pregunté a un alumno que es Autotrofo.... Y no recordaba, y un compañero dijo; “son los organismos capaces de fijar carbono inorgánico”. Todos nos quedamos mirando, porque era lo que salía y le dije; “ahora dilo en palabras que lo entiendas y que nosotros lo podamos entender” y no pudo hacerlo. Ahí, un compañero dijo que tenía entendido que eran los organismos que podían fabricar su propio alimento y unimos las dos definiciones.

Ese tipo de cosas me ayudan a evaluar cuando ellos participan, cuando ellos son capaces... Eso son procesos, que sean capaces de levantar la mano y digan algo... Es un proceso de internalización bien grande.

**Entrevistador**            **Entonces tú necesitarías muchos espacios en que ellos se echaran al agua, en el sentido de hablar, atrever y multiplicar esos espacios para que eso vaya siendo cada vez mas fluido**

**Profesora**                Y cuando tenias 4 horas de clases lo podía hacer porque en 2 horas de clases, podíamos hacer como teoría y las otras 2 decirles; “ya... ahora cuéntenme... qué es esto... esto otro... Era mucho más provechoso con 4 horas de clases...

**Entrevistador**            **Entonces, qué esta pasando con la evaluación en tu actividad de ahora, dónde tienen los principales obstáculos, las dificultades y qué es lo más logrado.**

**Profesora**                Me cuesta lograr con ellos la comprensión de textos. Si usted ve mis libros de clase, en pruebas, porque los que son buenos alumnos siempre van a tener buenas notas, pero en pruebas tengo mayoritariamente notas insuficientes. Hay alumnos con 7, 6, 5, pero de ahí abruptamente bajo a los 3. Yo tengo 25 con rojo, 15 con 4, 5 con 5 y otros 5 con 6 o 7...

La jefa de UTP me ha llamado en más de una ocasión. Yo trato de pensar si mis pruebas están mal elaboradas, que las preguntas estén ya hechas... puede ser que la prueba esté mal planteada. Mi marido hizo un magíster en educación, él me dice que no. La pregunta no está mal elaborada...el ítem no está mal elaborada, entonces yo digo dónde está el problema...

Cuando hablo con los chiquillos les pregunto; “acá estaba la materia, ¿Por qué les fue mal en la prueba?”, no estudian, no repusieron la materia. Yo hice mapas conceptuales para estudiar para las pruebas de nivel, que ellos tenían que completar... Yo no los hice, yo se los revisé, los completamos.

Después de eso, en la prueba de nivel en la semana siguiente y salían los resúmenes de las unidades en la prueba... Y aun así tengo 20 a 30 alumnos con nota insuficiente por curso. Y me pongo a pensar qué pasó.

Los ítems eran selección múltiple, verdadero y falso, y desarrollo, cuando hago ítem de desarrollo, no me las contestan porque les da flojera. Entonces, de repente me cuestiono que pasa con mi evaluación, de que manera puedo evaluarlo yo para que la evaluación sea coherente con lo que de repente hacen en clases. Después digo, no, cuando en algunos cursos tengo 20 rojos es coherente con lo que hago en clases porque cuesta un mundo que 20 alumnos trabajen, se lo pasan saltando, gritando o no haciendo lo que yo pedí como actividad y lo tengo en las notas acumulativas... Y ahí estoy...

Pero ha mejorado, en el sentido de que igual los alumnos saben que deben hacer reforzamientos, aquellos que están mal en la asignatura yo les dije que debían hacer reforzamiento si les fue mal en la prueba. Tengo muchos que están disponibles en hacer pero yo les dije que es trabajo. Deben trabajar, hacer trabajo, no es ganarse el 4 o ganarse el 7, es hacer trabajo.

Como que ahora vinieron a entender la metodología de trabajo, porque es clase a clase, si trabajan tienes puntito. Y eso sirve para la evaluación final y si trabajas clase a clase te va a ir bien porque significa que entendiste lo que eran los glóbulos blancos, etc. Y lo que yo no entiendo es cuando después cuando hago el repaso... Les pregunto para que sirven los glóbulos blancos y me contestan para defendernos y para que sirve esto para tal cosa... ¿Y por qué en la prueba me lo contestan mal? Yo mismo me lo cuestiono. El problema es que yo hago 2 filas y a una fila le pregunto; “¿Los glóbulos rojos tienen hemoglobina para transportar oxígeno?” Y a la otra fila le pregunto; “¿Los glóbulos blancos tienen hemoglobina para transportar oxígeno?” Entonces, como son flojos no se dan el trabajo de terminar la pregunta, aunque la profesora les dijo que eran dos filas distintas, se copian. Entonces una fila es verdadero y la otra falsa. ¿Cómo me doy cuenta? Vienen a reclamarme; “...mire señorita en esta pregunta usted me la puso mala y yo la tengo falsa igual que mi compañero...” Y ahí les digo; “lee tu pregunta y la de tu compañero”, ahí se dan cuenta...ni siquiera antes de irme a reclamar terminaron de leer la pregunta.

De repente es la comodidad que ellos tienen. Yo les digo lee, termina de leer la pregunta... Nos damos cuenta con las colegas de lenguajes los chiquillos no quieren leer. Les hicieron unos textos en las pruebas de lenguaje y les da flojera, muy largos, cómo vamos a leer tanto. Y es como una generación. Este año y el año pasado encontramos alumnos que son flojos, en relación a la generación anterior que paso a 3°, los profesores de 3° medio nos dicen; “los alumnos que nos mandaron son buenos, captan rápido, bien preparados en lenguajes”. Y esta generación de 1° y 2° están como con esa modorra, no quieren hacer nada y en todas las asignaturas, en química, física, biología, tecnología, que tienen que hacer circuitos... Ni siquiera eso...

Entonces no sabemos... En todos los resultados, si hacemos un análisis, química, física y biología tenemos alta reprobación, en ciencias. En matemáticas alta reprobación. Y en artes visuales y educación física, aunque usted no lo crea, subieron las malas notas, porque les da flojera hacer los trabajos, no quieren hacer educación física.

Ahí empezamos a contestar y decimos, no... Ellos no quieren trabajar... Y cómo los motivamos a trabajar... Estamos ahí con lo que podemos, con los medios que tenemos, porque tampoco podemos decir que siempre contamos con un data show, con un retroproyector. Tenemos 2 retroproyectores, uno para el sector de técnico profesional y el otro para plan común.

**Entrevistador** Desde tu perspectiva, dado que no están leyendo o están leyendo poco o que les cuesta leer... ¿De qué otros modos puedes tú evaluar en la clase de biología?

**Profesora** Con manualidad, por ejemplo, hacer modelos de célula, que hagan modelos de sistema respiratorio, de corazón, eso lo harían.

**Entrevistador** ¿Cómo pueden hacer esos modelos?

**Profesora** Con plumavit, que sean cosas más originales, una vez con un huevo duro hicieron una célula, identificaron núcleo, las mitocondrias, lo partieron por la mitad. En la clara dibujaron las mitocondrias. Hacen estructuras tridimensionales, con plasticina, lo han hecho, ha resultado bien. Eso lo hacen, viendo dibujos de los libros.

**Entrevistador** En asignatura de ciencias, eso lo hacen, lo han hecho bien. Para evaluar un semestre completo, ¿Cuántos modelos tendrías que hacer por alumno?

**Profesora** Es que por ejemplo, célula ocupa un semestre completo, así que podría ser con un modelo evaluar célula. Y en 2° medio podría evaluar con un modelo la división celular, podrían utilizar plasticina para hacer esquemas. En un semestre pero para el segundo semestre necesitaríamos 3 o 4 modelos.

**Entrevistador** Además de modelos, ¿Qué otra opción tendrías para evaluar?

**Profesora** Afiches, disertaciones, las desarrollan pero algunos no más. Ese también es un problema. Los buenos alumnos siempre las hacen. Porque evaluar, no sé de qué otra manera, no se me ocurre. Las disertaciones obtuvimos buenos resultados en 2°, no así en 1°... Y los modelos, eso lo hacen

**Entrevistador      Disertaciones y modelos**

**Profesora**      En eso nos fue bien este año, y las disertaciones son preparadas en clase, no son para la casa, porque tampoco lo hacen, les digo; “traigan los materiales”, acá preparamos la disertación en tal fecha, ahí lo hacen. Y ahí vienen con dibujos, y lo hacen bien.

Los modelos también, deben hacerlo en la clase, porque para la casa no lo hacen. Tienen que ser siempre trabajos en clases evaluados en clase. Además, muchos preguntan; “¿Esto es con nota?” Muy pendiente de las calificaciones. Entonces todas las clases, clase a clase, anotar si hizo algo o no hizo algo, porque si no ellos no trabajan.

**Entrevistadora      Háblame de tu concepción de ciencia**

**Profesora**      (Silencio) Ciencia... Es como tan difícil hablar de ciencias, yo pienso que la ciencia nos ayuda a entender el mundo, yo respondería así, ¿Por qué hay seres vivos?, ¿Por qué hay reacciones químicas?, ¿Por qué hay terremotos?, ¿Por qué hay todos estos fenómenos naturales?, la ciencia nos ayuda a explicar todos esos fenómenos naturales. Eso diría yo que es ciencia... Y que la ciencia siempre está avanzando, siempre hay cosas nuevas. Yo me acuerdo que teníamos una profesora de genética en la Universidad que decía que teníamos 47 cromosomas y la molestaban, claro en algún momento le debe haber quedado el concepto de alguna especie que tenía 47 cromosomas y después se le fue pasando y ya después nos hablaba de 46 cromosomas, la ciencia avanza siempre.

**Entrevistadora      ¿Cuándo tú elegiste estudiar biología?**

**Profesora**      Yo iba a estudiar matemáticas, porque yo era excelente alumna de matemática en la enseñanza media, pero lamentablemente, yo vivía como en una burbuja, pero llegué a la universidad me fue pésimo en las matemáticas, entré a estudiar licenciatura en matemáticas en la Universidad Católica de Concepción, porque yo no sabía qué estudiar, terminé lamentablemente a los 16 años, salí de enseñanza media a los 17 entre a la Universidad sin saber qué es lo que quería ser, no sabía ni siquiera qué era licenciatura en matemáticas y entré a estudiar... Fracasé, no es lo que yo quería ser y mi profesor siempre me decía que yo tenía habilidades para todo y lo que yo quisiera ser lo iba hacer bien tenía buenas calificaciones así es que lo iba hacer bien, y después yo quería enseñar, porque licenciatura me habían dicho que era para enseñar en la Universidad, y como yo quería enseñar estaba bien, pero ahora me tenía que buscar qué enseñar. Si en matemáticas me había ido mal no iba a enseñar matemáticas en lo que es el área humanista, nunca me gustó esa área y a mi me gustaba todo lo que tenía relación con la naturaleza, con el medio ambiente, con los insectos, entonces eso es biología. Solo biología porque para mí la química era complicada, que los átomos, los números de valencia, que los moles, no, y después cuando entré a estudiar biología me di cuenta que tenía harta química entonces me di cuenta que en realidad no me había arrancado de la química sino que seguía con física y química comunicado y la matemática, entonces recién ahí le vine a tomar el valor a la biología entrar a estudiar.

Lo que yo siempre quise fue enseñar, ser profesora, tenía que ser de enseñanza media, y porque tuve una profesora de biología que en realidad que me daba sueño, entonces yo dije; “yo quiero ser profesora de biología, pero no para darles sueños a los alumnos”, porque era una lata, era terrible, se sentaba y nos decía; “el cerebro, el cerebelo, el bulbo raquídeo” y nos dictaba nos hacía dibujar en la pizarra.

**Entrevistadora** **Entonces el conocimiento científico biológico, ¿Qué rol juega en tu clase de biología?**

**Profesora** Es súper importante, el conocimiento científico, el tratar de ver el porqué son las cosas, eso es lo que tengo que tratar de enseñar a los chiquillos que entiendan, que no digan sin entender porqué pasan las cosas, porqué si hace tanta calor transpiro, eso es como súper importante, y quienes fueron los primeros que pensaron eso, porqué nosotros no estamos descubriendo estas preguntas, las preguntas ya se las hicieron a otras personas, nosotros tenemos que tratar de buscar otras preguntas para que se convengan.

**Entrevistador** **Entonces cómo te las arreglas para que ellos no se aburran**

**Profesora** Lo que pasa es que yo uso mucha transparencia y siempre con colores vivaces, me consigo de repente transparencias de educación sexual, siempre les hablo de un tema que sé que a ellos les va a llamar la atención. Después con la unidad que les va a tocar, por ejemplo, si les voy hablar de digestión, coloco un cuerpo humano... Si es de adolescente, de un adolescente, a ellos entonces de partida ya les llama la atención. Entonces de partida tenemos un set muy bueno de transparencias en el colegio y eso hago yo, trato que no se me aburran, algunos alumnos me dicen que les gustan mis clases... El otro día una colega me decía que los alumnos le decían, “no, la profesora de química nos hace escribir un cuestionario, tenemos que responder el cuestionario, nos pasa harta materia, y nos aburrimos... y la profesora de biología... nos trata de explicar y nos vuelve a explicar la materia, entonces ¿Por qué se sacan tantos rojos?, es porque somos flojos, pero la profesora nos explica”. Entonces, que ellos tengan el concepto que la profesora de biología les explique, que los trata de ayudar, a mí eso me gratifica realmente.

**Entrevistadora** **Estaría ahí un poquito detrás el perfil de la enfermera en el sentido de la enfermera... que es parte de la persona entera, porque partes de la persona...**

**Profesora** Puede ser, no lo había pensado en realidad, nunca lo había pensado así. Yo dije que no iba a ser enfermera nunca porque no soy capaz de reaccionar frente a una emergencia y una enfermera tiene que tener la capacidad rápidamente de colocar un catéter, yo no puedo, yo me paralizo. Un día mi hijo de atoró y mi marido fue el que lo sacó, entonces... Yo pienso que puede ser, porque siempre parto de ellos, yo trato de hacerle la asignatura de biología que sea para ellos creíble, porque así como todo el mundo le ha dicho si tu vas hacer mecánico para qué, bueno entonces yo le digo; “si vas hacer un

mecánico, pero un mecánico culto, que un mecánico que se va a poner a conversar con otro mecánico se pongan a conversar de la contaminación ambiental, o porque están matando las ballenas, que pasó con las minas del carbón”, eso hago yo, Por eso yo les digo que sea electrónico, pero culto... que por lo menos sepan porqué te van a cortar la pierna si te da diabetes, porque no te cuidaste el pie diabético, entonces me quedan mirando. Ahí empiezan a sonsacarme cosas, por ahí me los voy llevando y ahí vuelvo de nuevo a la materia.

**Entrevistador**        **Entonces volviendo nuevamente a la materia, a tu juicio ¿Qué rol juega la resolución de problema en la sala de clases?, en tu sala de clases, ¿Qué rol juega?, ¿Cómo la piensas?, ¿Cómo lo pones?, ¿Qué opinas de eso?**

**Profesora**        Lo que pasa que antes de venir al curso que yo estoy ahora, no lo había mirado de ese punto de vista, no me había dado cuenta que yo trabajo con los alumnos en muchas partes de las unidades con resolución de problemas y desde ese punto de vista yo les colocaba una pregunta y tratábamos de ver las soluciones, pero yo en ese momento no había hecho la asociación de que para ellos como alumnos, es gratificante darse cuenta de que son capaces de resolver algo... ¿Por qué?, porque hay profesores que les daban todo hecho, entonces aquí está el problema de matemáticas y le explican todo cómo es el problema, entonces, por ejemplo yo les doy una pregunta ¿En qué se diferencia una planta de un animal?, y empezamos a ver, pero yo no se los doy, son ellos los que empiezan: las plantas no caminan, que hay animales que tienen cuatro patas, entonces ellos comienzan a darse cuenta ¿Por qué son distintos?, entonces ¿Por qué? se hace una lista de cosas yo encuentro que eso es significativo para ello en su aprendizaje, porque si yo empiezo a decirles que la diferencia entre una planta y un animal es esto, esto y esto... Y espero que ellos se lo aprendan de memoria, algunos se lo van aprender de memoria, tengo alumnos memorísticos, pero si yo logro que ellos lo vayan desglosando los virus, ¿son seres vivos los virus?, estamos hablando de las células, entonces empezamos: sí, no, nos enferman, que hacen esto y empezamos a .salir... después llegamos a establecer, pero queda establecido, queda entre los dos, tratamos que Uds. Resuelvan el problema, pero yo me he dado cuenta... No lo hago siempre, no lo hago en todas las unidades, de eso tengo que ser bien honesta, pero sí lo había hecho sin querer, pero ahora con lo del curso, para el próximo año quería planificar de otra manera

**Entrevistador**        **¿Qué habías pensado?, por ejemplo.**

**Profesora**        No sé, me gustaría con los segundos. Medios, sobretodo lo que es el ADN, cuando hemos hecho las clases han salido varias ideas de la unidad y todo, de repente cuando uno lee al escuchar los colores dice; “pero si es lo mismo que yo he hecho, cuando te comentaba, oye si es como lo mismo de siempre”... Nosotros venimos a este curso como para hacer cosas distintas, entonces como podemos empezar esto, hacer problemas y ahí tenemos que....

La parte de cromosomas porqué tenemos los mismos cromosomas por ahí quisiera comenzar la clase, qué tenemos que llegar a estudiar para ir entendiendo tenerlo como super resuelto, en hormonas reproducción y desarrollo, esta dado, porque aumenta el embarazo en adolescentes si hay tanta información, que ellos sean capaces de responder

más, trabajar en grupo, que yo no hago trabajo en grupo porque trabaja uno y el resto no trabaja, ahí tenemos el problema....

**Entrevistador**        **¿Y en qué nivel preferirías iniciar esto con más fuerza en el primero o en el segundo?**

**Profesora**            En el primero porque así los preparo al tiro para el segundo, así ya irían con la metodología para el 2º, porque si parto en segundo se va a perder porque en 3º y en 4º no tienen ni física, ni química ni biología. Entonces, si parto en primero los preparo y los voy a poder evaluar como en segundo, si resultó o no me resultó, si entendieron el tipo de trabajo.

**Entrevistador**        **Y eso que si tú dices “si me entendieron o no”, ¿Cómo tú lo vinculas?, ¿Lo vinculas con las competencias del pensamiento científico?, a tu juicio, idealmente, ¿Cuáles serían las competencias?, los pensamientos científicos y los pensamientos biológicos que tú quisieras que logran tus alumnos en primero medio**

**Profesora**            No sé, pero yo como competencia lamentablemente nosotros estamos con el programa, pero si me salgo del programa. Lamentablemente todavía está con las unidades... no entienden, lo que yo quiero como competencia...

**Entrevistador**        **¿Qué es competencia para ti?**

**Profesora**            Competencias son las habilidades que los alumnos son capaces de lograr, que realmente no he tenido tiempo para leer los documentos que nos han entregado, lo que él es capaz de hacer, esa es la habilidad, lo que él es capaz de hacer en ciencias, comprender cómo funciona su cuerpo, comprender qué sucede eso es lo más importante, que sea capaz de comprender y aplicar el conocimiento, qué va a pasar si... les decía a los chiquillos el otro día; “si tienes cáncer de estómago, qué va a pasar si te saca el estómago”, pero claro, él tiene el conocimiento para qué servía el estómago, se lo explicamos, se lo enseñamos lo vimos en el libro, ya si comprendo para qué sirve el estómago, para que haga la digestión estomacal, perfecto, pero ahora, aplicar qué pasa si tienen que sacarte el estómago, tienes un cáncer gástrico que hay que sacarte el estómago, eso es lo que yo quiero que ellos respondan... Aplicar, aplicar el conocimiento y aplicarlo en su propia vida, en su vida cotidiana, si yo lo que quiero es que la biología no es algo ajeno, no es algo de lo científico que están en un laboratorio mirando a través de un microscopio, si no que también lo hagan propio, lo hagan de su día a día, es lo que trato con mi hijo yo también, cuando les digo, por ejemplo, porque es mejor que tomen agua a que tomen jugo, ese tipo de cosas.

**Entrevistador**        **Y en ese sentido, ¿Qué aplicaciones son las más importantes para los chiquillos en primero medio?**

**Profesora**            Las aplicaciones se ven en todos los sistemas, se ven en las funciones orgánicas, las funciones vitales. Entonces todas las aplicaciones irían referidas a qué cosas le van a causar un daño en su organismo, se ve tabaquismo, se ve alcoholismo, se ven las enfermedades vasculares, el colesterol, entonces que ellos sean capaces de aplicar eso, el conocimiento, qué pasa con el corazón, que tenemos arterias, que tenemos venas, pero qué

pasa si se tapa una arteria, aplicar el conocimiento, qué pasa si tú consumes drogas, aplicar el conocimiento en el autocuidado.

**Entrevistador** **Y en ese sentido ¿Cómo evaluarías “competencia de pensamiento científico”?**

**Profesora** Es que en las pruebas uno puede hacer aplicación, se pueden hacer preguntas de aplicación, de desarrollo, pero de aplicación, que ellos expliquen con sus palabras las cosas que suceden. Así lo podría evaluar o a lo mejor inclusive con selección múltiple, si pasa esto aplicar el conocimiento.

**Entrevistador** **¿Qué pasa con el 2º medio? ¿Hay desafíos distintos? ¿Cómo es tu enseñanza en el 2do medio?, ¿Cómo verías competencia de pensamiento científico con un 2do medio, los chicos son iguales o tienen alguna diferencia?**

**Profesora** En este año, lamentablemente le diría que no, el 1º y el 2º están al mismo nivel, pero si el año pasado me hubiera hecho la misma pregunta, le habría dicho que no. O sea el 1º medio era mucho más bajo, pero en 2º teníamos alumnos muy buenos que eran capaces de preguntarse cosas, ellos eran capaces de preguntarse, ellos eran capaces de interrogarse y tratar de dar soluciones, este año no los chiquillos están esperando que nosotros les demos todo, “es que Ud. no nos pasó esto, no nos dijo esto”.

Las competencias, lo que pasa es que el problema que yo tengo con la biología en 2º, lo que mayoritariamente se ve es hormonas, reproducción y desarrollo eso es a lo que se les da más fuerza como unidades porque casi un semestre completo se ocupa en eso, según lo que hablamos con la jefe de UTP, por lo mismo, como no tienen en 3º y 4º ya biología, nos enfocamos más a eso por el autocuidado, más por el autocuidado, entonces igual sería que aplicar los conocimientos que ellos apliquen pero también valoren, porque ellos tienen conocimientos científicos adquiridos, ellos saben los que son las enfermedades por transmisiones sexuales, ellos saben lo que implica los embarazos en adolescentes, entonces que valoren la importancia que tiene estos conocimientos en mis perspectivas futuras, en mi biografía. Entonces ese rol, ya se le doy más a la persona, más que por la competencia científica, debo declarar. Además que el otro día analizábamos que un niño que esté en Arica tiene que estudiar lo mismo que el que está estudiando en Punta Arenas o acá en Santiago, entonces el programa habría que adaptarlo según los alumnos de científico humanista, los alumnos de técnico profesional

**Entrevistador** **¿Qué adaptación le harías tú con estos estudiantes y en esta escuela, en tu experiencia?. Como profesional tienes la oportunidad en estos grupos de tomar decisiones, pensando en lo que vas hacer el próximo año en los 2º medios el próximo año, ¿Qué adaptaciones les haría?**

**Profesora** Los jóvenes a la larga de enseñanza media del Benjamín Franklin o de cualquier liceo técnico profesional no adquieren ningún conocimiento en relación a lo que es el sistema nervioso, a lo que es cerebro, al trabajo del cerebro... Dónde está el lóbulo frontal, el lóbulo parietal, hace muchos años que no hago clase de ciencias de esa materia, entonces tampoco me acuerdo mucho, pero yo les reforzaría lo que es los centros del lenguaje, el sistema límbico de las emociones porque eso falta...

**Entrevistador**            **¿También para los chicos de 1º medio?**

**Profesora**                Si es en 2º, en 2º, porque en 1º con los sistemas que tienen yo creo que es más que suficiente, porque tienen como muchos sistemas más que suficiente como para agregarle uno más, pero yo creo que los de 2º deberían entender por lo menos cómo funciona su cerebro para que cuando lleguen a 3º, porque también ellos van a seguir utilizando su cerebro, porque les comanda todo, si nosotros no le hemos contado qué es... yo creo que algo les puede servir, no van a desarrollar el pensamiento porque sus neuronas o si no se le van a morir algo tiene que algo les puede hacer click si se dan cuenta que es el cerebro que tienen neuronas que hacen sinapsis que si ellos no las estimulan no van a desarrollar pensamientos, no van a desarrollar algunas cosas

**Entrevistador**            **Ahora dada a la importancia a que ellos conozcan su cerebro que ellos los estimulen que tanto estudiantes de 1º como de 2º, digamos que no se presentan curiosos interesados al parecer están pasivos más que activos ¿No sería interesante también de intervenir de algún modo en el 1º medio?**

**Profesora**                Podría ser al principio darles como una unidad, sería como estimularlos desde el principio también sería interesante

**Entrevistador**            **¿Y en vez de partir con la células del huevo frito partir con las células neuronas, alborificadas, la importancia...?**

**Profesora**                Si porque cuando uno les habla de las neuronas, les muestra diferentes tipos de células, pero no les hablo de las conexiones, no les hablo de nada...

**Entrevistador**            **Pero, ¿No visualizarías tú la posibilidad de redireccional esa unidad de células desde los 1º medios también partiendo desde la otra perspectiva?**

**Profesora**                Si también se podría

**Entrevistador**            **¿También se podría, no es algo inviable?**

**Profesora**                Que yo le plantee en el colegio con la señora Angélica, se lo podría plantear, de que pudiéramos establecerlo, hacerlo, ahí no sé, eso ya es disposición de ella.

**Entrevistador**            **Porque el tema es que es la célula que es particularmente la neurona, entrar desde allí y transversalmente seguir viendo a la célula, pero siempre llegando a esta tan importante que es la nerviosa o sea “huevo frito” por un lado que es la típica y justo tu dices y me trajeron un huevo frito porque esa es la célula que logramos posicionar en el imaginario estudiantil, en el aula nuestra entra esa escena y quizás ahora, además de la huevo frito podría ser esta alborificada que tiene ramitas por delante y por detrás, en un diálogo que siempre van mirando y volviendo**

**Profesora**                Si y la célula neuronal también tiene la estructura de la otra sería cambiar la imagen.

**Entrevistador**            **Sería cambiar el ejemplo ilustrativo**

**Profesora** Si y eso me serviría para asociarlo con este gran cerebro, no lo había pensado de ese punto de vista

**Entrevistador** **Que ellos capten, ellos estableciendo un puente bioquímico y que ese puente se establece si ellos tienen alguna conexión, si ellos no quieren establecerlo eso queda vacío no pasa nada, entonces tú vas ligando, tú pones el foco en el propio estudiante en que es el primer objeto de análisis y su propia vivencia de pelolais, de pokemones o de emos, entonces partes desde ahí, entonces la neurona pasa a ser de primera importancia. No sé si hay algún tema que te gustaría referirte, a ti en modo particular, en especial, la conversación sobre la biología que debiese lograr con los 1º y 2º medios con los estudiantes y lo que tu haces para que algo de eso se logre.**

**Profesora** No, porque en realidad yo ya le he contado todo, lo que trato de lograr con mis alumnos. Tengo mucha llegada con los chiquillos, el otro día una alumna me llamó mucho la atención porque me dijo algo, y creo que tiene mucho que ver con lo que hablamos de las competencias y las vivencias, lo que yo trato de hacer con ellos. Cuando yo les pasé la materia de sexualidad los días fértiles, ella se los aprendió para la prueba, no le interesaba en ese momento aprenderse, porque como no lo estaba viviendo no le interesaba aprenderse, pero ahora que tiene una relación, ahora sí que le interesa el tema, entonces hizo la asociación que yo quería. Hizo la asociación entre la biología y su vida, eso es lo que yo quiero lograr con los chiquillos.

**Entrevistador** **Que sea una herramienta para sus vidas**

**Profesora** En realidad es eso

**Entrevistador** **Te agradecemos mucho Marcela, esperamos acompañarte en el desarrollo de una unidad didáctica tuya, así es que a soñar con los pies en la tierra, tú has visualizado que podría ser en 1º medio, porque te da las bases, ahora habría que pensar en qué momento del año tener el tiempo para preparar la unidad, preparar los espacios, etc. Nosotros empezamos a trabajar acá en Marzo, uno visualiza que tendría que ser una unidad que se trabaje a fines del primer semestre, que se trabaje por ahí en Abril.**

**Profesora** Todo el primer semestre para nosotros, aunque Ud. no lo crea, lo basamos en célula y nutrición son las dos primeras unidades

**Entrevistador** **¿Y no podría ser célula y nutrición en especial las neuronas?, ¿Qué pasa con las células en la nutrición en el sistema nervioso? y entonces en la nutrición de las neuronas.**

**Profesora** A mi me costó mucho hablar de los mecanismos de transporte de los chiquillos, porque les cuesta entenderlos, yo lo hago que lo visualicen sacándolos de la sala, entonces empiezo; “esta es la célula, todo esto son moléculas”, pero sería interesante con las neuronas una que ellos la entiendan, primero les hablo que la glucosa es super importante para la neurona, pero yo no tengo material que sea específico que me muestre que la glucosa entra en la neurona y el transporte que se produce de repente sería muy interesante para que ellos lo pudieran visualizar más que hablarlos, porque a los chiquillos

no se les queda, cuando les llevo dibujo se acuerdan, cuando les llevo un papelógrafo una transparencia, se acuerdan. Yo creo que podría ser al final del semestre,

**Entrevistador**      **Eso es algo que se podría hacer y sería súper potente**

**FIN de la entrevista**

## ANEXO IV

### TRANSCRIPCIÓN TALLER DE REFLEXIÓN DOCENTE 03 RELATO COMENTADO

<b>Objetivación</b>	TRD 003	<b>Código interno</b>	SDB03180408
<b>Temporalidad analizada</b>	2 horas	<b>Participantes de la sesión</b>	Leonora (Coord), Eduardo (E), Carol (C), María (M), Mariel (Ma) y Dona (D).

Hitos de la temporalidad analizada (objetivación de la sesión)  
Orientación inicial del Taller

**Analizar materiales de la mochila** didáctica (solicitada en sesión 2 anterior).

El sentido original de la sesión era que cada sujeto debería haber traído su propio material: Sólo Mariela, Marcela y Carolina cumplieron. Donatella no aportó insumos. Se constituyó una pareja (intencionada por Eduardo. A razón de trabajar con profesores activos de colegios municipalizados o particular subvencionados, de esa forma responder a las exigencias del proyecto y dos trabajos individuales (Marcela y Carolina). Fueron colocadas en pareja Donatela y Mariela, debido a que estas no estaban trabajando en colegio. Había una mochila para dos profesores (Donatela y Mariela).

**1ª tema** desde la coordinación de la sesión [**Segmento I de 20', 9' a 29'**]

#### **Las limitaciones de los instrumentos en la mochila didáctica**

Los sujetos se enfrentan al material en silencio durante 20 minutos. Escasos momentos de intercambio de ideas, excepto la pareja asignada que dialoga. La coordinadora se omite en esta fase de la tarea (fuera del grupo) El equipo Fondecyt se omite en esta fase de la tarea grupal. Las docentes manipulan el material y hacen anotaciones individuales. Donatella y Mariela discuten en torno a un párrafo del libro Arrayán página 25.

1. D: *Tiene super poco... ¿es el libro del docente y no el del estudiante!* /por 5 minutos revisan parte del libro/
2. Ma: Podemos ver fotosíntesis... ¡El libro habla de fotosíntesis, de consumidores y no hay más!
3. D: /mirando una página del libro/ De aquí salen hartas cosas

*Carolina demuestra en sus intervenciones una postura alumno-profesor, o sea un rol asignado. La coordinadora dialoga con uno de los sujetos (Carolina) 22' Pregunta: ¿por qué? Leonora conversa con Marcela (25' durante 1 minuto) Pregunta: ¿por qué?.*

4. Ma: /comenta a D. mientras observa el libro/ las actividades permiten inferir, graficar.  
Usar el método científico

Min. 37 la coordinadora vuelve al grupo Pregunta: ¿por qué?

Min 42 Marcela comienza a presentar los materiales que escogió, y defiende

*Pregunta: ¿argumenta o explica? el motivo por que lo usó (yo espero que ellos sean capaces de hacer esa relación....)*

5. Coordinadora /dirigiéndose a Carolina/ ¿Echaste de menos a algún material?

*¿cual es la racionalidad en esa pregunta desde la coordinación?*

*Interviene Marcela: Visión jerarquizada del aprendizaje (Marcela) con su base en el método más que la didáctica del contenido Pregunta: ¿porqué?*

6. M: explica para justificar su conjetura de por qué

**[Segmento II de 3', 47' a 50']**

Min 47 inicio del dialogo en el grupo. Finaliza 50'. Segmento de 3'

Conjetura de la participante, aparentemente direccionada hacia la finalidad del texto

*Coordinadora (Leonora) está dialogando con un sujeto Pregunta: ¿está problematizando?*

*Las actividades que plantean los docentes desde los insumos analizados se generan al interior del aula, pero no hay una problematización científica de la actividad científica escolar, solo se imaginan como los van hacer los estudiantes, pero no para que lo van hacer*

Min 50: pregunta a Carol

*¿coordinación? Tipo de actividad instrumental, operacional.*

7. C: Me debería funcionar esto

*¿una actividad educativo-científica" determinada por una su funcionalidad más que por su finalidad ¿cuál?*

8. C: Cerramos el concepto de metabolismo

¿el aprendizaje de una noción científica se concibe como algo que se abre y que se cierra?

*Actividad educativa centrada en la enseñanza: me indicaría que aprendieron*

*Actividades operacionales*

*La finalidad de la clase es hacer actividades*

**2ª tema desde la coordinación**

9. Coordinación: Que tipo de respuesta esperas de los estudiantes

*Pregunta: ¿porqué preguntó esto así?... es diferente de preguntarle al docente... como explicarías tu el tipo de respuesta del estudiante*

10. C: con el texto bien... no hay problema

*¿El texto es visto como una estrategia en si misma, basta que el esté presente para el aprendizaje de la biología?*

11. C: El estudiante que responde que es metabolismo me dice que entendió.

*Visión de la ciencia y sus contenidos/finalidades como materia pasada, aprendizaje científico es recordar. Pregunta: ¿visión acumulativa del aprendizaje?*

12. C: ellos deberán lograr sacar el concepto del metabolismo basal...

*¿las actividades son un insumo para aprender, pero no para problematizar el conocimiento científico?*

Min 59: coordinación pregunta por CPC (1)

13. C: /Enumera lo que ella llama CPC/ aplicar, interpretar resultado y tablas, relacionar con conceptos previos, inferir, eso...

14. Ma: Yo me fui primero a las posibilidades que me da el libro

*(analizado /de biología... ¿de que manera son vista las posibilidades?*

15. M: /la manera como trabaja el concepto de metabolismo/ ¿Como haríamos la clase? el libro tiene actividades de variadas índoles: cálculos, inferencias... en todo esto el uso del método científico.

*¿Racionalidad de la evidencia del insumo para hacer clase?*

*Seleccionar el libro porque es llamativo. Pregunta: ¿qué criterio es este?*

*Observación 02 del coord. a Eduardo 19ag: Re-construir el relato del libro que leyó D*

*Idea del profesor: Rol de mediador ¿como la docente esta entendiendo el papel del profesor de ciencia?) Emerge nueva categoría....*

16. D: uno hace que aparezcan los conceptos claves

*¿visión totalmente conductista del aprendizaje? ¿la emergencia de las nociones científicas son asistémicas, ¿dependen de la motivación? ¿La actividad esta basada en el contenido no en el pensamiento, en ningún momento en como los estudiantes aprenden?*

Min 76: la coordinación insiste en la CPC (2)

17. Ma: /ve la comparación como CPC, argumentar/

18. Ma: comparar cálculos, medidas, ejercicios

*¿competencias o habilidades o destrezas?*

19. Ma: /La profesora valora el tipo de actividad en función de los destinatarios que tiene (discriminación negativa de la actividad del libro)/

*al parecer, el profesor decide la clase sobre la estructura o tipo de destinatario que tiene su curso y no en función de la finalidad de la educación científica que quiere enseñar ()*

Min 70: Coordinación insiste en CPC (3)

20. Ma: Comparar, inferir, medir, utilizar el método científico, resolver, analizar, construir, interpretar resultados, motivación, que se hagan cargo de una problemática...

**2ª tema desde la coordinación**

21. Coord: ¿Cual sería la idea-fuerza con la cual se quedaría el estudiante?

**3ª tema desde la coordinación**

Min 72: Criterios para seleccionar elementos de la mochila didáctica ...

22. La coord. sale del grupo

**Tercer Segmento:** abordaje de la tarea en silencio en las mismas condiciones, la misma metodología y los mismos sujetos. [xx minutos]

80min: coord. vuelve al grupo

23. C: relacionar con conocimientos previos, tabular, relacionar, comparar y resolver

Coord: como usas estos criterios con la mochila?

**4º tema desde la coordinación**

Min 83 Coord: ¿Dónde esta la resolución de problemas?

24. C: en el cálculo de la tasa metabólica basal. Con estos ejercicios vamos a sacar el concepto de metabolismo

*emerge de manera asistémica*

Coord: enumera tus criterios en orden de prioridad? Dejarías esa prioridad?

25. C: lo primero es relacionar los conceptos previos. Esta en su racionalidad valorar los conceptos previos, a pesar de estar en su intención termina siendo tradicionalista

26. M: 1º. capaces de observar, inferir y concluir a través de los esquemas. El 2º analizar inferir, sintetizar y asociar la tasa de metabolismo basal con lo que sucede en la vida. El 3º. Capaces de entender que dice ese dato.

27. C: interpretar resultados es igual resolución de problemas.

*Visión de la RPC como instrumento no como una cuestión heurística.*

28. D y Ma: 1º. Criterio situación problema cercana al estudiante (Si es algo familiar puede promover competencias)

*idea de complicación X complejización.*

29. D: 2°. Experimentación: el libro fornece experimentación a través de hartos ejercicios, problemas para el desenvolvimiento de CPC.

Aplicar el concepto: 3°. Someterlos a situaciones que permita concluir, eso me indica que debe dominar el concepto

30. Ma: 1°. El tiene que entender lo que es la tasa metabólica, tiene que saber como usarla, que significa y después el sabiendo ya lo que es la taza metabólica, lo que es el gasto energético y lo que gastamos en resumo... puede ir a un nivel de buscar nuevas respuestas, como intensificando mi camino

31. C: en ese momento el va necesitar recordar otros asuntos como la célula.

32. Ma: Es una manera de recordar conocimientos previos, sirve como un trampolín, es como un espiral, y podemos seguir profundizando.

33. C: Cual es la receta que para cuando lleguen a 4°. Medio sigan trabajando lo mismo?

Coord: porque se les olvidan?

34. C: Se les olvidan las CPC

35. Ma: tal vez sea que es porque no tiene claras las ideas sobre inferir por ejemplo, ellos la usan todo el día

36. C: pero cuando uno lo quiere pasar para la asignatura... cuesta un poco mas...

37. Ma: No es fácil biología por que tiene tantos conceptos..

38. Coord: con que conceptos relaciona metabolismo?

Reacciones química, caloría, atp, as veces es mas fácil hablarles del dólar entre los países que hablarles del ATP (estrategia para buscar algo mas cercano).

39. Ma: Usaba cinco alumnas para demostrar el rompimiento de los enlaces (catabolismo) las alumnas de las manos (juntaban las manos)

40. C: esa misma idea puede ser usada con la mitosis, pero ni siempre resulta, se quedaron con la idea de compañeros

41. Coord: tu de algún modo estas levantando metáforas. (explicación de lo que es una metáfora) Sin embargo es interesante que esa metáfora que te ha funcionado a Carolina no le funcionó? Es interesante preguntarse porque a Carolina no le funcionó. Ellas nos restringen significados.

42. Coord: trate de recordar porque no funcionó tu metáfora.

#### Coordinación insiste en CPC (4)

43. Coord: que son para ustedes CPC? A que las asocian? Enfrentamiento a la RPC? Que me sugieren estos dos asuntos?

44. Ma: yo asocio CPC con el desarrollo de capacidades para...pensar científicamente, para enfrentar una situación problema de una manera rigurosa, de una manera que tiene pasos a seguir, que sigue un método determinado y que permite obtener una

conclusión frente a una situación de estudio, la CPC es la capacidad de desarrollo de ciertas... RPC yo enfrento los estudiantes a una situación problemática determinada, a un problema de cualquier índole... es un proceso largo, muy sistemático, viendo sus pasos de esta investigación para obtener un resultado.

45. D: CPC son habilidades que van a permitir resolver problemas, pero que son problemas de la vida cotidiana, o sea, vamos a tratar que ellos desarrollen habilidades no solamente de contexto científico, o sea, en cualquier situación ellos puedan dar una posible solución. Yo he leído de habilidades básicas.. como observar, inferir analizar, las cuales me permitirán llegar a otras mas complejas como plantear hipótesis, experimentar, posibles conclusiones, existen ciertas habilidades que hay que desarrollar, que no necesariamente tienen que ver con situaciones científicas... yo quiero lograr que de 1° a 4° Medio puedan desarrollar habilidades que puedan utilizarlas en cualquier situación de su vida, no solamente en asignaturas científicas.
46. M: Comparto con mis colegas, para mi yo las tenía como habilidades... las CPC eran habilidades, lograr conseguir para, comparar analizar, ect. RPC sean capaces de enfrentarse a situaciones conflictivas, plantear hipótesis delante de esa situación, comprobarla y establecer conclusiones.
47. C: casi lo mismo... relacionada con las habilidades. La RP no esta relacionada solamente con la disciplina de ciencias. El enfrentamiento... interpretar

### **Cierre**

48. Coord: **Invito a evaluar.** Que hemos aprendido de la sesión de hoy?
49. D: me llama la atención el cómo es abordado actualmente el concepto de metabolismo... me da la impresión que se nos va complicar el diseño después en la unidad  
/Discusión sobre la posición del tema metabolismo en los libros./
50. Coord: Que otros aprendizajes?
51. M: hay diversas formas de enseñar el metabolismo... a veces soy muy lineal, muy textual... resulta que trabajo mucho con lectura. Esto me muestra que a través de esquemas también puedo explicar el concepto, haciendo relación, a veces se nos olvida.
52. C: Es interesante escuchar a otras colegas y no a uno mismo, a la vez es satisfactorio que en el fondo llegamos a la misma idea, tan mal no deberemos estar lo haciendo.
53. Ma: Es importante recordar que un curso esta estrategia metodológica me va excelente y otro no. Eso es parte de diversos factores externos. Una de las cosas que no debemos perder es la flexibilidad y el carisma como profe. De alguna manera yo creo que el desarrollar CPC esta de alguna manera relacionado con el competencias del desarrollo personal humano, en el sentido de hacerme cargo del otro.
54. Ma: yo tengo muchos problemas para escribir, en lo que hay que hablar sin problemas pero escribir...
55. C: por eso eres profesora de Ciencias (no se si lo entendí bien).

56. Ma: yo soy tan concreta que las palabras...
57. C: todos los profes de ciencias son.../Carolina da a entender que los profesores de ciencia no tenemos habilidades de comunicación o sociales desarrolladas, por la condición "profesor de ciencias"/
58. D: ¿puedo dar una observación? Me sentí como un conejillo de india, todos nos observaban...
59. Labarrere: /explica el trabajo de los investigadores/
60. C: después ustedes no van a decir si lo estamos haciendo bien o mal
61. L: aquí no hay mal, hay cosas que son de naturaleza de discusión
62. Coord: pensemos en dos o tres preguntas que nos van a servir para diseñar la intervención de metabolismo. O sea que preguntas hacer, que de acuerdo con las respuestas te den indicios de cómo los chicos están pensando.

Nota de la coordinación (MQ)

Un docente que centra su labor en la enseñanza, que estructura los materiales basado en actividades y que la evidencia del aprendizaje, son las respuestas de los alumnos. No se observa que la profe (C) problematice o argumente, señala la ejemplificación o descripción de lo que tienen que hacerle los alumnos, no problematiza la actividad, solo la explica y la describe.

## TRANSCRIPCIÓN TALLER DE REFLEXIÓN DOCENTE 06 RELATO COMENTADO

<b>Objetivación</b>	TRD 006	<b>Código interno</b>	SDB06160508
<b>Temporalidad analizada</b>	2 horas	<b>Participantes de la sesión</b>	Leonora, Eduardo, Carol (C), María (M), Mariel (Ma) y Dona (D)

### 0´Orientaciones iniciales del Taller:

1. (CoorEF) Primero que todo darles la bienvenida a esta sesión de trabajo...Me ha tocado coordinar la sesión de hoy dado que la profesora Leonora está en una jornada en argentina. Yo quiero comentar con uds. y rescatar cuatro elementos que el grupo de investigación visualizó de la sesión anterior y creemos importante que conozcan lo que surge después de los grupo de discusión. ... voy a leer algunos aspectos para que uds los puedan apropiar “Como primer elemento que hemos rescatado de la sesión anterior en la que tuvimos la oportunidad de discutir y cómo explicar la noción teórica de metabolismo (recordemos queríamos explicar a la prof. Leonora que es metabolismo). En primera instancia queda la imagen de una clase de biología sobre el metabolismo, sin embargo lo que se estaba discutiendo ahí no era en una clase de biología en si misma, sino lo que estábamos haciendo era un análisis epistemológico de cómo nosotros concebimos la noción de metabolismo”. En algún momento nosotros cuatro sentíamos una suerte de desesperación de no poder decirle a la profe Leo que es metabolismo. Con Carola compartíamos ente la mirada que no podíamos darnos a entender. Parecía una clase pero en verdad no es una clase sino un análisis epistemológico de la noción de metabolismo, es decir, cómo vemos el metabolismo nosotros, creemos que eso es importante relevar entendiendo que cada vez que abordemos un concepto científico es importante saber como lo vemos como lo entendemos, qué obstáculos tenemos al momento de enseñar o qué obstáculos hay al momento de aprenderlo. Segundo punto “creemos y compartimos desde la bibliografía leída (que se leyó la semana anterior y pasada) que es necesario definir criterios para analizar la realidad” (creemos que cada vez que enfrentamos una situación inevitablemente definimos criterios, no podemos ver la realidad como una cosa holista global, sino que es necesario concebir ciertos criterios) //sigue leyendo//”en este caso ciertos criterios en este caso para la enseñanza, evaluación o aprendizaje” (es necesario no ver esto como algo global sino que es necesario definir criterios, pensamos como grupo que no nos detenemos a definir estos criterios//se incorpora a la sesión Prof. Alberto//. “La sesión anterior visualizamos una seria de dificultades para dar a entender la noción de metabolismo” que era lo pasaba cuando la profesora no entendía que era intercambio de sustancias, qué era el transporte de energía...”esto nos lleva a pensar que cuando alguien no conoce el tema, nos lleva a pensar que existen obstáculos en el contenido como también hay obstáculos en la enseñanza y que llevan a pensar en obstáculos en el aprendizaje” Parece que inevitablemente emergen estos obstáculos y no se sino nosotros los profesores

nos damos cuenta de la existencia de esos obstáculos y no solo obstáculos en la enseñanza también en el aprendizaje y parece que el concepto o la noción teórica que abordamos en la sala de clase también tiene un obstáculo, como lo fue la noción de metabolismo, cuando se hizo mención que se transporta algo y la profe. Leo tomo un papel y lo transporta, dijimos nos eso lo que queremos decir, parece que el contenido disciplinar también nos propone ciertos obstáculos... Estamos concientes de la existencia de estos obstáculos en nuestras práctica... ¿no se?//sigue leyendo// “¿qué importancia tiene la toma de conciencia para la enseñanza de una noción científica específica”... el cuarto punto tiene relación con la pizarra que surgió cuando abordamos el concepto de metabolismo...no se si nos dimos cuenta de la serie de conceptos que surgieron y la complejidad que cada uno de ellos tiene... el pluralismo respresentacional que tienen (eso fue planteado para recuperar un elemento del documento leído en la sesión anterior)... Entonces la pizarra tiene 6 o 7 elementos y nosotros solo nos deteníamos en el concepto de metabolismo no obstante quedaba entre ver que la noción de energía no e entendía, intercambio no se entendía....

**min. 06:49** La sesión de hoy consiste en trabajar dos aspectos grandes dos actividades una de ellas es trabajar con el video de la sesión anterior, yo creo que cuando nos veamos //los profesores afirman que no sabían que existían videos de las sesiones, no parecen a gusto con ello. El coord. Reafirma que la situación de grabación de audio y video se informo en la primera sesión. (queda la sensación que los profesores desconocían ese aspecto)//...

2. (CoorEF) //inicia sesión de trabajo//Al observar el video sería interesante mirar lo que decimos, las intencionalidad de las cosas que decimos, a lo mejor mirar el contenido que se esta jugando ahí, mirar nuestras representaciones y ver si lo que quisimos decir se ve reflejado en la interactividad entre profesor y estudiante , en este caso la profesora Leo. Entonces la primera actividad es mirar un episodio del video y luego compartir algunas inquietudes que surjan del video y la segunda etapa es compartir las preguntas que se llevaran para la casa el viernes pasado, socializar y compartirlas.

3. Coord EF: //orienta el episodio que será analizado// dice la profesora Leo nos pregunto a nosotros ¿qué entendemos por metabolismo, qué noción de metabolismo se esta jugando ahí?... y esto fue lo que dijimos //el coordEF se levanta y enciende el video para ver las imágenes//.

4. A los **08:38 min** se inicia el video. //Se escucha el video de fondo, es difícil e transcribir. El episodio en discusión corresponde a una sesión docente que muestra a los profesores dialogando con la Prof. Leo sobre qué es metabolismo... Donatella pregunta ¿Hay alguien escribiendo ahí? Si la profesora Leo le responde coorEF//. (M) toma notas en su cuaderno, (C) y (M) observan con atención, (D) en ocasiones se mira las manos//.//Durante la observación del video no hay intervención de los participantes// Termina de observación de video **17:37 min.**

5. (CoorEFE): Bueno, //entrega de material a los docentes con tres preguntas relacionadas con el video// Nos gustaría pudiéramos compartir ¿Qué nos ha pasado con la observación del video, pregunta 1 y qué competencias de pensamiento científico estuvieron en juego durante la interacción con la profesora Leo y qué entendemos por actividad cognitiva científica //pregunta 3//. Nos damos un tiempo para abordar las preguntas y

comenzamos la discusión. **Min 19:18** comienza a trabajar en función de las preguntas hasta el **min 25:15**.

6. **CoorEFE: //retoma pregunta//** ¿Qué piensan o siente con la situación o episodio que muestra el video en torno al debate o discusión sobre la enseñanza la noción de metabolismo? ¿qué les sucedió cuando empezamos a vernos ahí tratando de consolidar algunas nociones de metabolismo?

7. **min 25:42 (D)** yo vi. al principio que en al lluvia de ida intentaban relacionar el o los conceptos con situaciones cotidianas, sin embargo habían conceptos que se hacían muy difíciles de explicar o de asociar aaa

8. **CoorDEF:** qué conceptos visualizaste tu complejos de vincular

9. **(D):** energía//pausa// intercambio en un principio también

10. **(C)** transporte

11. **(M)** yo pienso que nosotros cuando estábamos explicando o intentábamos explicar, en la medida que íbamos comoooooo avanzando // interviene Mariela, no se entiende por que hablan las dos al mismo tiempo//.. nos hacía preguntas, nos fuimos como complicando y no logramos realmente darnos a entender, como que la noción de metabolismo no quedo claro. Esa es la sensación que yo quede

**min26:35**

12. **(Ma):** lo que pasa es que, no se , pero es una parte del video lo que nosotros evidenciamos fue mas allá que esto es como la punta de ice berg empezamos con un pedacito con la noción de célula, para poder llegar a la noción de metabolismo y lamentablemente nos encontramos con que no podíamos buscar maneras de personificar lo que era el metabolismo, lo que era las moléculas que se intercambiaban, lo que era la los sistemas de oxido reducción, ahí se nos fue complicando mucho mas. Yo creo que de alguna manera, incluso un poco mas organizadamente que como lo hicimos podríamos haber explicado con tiempo, haber explicado bien lo que era metabolismo, explicando transporte, por que a lo mejor lo podíamos personificar y llevar a la vida cotidiana, pero cuando llegamos a hablar mas alla del ATP, de de adenosin tri fosfato y todo el cuento ya no teníamos recursos suficientes como para personificar esa situación o hacerlas como mas cotidianas o mas cercanas al alumno... de un modo muy árido muy complejo.

13. **coorEFE:** yo estoy pensando que a todos nos pasa eso, esa misma reflexión que estas haciendo ¿qué tipo de decisiones te llevaría a tomar, ahora? Ahora que emergen estos conceptos, que te das cuenta que no es tan fácil la enseñanza de una noción que habitualmente parece menos compleja de lo que aparente... ¿qué decisiones tu tomaría como profesora?

**Min 28:14**

14. Primero yo creo que antes de poder hacer una clase como esa tendría que buscar estategias diferentes de poder mo..mo modelizar//tiene dificultad para decir la palabra// los

conceptos necesarios para llegar a. Buscar la manera como decías tu al principio no es un solo concepto son varios los que van saliendo.. para armar el rompecabezas tu tienes que tener esos conceptos.

15. coordEFe: ¿ese armar rompecabezas es modelizar para ti?

16. Ma: no, hacer un modelo digamos tratar de acercarlo a la cotidiano, buscar ejemplos que me permitan conectarme, pero cada uno de ellos por separadazo ya es una pieza que hay que trabajar previamente para poder lograr globalizar digamos y poder hacer una situación mas concreta

17. coordEfe: pareciera que debemos lograr que esos conceptos adquieran significado ¿Qué adquieran un significado propio para poder conectarlo? Esa sería la decisión, estoy pensando que los conceptos adquieran un significado en cada estudiante para que luego lo relacione? // moderador pregunta a mariela, el resto de los participantes se aprecia atento a los relatos.

**(29:43)**

18. M: se supone que debíamos tener esos conceptos, por que empezó a salir en base de que eso ya lo habíamos visto, entonces a lo mejor asegurarnos de que esos conceptos ...

19. Ma: //interrumpe// ya están internalizados en el alumno. Por lo menos ya ha apropiado de alguna manera de ellos. Lo que pasa que siempre uno frente a esto hay estrategias en el caso de la actividad celular... modelizar una célula ayuda, hacer una membrana plasmática o que ellos hagan.

20. (min 40) Coord. Yo no sé si en ese transito, cuando yo transcribo a elaborar un modelo pasan cosas en el estudiante, sin duda que pasan, pero no sé si se construyen o consolidan estas nociones científicas que queremos nosotros desarrollar en la escuela.

21. C: O sea una parte yo creo, eso es una etapa que no es que se vaya a consolidar.

22. Ma: Es no es sólo eso lo que tú vas a hacer, yo creo que hay mucho más que eso. Yo parto por lo que tú me dijiste, la casa, ahí está la casa y aquí va esto, va lo otro, ahora segundo que tu preguntas qué hace eso ahí, cuál es la función que tiene, cómo se conecta, etc. Hay todo un proceso más allá del modelo que te presentan, hay toda una serie de preguntas que tú estas haciendo, estas trabajando y estas constantemente repreguntando ciertas cosas o preguntándole a uno, preguntándole a otro, lo que hace que él también este pensando, este buscando las respuestas, investigando, etc.

23. Coord. Estaba pensando que nosotros lanzamos una propuesta de enseñanza que está en base a las analogías, lanzamos dos analogías, el transantiago que es la propuesta, después la propuesta de la casa, a lo mejor nosotros inconscientemente tendemos a buscar estas comparaciones de lo abstracto a lo conocido y a lo mejor puede ser una estrategia que hay que comenzar a desarrollar, porque emergieron, cierto.

24. C: Claro, es que yo creo que todos los profes de repente usamos ese //queda idea inconclusa//

25. Ma: Todos lo profes usamos la analogía, ahora el problema es usarla bien o no usarla.
26. Coord. O sistematizar la analogía.
27. C: Claro, para que no se queden con esa idea digamos.
28. Ma: Pero de alguna manera ellos van hilando, van construyendo, van recordando.
29. Coord. Pregunta a M. ¿qué significa que vayan hilando?
30. Ma: Van conectando
31. Coord. Pero conectan conceptos anteriores o conectan con el contexto vivencial, de la experiencia.
32. Ma: Con ambas cosas, con ambos, por ejemplo, no sé si a ti te pasó alguna vez que te costaba aprenderte alguna palabra compuesta y buscabas lo elementos para asociarlo, entonces uno va aprendiendo así, buscar nombres por ejemplo o situaciones que uno las va conectando.

**Min. 43**

33. Coord. Invita a pasar a la segunda pregunta, finalizando la reflexión en torno a la primera pregunta, para esto pide a las profesoras que concluyan en una sola frase o palabra la primera pregunta, a modo de cierre.

//Silencio durante 15 segundos//

34. Ma: Yo creo que la palabra revisión, revisión de la manera cómo tú lo haces
35. Coord. ¿Y tú Carola?
36. C: Que como profes tenemos que estar preparados para esas interrogantes que nos pillan, la verdad es que no fuimos preparados.
37. Coord. Pero tú dices preparados, ¿preparados teóricamente o preparados desde la didáctica?
38. C: Desde la didáctica.
39. Coord. ¿Desde la didáctica entendida como un instrumento o desde la didáctica como una instancia de reflexión para construir conocimiento?
40. C: Para construir el conocimiento.
- //Comentarios a voz muy baja, que no se descifran//
41. C: Si, porque yo creo que eso nos falta, en general, a nivel nacional.
42. Coord. De todas maneras, parece que nos falta esa reflexión.
43. C: Además que las instituciones, las universidades en general, a uno no... O sea está por separado
44. Coord. Parece que hay una imagen más instrumental.

45. C: En el área de ciencias, yo creo que pasa a nivel de todas las universidades... Esta separado completamente la asignatura de química o biología con las asignaturas de pedagogía.
46. Ma. Es decir uno aprende pedagogía sobre su cuerpo.
47. C. En el fondo cuando uno hace la práctica o la pre- práctica, en el fondo a ti te revisan si esta mal, pero tampoco se hace como un apoyo para que uno vaya... digo como que vayan enseñando.
48. Coord. Existe esa imagen más bien operativa de las cosas. Hay una mirada que hay que reflexionar de manera profunda.
49. C. Yo creo que nosotros los profes de ciencias, que son asignaturas super abstractas, física, química, biología, matemática, yo creo que a través de los años vamos adquiriendo experiencia, oye sí a mi resultó tal cosa y uno va probando, incluso el mismo año aparecen algunos obstáculos por ahí, pero va saliendo sólo.
50. Ma: Uno siempre va tratando.
51. Coord. Para cerrar las ideas con las reflexiones, Marcela ¿Cómo cerrarías tú la pregunta?
52. M:Replantearnos la forma de enseñar los conceptos a los niños.
53. Coord. ¿Y tú D?
54. D. Ponerme en el lugar del alumno, porque puedo suponer que sabe mucho, que estos conceptos ya están pasados, que vimos célula y están clarito, pero hay que volver a retomar, volver a plantearlos porque al parecer hay que ponerse en el lugar del alumno que no todo esta cien por ciento entendido.
55. Coord. Esa este pluralismo representacional o sea la complejidad que tienen los conceptos, o sea hay una gama de representaciones para una misma noción.
56. C: Lo que pasa que ahí también está en juego rol del tiempo.
57. Ma: Yo creo que ahí también está la individualidad del profesor, cada profesor tiene un sistema o una forma representarte las cosas a uno mismo también, y esa forma la utiliza peleando con los demás, aprende recíproco y no necesariamente //no se entiende//
58. Coord. O sea también podría ser ese un obstáculo.
59. Ma.: Es un obstáculo.

**Min. 48**

60. Coord. Pasa a la segunda pregunta. ¿Qué competencias de pensamiento científico enfatizamos como profesores en la interactividad de profesores de biología y “estudiante que quiere aprender sobre metabolismo”? ¿Qué competencias de pensamiento científico se enfatizaron en esa discusión, que ustedes hayan podido visualizar?

61. D: Yo la vi. clarita en transferir los conocimientos científicos adquiridos a otras situaciones similares o distintas, o sea siempre tratar de relacionar a cosas que entendieran ellos.

62. C: Comparar y clasificar la información científica.

63. Ma: Argumentar, confrontar criterios.

64. Coord. Cuando hablaban de relacionar criterios, por ejemplo en el video en qué minuto se manifiesta esa capacidad de relacionar, qué relacionaban.

65. M: Algunos conceptos con lo que sucedía en la vida, por ejemplo cuando tratábamos de que relacionaran el concepto de energía, con la cocina, con la mitocondria.

66. Coord. ¿Y en qué minuto nosotros desplegamos estas competencias como argumentar?

67. Ma: Cuando tratábamos de explicar, de llevarlos a un terreno más científico.

68. M: Pero eso sería desde el punto de vista de nosotros.

69. Ma: Nosotros tratábamos de argumentar //afirma//

70. M: Pero aquí estamos preguntándole sobre las competencias basadas en el alumnos, cierto?

71. Coord. ¿Podríamos entender que argumentación y explicación son iguales?

72. Profesoras. //Afirman//

73. Coord. O sea ustedes consideran que son iguales, o sea uno en la clase debiera desarrollar competencias como la argumentación o la explicación, ¿esas son las que ustedes pudieron visualizar?

74. Profesoras. //Afirman//.

**Min. 50**

75. Coord. Tomando en cuenta el análisis de cada una de las preguntas y las competencias que ustedes pudieron visualizar en el episodio, a su juicio qué es una actividad cognitiva científica.

76. C: Yo lo puse en cuatro palabras aplicación del conocimiento científico.

77. Coord. //Tras un minuto de silencio// Invita a las otras tres profesoras a compartir sus respuestas.

78. D: Procedimientos que permiten desarrollar un pensamiento científico, pero ese procedimiento me falta complementarlo con otras cosas.

79. Coord. Pregunta a Mariela.

80. Ma: Yo puse que era que la actividad frente a un problema científico pretende buscarle diferentes maneras de dar solución, ya siendo aceptando la hipótesis, plantear el problema o rechazándola.

81. Coord. ¿En las propuestas que hemos hecho, ustedes no extrañan elementos que rescaten emocionalidad, el sentir del estudiante, las limitaciones que él tiene para trabajar el contenido científico?

82. Ma: ¿Estamos hablando de actividad cognitiva científica?

83. Coord. Afirma e insiste en la pregunta.

84. Ma: Es que lo que entendí como actividad cognitiva se refería a una actividad científica propiamente tal, pero no explicitaba que fuera // idea inconclusa//

85. D: En las tres dimensiones.

86. Ma: Claro en tres dimensiones, no la vi en tres dimensiones.

87. Coord. Una actividad científica propiamente tal, qué características tiene para ti, cuándo es una actividad científica propiamente tal, qué se hace ahí, qué quisiste decir con eso.

88. Ma: No, es que desde mi punto de vista de qué es una actividad científica desde el punto de vista de la respuesta, la vi meramente que se abocaba a la parte desarrollo del pensamiento científico o de la actividad era aprender algo de un objeto determinado, sería el metabolismo. Ahora si lo vemos desde otro punto de vista, claro, es decir a lo mejor tú puedes ver el plano sentimental en las vivencias de cada uno frente a la problemática que esta viviendo, va a ser muy distinto lo que vea una persona obesa frente a esa realidad que lo que vea una persona que está desnutrida o una persona normal, los parámetros son distintos etc. Pero también depende de la actividad porque a lo mejor tú si a lo mejor estas trabajando algo con manualidad a lo mejor va haber cierto grado de frustración frente a aquellos alumnos que no dibujan bien o que no trabajan bien manualidades o que simplemente no les gusta ese tipo de cosas, les da lata.

#### **Min. 54**

89. Coord. Ustedes que opinan de lo que dice Mariela.

90. D: Es que estamos tan acostumbrados a mirarlo de ese punto, somos muy restringidos.

91. Ma: Somos muy técnicos.

92. Coord. Pero ahora, en ésta discusión, no sienten que a lo mejor es necesario abrir la mirada.

93. Ma: Pero sabes que yo creo que a lo mejor cuando se refiere a expresarlo en forma escrita nosotros lo hacemos así, pero yo creo que en el trabajo en el aula uno lo toma en cuenta siempre, siempre esta presente, porque nosotros no trabajamos con robots trabajamos con personas, siempre esta incluido el sentirse partícipe, el acompañar al cabro que esta más solo, tratar de involucrarlo, en hacerle cariño, o en decirlo oye que lo hiciste bien, siempre hay ese aspecto positivo de acompañarlo en el proceso el problema es que cuando se nos pregunta una cosa así como que //idea inconclusa//

94. C: También esta la transversalidad.

95. Ma: Yo creo que es parte de la relación profesor alumno.

96. Coord. Porque a lo mejor la pregunta nos invita a que cuando generemos una actividad cognitivo científica, sea una actividad que potencie todos los ámbitos del sujeto, o sea de alguna u otra manera esa es la invitación que se nos esta haciendo y pareciera ser que esta primera conversación que hemos tenido parece que siempre hemos promovido actividades que privilegian solamente el conocimiento o sea pareciera ser que son más actividades cognoscitivistas que actividades cognitivas propiamente tal o sea no estamos considerando todo el sujeto, incluso nosotros que somos profesores cuando hablamos desde la biología o de estas nociones, en verdad hablamos con un nombre propio, con una carga valórica, particular convivencia, experiencia, o sea uno no habla desde el conocimiento solamente, o sea que también pareciera una suerte de pasión, de emoción y a lo mejor a los niños les pasa lo mismo porque estamos tratando con personas, de aquí esta imagen o noción de un sujeto como un todo, pero también como ustedes lo han declarado y todos hemos sido formados bajo una noción pareciera ser de una ciencia del conocimiento que dura, muy rígida, inflexible, por eso es que hay que abrir la mirada, hay que darle más cobertura y apretura a este tipo de cosas, nosotros estamos tratando con personas.

97. Ma: Es que sabes lo que pasa, es que todo depende de la experiencia de cada uno, porque yo siento que uno cuando trabaja con... A mi me ha pasado digamos, siempre se tiende a decir que los profesores de biología son médicos frustrados, se tiende a decir eso, no que se creen dioses, en todas partes te dicen que los profesores de biología se creen dioses, pero esa es una realidad a lo mejor muy dada pero fíjate que si yo lo pudiera catalogar de alguna manera yo creo que también existe flexibilidad, por lo menos en mi caso existía mucha flexibilidad, mucha apertura, mucha como se llama entender que el otro

puede estar en momento totalmente diferente al tuyo, que tiene momentos buenos, que tiene momentos malos que si me querían dar una prueba, decía yo bueno que hoy día hay prueba y me decían sabe profesora que yo no pude estudiar porque bueno ya démela la otra clase. No esa cuestión de ser tan rígida sino que siempre estar a disposición de colaborar con el aprendizaje pero no ser un corta cabeza digamos, esa no es la idea.

98. Coord. Yo creo que también la pregunta nos invita a que no es sólo la actitud que uno tiene como profesor o el estilo que pueda tener, fíjate que en la actividad estoy invitando al estudiante a que haga algo, pero en ese hacer él se despliega en su máxima expresión como persona, yo lo veo así, ¿te fijas?, y pareciera ser que ese despliega no se está dando porque nosotros privilegiamos el conocimiento y a lo mejor eso me lleva a pensar que por algo nos dicen que somos dioses, porque a lo mejor siempre hemos privilegiado darnos a entender, porque quién dice que somos dioses los alumnos o los colegas, a lo mejor lo dicen ellos claro, sería dios porque privilegia el conocimiento, a lo mejor están diciendo esas cosas, a lo mejor, ¿te fijas?, entonces si existen esas nominaciones deben ser por algo.

99. coor: Interesante la reflexión, y yo creo que aquí hay que rescatar elementos que nos permitan en el futuro diseñar actividades que promuevan competencias de pensamiento, pero en el marco de la persona con su complejidad y en todo su espectro o sea con todo su repertorio.

100. C: Lo que pasa que igual depende del colegio donde uno esté inserta y depende de la exigencia del colegio también.

101. Ma: Del tipo de alumno, del tipo de curso.

102. C: Y más que nada de la orientación del colegio, porque hay colegios que privilegian totalmente lo academicista.

103. Ma: Lo académico, no pierden tiempo en estupideces.

104. C: Entonces también depende del ámbito en cual están insertos.

105. Coord. Pero yo espero que ojalá que empiecen a aparecer los matices en la enseñanza, si existe la instancia.

106. C: Pero yo creo que uno es flexible frente a, porque no creo que seamos tan cuadrados, yo creo que nadie es tan duros digamos.

107.

108. Ma: Sí hay, hay profesores que son cuadrados y duros pero...

**Min. 60**

109. Coord. Pero eso tiene que ver con el estilo que uno tiene, pero miremos las actividades que proponemos, dentro de las actividades promueve ese despliegue en el marco amplio de la persona, a lo mejor ese es el análisis que hay que hacer, porque los estilos o las formas que uno tiene son bien particulares, pero aquí se esta poniendo en juego cómo hago yo que un estudiante desarrolle competencias de pensamiento científico, cómo promuevo en el estudiante un desarrollo integral de él como persona, parece que eso es lo que nosotros queremos distinguir.

Qué les parece si pasamos a la actividad número dos que tiene relación con las fichas que se les entregó la semana pasada, que son unas cartitas y ustedes tenían ahí la oportunidad de observar la ficha y responder a tres preguntas.

También me gustaría que comenzáramos con la última pregunta que dice lo siguiente: Alguien propuso las actividades de las fichas para evaluar aprendizajes de la noción de metabolismo.

//El coordinador propone comenzar por la pregunta número tres e indica a las profesoras que se les dará un tiempo para contestar las preguntas, comenzando por la número tres//.

-Duración de la actividad 18 minutos-

**(1:20 min)**

109. Coord. //Invita a discutir la pregunta tres//. Alguien propuso la actividad de las fichas para evaluar aprendizajes de esta noción de metabolismo, elija tres de ellas y argumente las competencias de pensamiento que permiten evaluar cada una de estas fichas. Ustedes me podrían indicar por ejemplo las tres que eligieron según el número que tiene la ficha, por ejemplo Carolina cuáles fueron tus tres.

110. C: Yo elegí la 1, la 3 y la 6.

111. Coord: ¿M?

112. M: La 2, la 4 y la 6.

113. Coord. ¿Ma?

114. Ma: Yo elegí la 1, la 3 y la 2.

115. Coord. Qué competencias de pensamiento científico creen que les permiten evaluar las tarjetas que ustedes eligieron.

116. C: Yo puse diferenciar fenómenos científicos, recoger datos e información específica, analizar los resultados, interpretar textos científicos, interpretar gráficos.

117. Coord. Eso sería como la suma de todas las competencias si trabajáramos con las tres fichas que tú elegiste, serían esas las competencias que se pueden evaluar.

118. C: Yo lo haría en orden, ocuparía la número 3 primero y daría la explicación, ocuparía la 2 para la comprensión de ellos, y ocuparía la 1 para la aplicación.

119. Coord. Esa sería la secuencia.

120. C: Que yo elegiría, si no tuviera ninguna otra opción, elegiría eso.

121. D: ¿La 1 era?

122. C: No, ocuparía la 3 primero.

123. D: No pero la última.

124. Coord. La uno.

125. C: Sí, la 1.

126. Coord. La 3 para la comprensión

127. P: ¿Y la segunda?

128. C: La 6, que es para comprensión del texto.//en la segunda intervención Carolina modifica su elección inicial, reemplaza la ficha 3 por la 6//

129. Coord. Marcela que CPC se pueden evaluar con las fichas que tú elegiste.

130. M: yo también puse recoger datos, comparar, clasificar, relacionar, sintetizar, transferencia de conocimiento a situaciones similares, y formular preguntas a raíz de observaciones que se pueden hacer.

**(1:23 min)**

131. Coord. Y si hiciéramos el mismo ejercicio que nos propone Carolina, ¿Cuál sería la secuencia para ir desarrollando la CPC y al mismo tiempo ir las evaluando?

132. M: yo había puesto 6, 4 y 2.

133. Coord. ¿Por qué?// Marcela queda en silencio, no justifica su elección//. Pregunta a Ma.

134. Ma: yo tengo la 3, la 1 y la 2, las tengo en ese orden, la primera explicar, la 3 explicar, la 1 comprensión, relación y la 2 aplicación.

135. Coord. Esas serían las competencias de pensamiento que estarían en juego, o sea tú aplicarías esas fichas para evaluar ese tipo de pensamiento. ¿Y Donatella?

136. D: La 3, la 6 y la 4, pero igual hay.

137. Ma: Hay algunas partes de algunas que no te convencen.

138. D: Incompleta.

139. Coord. Por ejemplo qué criterios ocuparon para decir esta si y esta no.

140. C: Yo me cerré solamente si tuviéramos esto no más, si no tuviéramos nada más.

141. Coord. Por ejemplo qué riquezas tienen las fichas que tú elegiste que te llevaron a decir esta es una buena ficha para evaluar.

142. C: Para mi las imágenes son fundamentales, o sea el uso de imágenes que ellos puedan //No se entiende//. Ahora, hay que ver todas las aristas, que tiene que haber una foto bien hecha digamos.

143. Coord. En ese mismo contexto, ¿cuándo la foto esta bien hecha?

144. C: Me refiero yo a cuando el material esta bien //hace gesto indicando que sea legible, claro//, por ejemplo yo hecho guías, que he demorado mucho en hacerlas y las imprimo a color y salen preciosas, saco la fotocopia, ¡horrible!.

145. Coord. Bueno por lo menos el criterio que utilizó la C. fue la imagen. ¿Qué criterios eligieron las otras colegas para decir esta ficha si y esta ficha no para evaluar las CPC?. Carolina opta porque en la medida que tenga las fichas de imágenes, porque ella trabaja con imágenes le va a permitir evaluar las competencias que desarrolla.

146. C: Y aquí igual, la idea es que ellos vayan relacionando.

**(1:25 min)**

147. Coord. Ustedes usaron un criterio similar.

148. Ma: Mira yo creo que la imagen en este caso puede servir, pero también yo busqué por ejemplo el mapa conceptual, siento que es una manera de darse cuenta claramente cuando el alumno entiende o no, y cuando hay un alumno que no tiene claro un concepto, uno en el mapa conceptual al relacionarlo, uno se da claramente cuenta qué esta pasando.

149. Coord. ¿Al mapa conceptual tú le das un poco el molde o lo elabora él?

150. Ma: No, lo elabora él, le enseñó a elaborar un mapa conceptual primero y después solito los hacen.

151. C: Yo por eso se lo dejé al final.
152. D: A mi me gustaron esas pero encontré que tenían pocos conceptos.
153. Ma: Pero sabes qué pasa, es que igual.
154. Coord. O sea es un criterio de decir no es la falta de riqueza de conceptos. Un criterio que lleva a decir no a Donatella puede ser la falta de concepto.
155. Ma: No, a mi me gustó y dije yo, por lo menos voy a saber cómo lo relaciona, después en la 3 me gustan los esquemas y además la idea de que como dice;"el profesor explica con sus palabras este esquema y dice a partir de esto se consolida el tema de metabolismo discutido en clases", eso yo creo que le da una apertura de poder explicar cosas.
156. Coord: ¿Qué CPC se evaluarían con es ficha, cuando esta ese esquema que harías tú?
157. Ma: Por ahí hay interpretación, relación, interpretación de esquemas, análisis//Después de una pausa y cuando Carolina dice análisis, ella nombra análisis//, síntesis, hasta puede sacar síntesis en ese cuento, entonces les da la posibilidad de poner realmente lo que sabe, con sus propias palabras. Y esta //Indica la ficha// a mi siempre me han gustado las metáforas, como una juega con las metáforas con todos, yo creo que es importante sacarlos de la rutina de esa parte científica- científica es como darles vuelta la cosa y eso para mi es aplicación, interpretación.
158. Coord. Cuando tú dices darle vuelta la cosa es como ¿reestructurar las ideas que ellos tienen?
159. Ma: No, yo me refiero a que ahora en base a un esquema de una cosa ellos pueden aplicar los conocimientos que ellos saben, ellos van a buscar las relaciones, vamos a busca qué pasa en esto con esto y todas esas cosas y de acuerdo a eso uno va sacándole a los cabros "como ese conocimiento de cómo piensan ellos", porque no le están dando algo que tú estructuraste en la pizarra, sino que le estas dando una idea ellos tienen que desarrollar.
160. Coord. Generar una posibilidad.
161. Ma: Claro, entonces es como más amplio como más entretenido, no sé.
162. Coord. Y tú Marcela ¿Qué criterios consideraste para tu elección?
163. Marcela. Sí, va con lo mismo en el sentido de la metáforas, aquí se le pide al alumno que él sea capaz de describir, que haga una narración.
164. Coord. ¿O sea esta el criterio por el protagonismo que toma el estudiante?
165. M: //Asiente con la cabeza// Frente al tema. Igual en la otra que yo elegí, la del extraterrestre también, porque se supone que él le tiene que tratar de explicar a este ser que viene de otro planeta, metabolismo con ciertas "cosas" que le trae el extraterrestre para saber si tiene o no tiene metabolismo, entonces ahí él tiene que aplicar conocimiento y él tiene que tener claro el conocimiento para poder explicárselo al extraterrestre. Y la otra que también me gusta es la 6 porque él tiene que hacer un esquema que resume el texto, el esquema puede ser un mapa conceptual porque yo lo veo desde ese punto de vista, puede ser un mapa conceptual, puede ser un dibujo que resuma.
149. Ma: Cualquier forma de expresión que él quiera.
150. M: Que lo opte, libertad.
- (1:30 min)**
151. Coord. Ahora en relación de la actividad 2 que dice: En relación a las ficha que se les entregó. Ahí hay una pregunta que nos obliga pensar en qué debería hacer el estudiante en cada una d las fichas, dice. *¿Qué es lo que tu crees que el estudiante debe hacer para responder las preguntas propuestas en la ficha?*

152. C: ¿De las yo elegí?

153 Coord. De las que tú elegiste //responde// //se insiste en la pregunta

154. Ma:¿lo que debe hacer en la prueba? //al parecer no capta el sentido de la pregunta//.

155. coord. Entonces el relato de lo que el alumno debe hacer//aclarar este debe hacer es amplio, no implica solo saber haber hacer sino también saber, esta aclaración para focalizar la pregunta, dado que los profesores no saben como responder a ella//.

**(1 : 32)**

156. Ma.: Yo creo lo que debe saber.

157 // durante un tiempo de 5,30 minutos revisan las fichas, registran en sus hojas de trabajo y luego coordinador releo la pregunta.

158. Ma: En la número 1, la ficha 1 el alumnos debe poder explicar con sus propias palabras, las diferentes definiciones que allí aparecen para eso tiene que tener la claridad conceptual necesaria. La actividad 2 es muy fácil digamos, también tiene que tener también claro los procesos de síntesis y degradación y en la parte 3, yo creo que en el mapa conceptual debe relacionar estructura, función, ubicación, etc. En cuanto al 3 yo siento que va por explicar el proceso de formación de ATP que ocurre en la mitocondria, paso a paso, detalle a detalle, tiene que tener una claridad global también. Y en el 2 debe sus conocimientos cotidianos de lo que pasa en una casa o de lo que debe fallar en una casa debe tratar de aplicarlo a lo que ocurre en el funcionamiento celular, para eso debe tener dominio de conceptos, funciones, relaciones dentro de la célula para poder aplicarlo y transferirlo de lo que le pasa a la casa a la célula, para poder darle una explicación.

**(1 :41 min)**

159. Coord. ¿M?

160. M: Yo la N°6 que dice que se le da un texto. Yo puse primero que el estudiante debe leer comprensivamente, eso tiene que buscar un vocabulario desconocido y obviamente buscar los significados, subrayar ideas principales para poder luego describir lo que es anabolismo y catabolismo, luego relacionar con algunas enfermedades y ser capaz a través de un esquema explicar la noción de metabolismo//uno segundos// eso sería la N°6. Bueno la N°4 es explicar el concepto de metabolismo, relacionar y comparar, lo que tiene que explicar el extraterrestre con el hombre y la hormiga, etc. Y en la N°2 lo mismo que tiene Mariela explicar el conocimiento, relacionarlo con la casa todo lo que sucede con una célula.

161. ¿C , D?

**(1 :42min)**

162. D: En la 6, no necesariamente el alumno debe dominar los conceptos relacionado con metabolismo, ya que la información la puede extraer de la lectura, debiara ser capaz de seleccionar las ideas principales del texto, comparar los conceptos, identificar enfermedades metabólicas y caracterizarlas, en un esquema Y la 4 la del extraterrestre, es interesante someter al alumno a una situación nueva, debe analizar el concepto, relacionar el concepto, debe explicar una posible situación experimental... fue donde debería considerar diferentes variables. En el fondo me encantó está por que tiene que aplicar, someterlo a algo totalmente nuevo, que ni se...imagina, ni siquiera es una persona es un extraterrestre que hay un montón de cosas que no conoce por lo tanto va a tener que ingeniárselas para poder explicar el por que eligió a esos seres vivos u objetos que propone...

163. Coord ¿C?

**(1 :43 min)**

164. En la 3 el mismo alumno tiene que tener una claridad o tener claro o saber o acordarse o el mismo profesor recordarle los componentes de cada una de los componentes de la molécula de agua, los puentes, eso, tener claro la función de la mitocondria y la finalidad de las reacciones químicas //no se entiende//. La 6 extraer ideas principales del texto, redactarlo, compararlo... organizar las ideas en un esquema también. La 1 tendrá que tener la capacidad de relacionar los conceptos que incluye el aprendizaje de metabolismo.

**(1 : 44 min)**

165. Corrd. Bueno nosotros queremos hacer una propuesta, entendiendo que la próxima semana ustedes ingresan a sala y en verdad es el equipo completo quien ingresa a la sala. Por eso no pierdan de vista que la semana anterior y hoy quisimos analizar epistemológicamente la noción de metabolismo, que hay distintas representaciones, hay complejidad , que hay obstáculos, que al mismo tiempo se ha levantado esta noción de actividad cognitiva científica y ya en casa con más tranquilidad ver cuál de es actividades realmente una ACC por que parece que ha sonado vago y es importante para nosotros y ud. que nosotros podamos colaborar y darnos estos tiempos de reflexionar y compartir estas ideas, las propuestas que se generan desde acá son para que las podamos compartir.. Como entraremos a la sala, los elementos que hemos discutido hoy día que sirvan como insumo para pensar en el diseño de las actividades, en es dimensión quiero entregar el desafío para el próximo viernes

166. D: Podemos arreglar las fichas

167. Coord. Que bueno que dices eso, leamos la tarea y conectamos con lo que tu planteas. Asumiendo que cada ficha tiene una intencionalidad, describe y fundamente una propuesta, un protocolo de trabajo con cada ficha para el logro de CPC, es decir, queremos que Uds. diseñen esta rutina la cual se trabaja con la ficha, cuál sería ese camino para luego en el futuro nosotros proponer ósea ustedes sus propias fichas, así si cada uno de nosotros propone fichas, podemos llegar a tener 30 fichas para la enseñanza de CPC desde el metabolismo, pero al mismo tiempo fichas pensadas, entendiendo que hay obstáculos en la enseñanza, aprendizaje y contenido

168. Coord. Cuál sería el guión metodológico//esto a raíz de mejorar la comprensión del trabajo propuesto//.

## TRANSCRIPCIÓN TALLER DE REFLEXIÓN DOCENTE 08 RELATO COMENTADO

<b>Objetivación</b>	TRD 008	<b>Fecha</b>	300508
<b>Temporalidad analizada</b>	2 horas	<b>Participantes de la sesión</b>	Leonora, Eduardo, Carol, María, Mariel
Esta sesión se realizó en la sala de trabajo del grupo GRECIA, sólo existe registro en audio. Es la sesión destinada al Diseño. Se trabaja con un video sobre la célula extraído del sitio youtube.com. Propósito el diseño de la enseñanza para la noción de metabolismo.			

1. Coord. Da las indicaciones de lo que se hará en la sesión, para qué se hará y da el contexto en que se debe realizar este diseño. //Duración 5 minutos//

El diseño, estamos siguiendo partes de una ingeniería didáctica y esa primera parte son los estudios previos, se da en base a las elecciones del diseño. Debido a lo didáctico o secuencia de enseñanza en lo que nosotros hemos venido hablando, de algún modo el artículo que vimos nos entregó antecedentes de los entendimientos estudiantiles, porque nos mostró como las ideas previas están jugando en los entendimientos de los estudiantes.

Habíamos dejado para hoy día, los desafíos ya los llenamos en la ficha de la semana pasada, respecto de la epistemología del concepto, antecedentes históricos de epistemología, yo diría que nos hemos enfocado más en lo epistemológico más que en lo histórico, no hemos ido a ver en la historia cómo se levantó la noción de metabolismo. Antecedentes didácticos, partimos viendo planes y programas hace un mes atrás, por abril, y los antecedentes socioculturales han aparecido por aquí por allá, pero no los hemos sistematizado, pero los elementos socioculturales tienen que ver con cómo entendemos el metabolismo como cultura, cómo lo asociamos a la figura delgada, la propaganda cómo nos presenta el tema, hemos estado entonces en la parte de antecedentes.

La semana pasada hemos entrado al diseño de la enseñanza y para hoy día quisiéramos dejar listo el diseño de la primera sesión en que cada una dura 2 horas y que la última es para dar las evaluaciones, entonces si tenemos 3 sesiones, 6 horas para jugarlos la presentación del metabolismo. Entonces **hoy día lo interesante sería dejar un bosquejo macro de las 8 sesiones de dónde iniciamos hasta dónde queremos llegar, una primer visualización general**, que el arquitecto dice tengo 100 metros cuadrados, mas menos la casa va a tener 3 piezas, 2 baños y un living- comedor, en fin, la decisión es macro sobre las 8 horas. Para esa sesión número uno debemos levantar conjeturas, es decir una vez que la tengamos hecha tenemos que levantar nuestros pronósticos de cómo les va a ir a los chiquillos que van a estar ellos haciendo con ese diseño que nosotros estamos haciendo.

Ahora, hay un enfoque didáctico que queremos intentar considerar pensando en la enseñanza por resolución de problemas y en el análisis a priori nosotros vamos a levantar conjeturas previas de cómo van a desempeñarse los estudiantes y cómo sus desempeños van a estar en relación a algunas competencias de pensamiento científico. Luego viene la enseñanza y para cada sesión vamos a describir, la verdad es que ahí ya no es el diseño de la enseñanza sino que es descripción de la enseñanza realizada, de la que efectivamente se realizó, para hacer el análisis de lo que efectivamente hicieron los chiquillos y contrastemos lo que hoy día conjeturemos. Los distintos diseños los vamos a reunir y vamos a tener un

rediseño para la propuesta, con diseño de propuesta, intervención de la misma y un rediseño, esto era a propósito del guión didáctico.

2. Coord. El tema es el siguiente, más que el video mismo, sino que cómo llevamos ayuda a colaborar para que el estudiante comprenda los conceptos comprometidos... Ayudar a trabajar el concepto con la profundidad que tiene, que no es trivial, y para que los estudiantes capten también lo apasionante que puede ser este mundo del metabolismo.

3. C: Una consulta ¿Nosotras tres vamos a hacer la misma clase, con distintos alumnos?

4. Coord. Con distintos alumnos, claro.

5. Ma: Con distintas realidades también.

6. C: ¿La prueba va a ser la misma también?

7. Coord. No necesariamente porque vamos a ir viendo viernes a viernes lo que ha ido pasando con cada sesión y por lo tanto vamos a ir conociendo y descubriendo a nuestros distintos alumnos, entonces haremos una experiencia, una réplica coherente, coherente con el estudiantado y coherente con el avance de cada...

8. C: Con el avance de cada realidad

9. Coord. Absolutamente. Aquí lo que nos interesa es que cada una de ustedes toma decisiones profesionales respecto a su propia aula, porque lo que nos interesa es que la enseñanza que ocurre ahí sea la mejor y los aprendizajes de ahí sean los mejores.

10. Comienzan a observar video. **//Duración 19 minutos aproximados//.**

11. Coord. Comenta las imágenes que van apareciendo en el video.- Muestra todo lo que pasa dentro, a nivel intracelular. Hay como un par de zapatitos que van avanzando... Atraviesan la célula como cordeles... Parte con torrente y cierra con torrente, eso es lo que yo veo...

**//Profesoras. Mientras observan video comentan acerca de lo que va a apareciendo//**

12. Observen como son las enzimas, entonces tú no tienes eso para la leche, nadie te desarma eso y se te pudre eso en el intestino y se te forma ácido láctico y el chiquillo va a entender, dolor de guata, o sea claro porque no esta esa cosita verde que da el corte.

13. Coord. Indica que detengan el video un momento y sugiere a las profesoras que en su clase hagan lo mismo y **expliquen qué está pasando ahí**, a modo de motivación.

**Pregunta a las profesoras qué esta pasando ahí.**

14. C: Esta desarmándose el uso mitótico.

15. Coord. ¿Pero el uso mitótico es solamente en la célula, verdad? Y el uso mitótico es cuando se va a duplicar algo.

16. Ma: No, cuando se divide el material y se van a formar dos células nuevas.

17. Profesoras. Discuten a cerca de las etapas de la división celular **//1 minuto aproximadamente//**

**//Se continua observando el video//**

18. Coord. Entonces este era un ejercicio para ver en qué medida puedo colaborar al diseño para que lo chicos imaginen cómo es que ocurren estas cosas intracelulares, que de repente en el metabolismo se juega un conjunto de reacciones que se juega el interior de la célula, entonces para ponerlos en contexto, ahora nosotros tendríamos objetivados cuáles serían algunos conceptos, que son los conceptos importantes de posicionar, entonces podríamos

recordar algunos de los conceptos que eran importantes, que vimos el viernes pasado, ¿La epistemología de metabolismo por ejemplo?

19. Ma: Son todas las reacciones químicas que tiene un organismo, todas las reacciones químicas que suceden al interior de la célula y un organismo. // Repite la definición, diciendo que son todas las reacciones químicas que suceden al interior de la célula y un organismo//.

20. C: De dónde sacaste eso, porque yo encontré la del Ganon que es la de metabolismo: literalmente cambio, se usa para referirse a todas las transformaciones químicas y energéticas que ocurren en el organismo.

21. Coord. Químicas y energéticas, ahí hay algo interesante, díctala esa por favor.

22. C: Dicta la definición al grupo. //Metabolismo: literalmente cambio, se usa para referirse a todas las transformaciones químicas y energéticas que ocurren en el organismo//. - La saqué de la célula, del Albert.

23. Coord. Y dice más //lee// son varias reacciones químicas que suceden al interior de la célula del organismo, un continuo de reacciones químicas.

24. M: Yo tengo como lo mismo pero por otro lado.

25. Ma: Después dice existen dos tipos de reacciones y ambas se realizan al interior de la célula y atrás especifica cuales son.

26. Eduardo. Lo valioso es que hay dos enfoques. Lo que pasa es que el Ganon es de fisiología, en cambio el Albert es de la célula.

27. Profesoras. Discuten con qué definición se deben quedar.

28. Eduardo. Hay que considerar el libro de clase y ahí dice que la célula es la unidad estructural y cómo funciona bien.

29. Ma: Funcional.

30. C: Ahora qué permite que la célula funcione bien, el metabolismo digamos.

31. Ma: Lee una pregunta, cómo las reacciones químicas que están al interior de la célula de un organismo, está la mirada de lo micro a lo macro.

32. Coord. A mi me parece interesante cuando habla de transformación y habla que son dos tipos.

33. Ma: Puede ser; son todas las reacciones, transformaciones químicas que ocurren o suceden al interior de la célula.

34. Coord. Pero lo interesante que eso también es energético.

35. Ma: Son todas las transformaciones químicas y energéticas que ocurren al interior de la célula, en vez de transformaciones químicas

36. Eduardo. Transformaciones de energía, o sea ¿la energía se transforma?

37. Coord. Dice transformaciones químicas o transformaciones energéticas.

38. Eduardo. Transformaciones químicas y energéticas.

39. Ma: Pro eso te digo, podría cambiar esa parte arriba, transformaciones químicas por transformaciones químicas y energéticas.

40. M: Yo no miré eso, yo miré cuando hacen en los planes y programas, dice metabolismo, yo lo tomé así: en ninguna parte dice transformaciones químicas y energéticas de la célula que permite sobrevivir, requiere reparación, reemplazo de estructura, mantención del proceso aplicado mediante la cuarta propiedad de energía. Eso lo saque yo de la inscripción del marco curricular.

//Dicta a coordinadora.- Transformaciones químicas y energéticas de la célula que determina sobrevivir, requiere reparación y reemplazo de estructuras, mantención de procesos vitales mediante el aporte apropiado de energía//.

41. //Coord. Escribe en la pizarra lo que le dicta la profesora3//

42. Coord. Qué interesante, me parece interesante reemplazo de estructura, procesos vitales.

43. M: No está aquí pero dice sobrevivir, requiere de reparación y reemplazo de estructuras, ahí en estructuras tendríamos que hablar de proteínas.

44. Eduardo. No pero es que como proceso.

45. Coord. Son estructuras de la célula, la mitocondria es estructura.

46. M: Y la membrana también y todos los elementos membranosos de la célula, tiene todas las mismas características que la membrana.

47. Coord. Y están hechos de carbono, de hidrógeno, están hechos de algo digamos.

48. M: Tengo en la mitocondria las crestas mitocondriales y en la crestas se encuentran las enzimas.

49. Coord. O sea las enzimas no forman parte de la mitocondria sino que se apoyan en las crestas mitocondriales... ¿Viaja la enzima fuera de la mitocondria?

50. M: A ver, yo siento que la mitocondria tiene un ADN propio y por lo tanto ahí hay un cierto grado de información. O sea no, no viajan son propias de aquí.

51. Coord. Son propias de la estructura.

52. Ma: Claro y recordemos que las enzimas no se gastan en el proceso, están ahí.

53. C: Pero la mitocondria igual tiene proteínas.

54. Ma: Claro, aquí también tenemos proteínas, tenemos fosfolípidos.

55. coord. Ok. ¿Y cómo es el medio en que se mueven estos  $ARN_m$ , los que conforman las proteínas y salen y se van a otra parte, en fin, cómo es ese medio, es un líquido así como el agua oxigenada o ese medio es algo un poquito más espeso?

56. M: Es como un gel.

56. Coord. Es como el gel para el pelo, verdad. O sea al estudiante se le puede llevar una para dar cuenta, porque uno tienen que buscar la forma de poder imaginarme la materialidad de la célula, porque para mí ilustraría. Yo diría que interesante corporizar las nociones ante el estudiantado.

Ahora la otra pregunta que me hago es ¿Quiénes están suspendidos de las partículas, los organelos?

57. M: La mitocondria.

58. Ma: El problema es que cuando uno les habla a los jóvenes de eso también tiene que decir que no es algo estático, que es dinámico.

59. C: El video para nosotros igual esta bueno, incluso hay cosas que tampoco las podemos lograr explicar. El ojo de los chiquillos, para primero medio, no sé si está así como tan preparado.

60. Ma: Es que no tienen la capacidad... //idea inconclusa//

61. C: Es que no pueden entender como nosotros. Es que de repente se van a quedar con una imagen contraría de lo que nosotros queríamos.

62. Coord. Carolina eso es súper interesante, porque también podríamos preguntarnos en el enfoque de enseñanza si nos interesa que ellos queden con conceptos enfáticos o movibles,

dinámicos, que tú los vas a ir afinando con el tiempo. Es como cuando tú comienzas a hablar de Argentina.

63. Coord. Entonces entender cómo la formación del concepto se impone para irlo pintando, completando y poniéndole el punto.

64. C: Si comparamos los libros en general casi todos dicen lo mismo, pero con otras palabras y son bastante sencilla la explicación que da.

65. Ma: Más concreta.

66. Coord. Entender cómo una formación de un concepto, en el que tú tienes tres sesiones para irlo pintando, completando y poniéndole distintos...

67. C: Es que acá los libros en general, si comparamos, más menos casi todos dicen lo mismo con otras palabras, y es bastante sencilla la explicación que le da, es decir, bastante vaga.

68. Coord. Bastante concreta

69. C: A lo mejor lo que quieren es eso, que a lo mejor el alumno en la medida que vaya pasando el tiempo, porque si nosotros le explicamos a un alumno de 4° medio, le volvemos a pasar todo el metabolismo, lo va a poder entender más. Obviamente que estoy hablando también de los alumnos que les interesa el área y también se manejan un poco más.

70. Coord. Hay un tema. El tema es ver qué rol juegan los textos, quiénes hacen los textos.

71. C: Claro, es que por Esopo creo que la mayoría de los profes no nos basamos 100% en los textos.

72. Coord. Entonces, ¿el texto es un referente más?

73. C: Claro, y un recurso más

74. Coord. Y la información que ellos traen de Internet, ahí hay un asunto entonces.

75. C: Nosotros llevamos esta misma información a un libro de biología de lenguaje más complejo, *metabolismo* aparece un montón de páginas, con imágenes fotografías.

76. Coord. Carola, el tema es cuáles son las competencias de pensamiento científico que nosotros queremos formar, a propósito de este concepto, y tenemos la libertad absoluta para realizar estas 4 clases, el único que nos restringe o que nos va a conciliar limitaciones es el margen curricular, nada más, porque los libros se edifican cada 2 años distintos autores, imagen, tienen sus propias visiones.

77. C: Es lo que conversábamos el otro día con Eduardo, y tiene razón en realidad, porque uno a veces ocupa más tiempo en pedir esto que es una fórmula matemática, que uno se lo explica una vez, incluso lo puede ocupar en otro momento digamos y que a veces es más importante profundizar en este tema de metabolismo que esta relacionado con reacción química, con movimiento, porque después en 2° medio uno se vuelve a meter a la célula, a enmarcarlo desde otro punto de vista, pero estamos viendo nuevamente tipos de metabolismo en donde hay movimiento, hay formación en que hay que armar el ADN, hay que armar cromosomas.

78. Coord. Entonces habla uno de los ribosomas, del nucleolo, va completando uno la serie.

79. C: Claro, tiene que volver a retomar todo lo que es transporte, transporte activo, vuelve.

80. Coord. Y lo interesante, es que vas teniendo un eje que vas posicionando en el tiempo, porque vas en espiral dando vueltas.

81. C: De todas maneras nosotros este año, con ese 4°, vamos a probar si efectivamente funciona más entregarles lo que es principalmente metabolismo y no pasarlo en una sola clase y en 3 clases ampliar más eso que lo que era que calculara el índice de masa corporal.

82. Coord. Ahora, el tema que a mi me parece interesante, como Mafalda que me pregunto sobre las cosas que la profesora de biología me enseña, yo me pregunto nos es el agua oxigenada, tiene otra... si es gel para que la célula, en tanto sus organelos están dentro, no fluyan con la misma rapidez de un lado para otro porque se harían tira o sufrirían algún otro tipo de cosas mecánicas, tú pones un gel cuando quieres movimientos más suaves, más lentos, pero en alguna medida porque lo quieres proteger, si yo pienso como es la clara del huevo que tiene esa consistencia más tipo gel, entonces esa yema no se da contra las paredes, entonces da la impresión que te ayuda para...

83. Ma: Para mantener la estructura.

84. Coord. Entonces te das cuenta que aparece esta célula que necesita una estructura, que como es una cosa corpúsculo, un volumen que te da una forma a una neurona, tiene el volumen de la parte nuclear, que nosotros siempre lo ponemos como una planta aplastada, plana, sin cuerpo, pero todos son cuerpos, entonces tienen una variedad de organelos, cada uno con su tarea, y para cuidar esos organelos tiene adentro un líquido tipo gel. Se puede hacer la experiencia de colocar bolitas dentro de un vaso transparente con agua oxigenada, entonces el concepto suspendida para mí pasa a tener sentido, porque quién me puede suspender, el gel.

Ustedes mencionaban al principio que había una estructura, una suerte de esqueleto celular, cito esqueleto le llamaban, esqueleto de la célula entonces.

85. Ma: Cito, es célula.

86. Coord. Entonces hay un cito esqueleto que permite que en distintos sectores los organelos, más menos se mantengan en esos sector y por ejemplo la mitocondrial no ande vagando entre la superficie.

87. Ma: Si yo quiero también podría poner unos pedazos de fideos también y podrían anclar las situaciones que están ahí.

88. Coord. Y ahí quizás tengo plastilina, porque la plastilina le puedo dar forma de mitocondrial o de colores distintos, te armas un tema demostrativo que pueda viajar de mesa en mesa, pero corporizar materialmente que los jóvenes lo vean puede tener un impacto muy distinto que una narración. Luego de haber visto esta situación, tiene sentido mover esto que va a estar estático.

89. Ma: Darle un sentido de dinamismo.

90. Coord. Y el dinamismo entonces va en el video, imaginan ustedes que ahora estamos dentro de esta célula que tenemos aquí grandota... y una narrativa genérica respecto a todo aquello que es despertar la curiosidad como ustedes lo han hecho conmigo cuando han dicho en 2º medio... entonces al chiquillo lo dejan anclado con una motivación, incluso viendo el video ustedes dicen "yo chiquillos clické youtube, y puse metabolismo y encontré esto, clickeen ustedes quizás qué encuentran" , entonces los alumnos que se pongan curiosos y no sólo busquen en youtube, les aseguro que al menos uno va a llegar con alguna pregunta, "profe yo vi este video" y eventualmente tú entras en un diálogo distinto con el chiquillo.

91. Ma: Lo que pasa es que esto nos sirve para que ellos entre comillas entiendan que la célula es dinámica, que en su estructura tiene organelos que están en diferentes partes y que están en constante movimiento y que tienen una función determinada, eso es lo que estamos viendo hasta ahora.

92. Coord. Hemos visto el escenario donde va a ocurrir el metabolismo, con el escenario ahora viene esta otra fase donde van a haber unas reacciones químicas, donde va haber una energía que va estar jugando un rol donde van a haber unas transformaciones mediante las cuales se va a poder desarrollar... mantención de procesos vitales.

93. Mariela. Es decir yo parto con esta base de la célula, con toda esta estructura para llegar a que allí ocurre el metabolismo, a que ahí se juegan las transformaciones químicas, energéticas, etc.

94. C: Eso lo vamos a mostrar, si lo usáramos, como introducción.

95. Coord. Motivación, no hemos entrado en el tema de...//Idea inconclusa//

96. C: Los objetivos, uno pone los objetivos de la clase en algún momento.

97. Coord. Claro, aquí lo que tendríamos que hacer entonces es, recién ahora, entrar a trabajar lo que adentro de esta célula que se mueve, como acabamos de ver en el video, entonces congelar una de las imágenes que te sirva para decir *mira aquí hay de lo que queremos hablar, aquí hay un anabolismo o un catabolismo*, yo vi una encima llegando a un filamento y se plantó en el filamento y se soltó lo que venía por debajo, entonces ¡chas!, congeló eso, ¿observaron?... Eso es como la entrada, entonces el chico sabe que eso no se esta desarrollando en el pensamiento no más, si no que en la célula concreta que le has puesto, él visualiza que eso esta ocurriendo al interior de esa célula y esa célula forma parte de su cuerpo. Esa es una idea digamos.

Vamos a ver otros elementos en este momento, trajimos con Eduardo 2 motivaciones de orden modelo didáctico par el diseño propiamente tal. En la investigación didáctica se están ganando una serie de elementos para desarrollar mejor nuestras clases y entre los elementos, las herramientas que nosotros podemos poner al servicio de nuestra enseñanza esta el adecuado uso de las metáforas. La metáfora nos ayuda a construcción y reconstrucción de nuevas ideas... Observen ustedes, objetivo de la clase, idea errónea, yo le digo concepciones previas que no son ni buenas, ni malas.

98. C: Poner idea errónea es como mala.

99. Ma: Como muy amplio.

100. C: Se supone que uno igual al alumno le va a ir enseñando, le va a ir sacando cosas.

101. Ma: A lo mejor no todo lo que dice el alumno la idea, no todo esta malo.

102. Coord. No en lo absoluto, y por otro lado sabemos que lo hace desde una lógica desde ser excluido, es decir, las realidades para él son verdaderas o falsas, pero puede haber otras realidades.

103. M: No hay intermedias.

104. Coord. Y en la vida nuestra existe el intermedio, ¿Qué es un niño de 14 años, un niño o un hombre?, ni es niño, ni es hombre... Pero sigamos, motivación ya lo compartimos, actos de magia.

105. Ma: //Lee definición de actos de magia//

106. Coord. Claro, porque viene con ideas previas que tú tienes que movilizar, que desplazar o que tienes que poner en cuestión para que se integren las nuevas ideas que tú quieres poner en esa clase. Acto de magia entendido como un acto sustantivo que despierte el interés.

107. Ma: En este caso podría ser el video.

108. C: Podría ser el video.

109. Ma: O podría ser una experiencia de laboratorio una simulación.

110. Coord. Y esta misma simulación, en fin, entonces él pone este acto de magia que me parece muy interesante. La metáfora, o sea se supone que antes de llegar a la clase se ha recabado y buscado qué clase de metáforas nos van a ayudar a los chiquillos a entender, entonces las metáforas hay que problematizarlas y nos van a ayudar a resolver una parte, pues no es el concepto que queremos enseñar, pero es un vehículo. //Lee competencias científicas que es espera obtener con el uso de la planificación//

111. Ma: Hay una actividad didáctica que sirve mucho para argumentar, es trabajar con una pregunta determinada que pueda tener como posibles respuestas, que sería como una hipótesis, cierto.

112. M: Las conjeturas.

113. Ma: Pero además de eso pedirle a los alumnos que ellos voten por una de las conjeturas.

114. Coord. Ya el ciclo en preguntas, conjunto de conjeturas, votación.

115. Ma: Y después de eso viene la argumentación, porqué votaste por esa y no por esta otra, qué de la conjetura 1 no satisface tu respuesta y por eso votaste por la 2, por la 3, la 4.

116. Coord. Mariela, te parece si dejamos eso como sugerencia.

117. Ma: Sí, porque eso ayuda.

118. Coord. Tenemos que ir planificando qué vamos a hacer la clase 1. //Pide a Eduardo que dé a conocer su sugerencia para la clase//

119. Eduardo. Yo quiero compartir 2 dispositivos; uno que es un cuento, que esta centrado para la enseñanza de la síntesis de proteínas, que es un poco lo que se ve en video, se llama “un señor de casco blanco”, este es un cuento que hoy día se esta tratando de validar en el colegio. A lo mejor este podría ser un dispositivo de entrada, se les propone como sugerencia para que ustedes lo evalúen. //Lee algunos fragmentos del texto//

El cuento se nos va a mover según la experiencia, vivencia o noción que tenga el estudiante. //continua leyendo//

Las explicaciones que el alumnos va a dar a lo mejor vana a ser desde el cotidiano, por eso debemos tener precaución con ese tipo de explicaciones, porque queremos privilegiar el uso de la teoría para que ellos justifiquen su toma de decisiones o sus formas de mirar.

//Lee preguntas de trabajo a partir del cuento y explica que se busca a través de cada una//... Podría servir como.

120. Ma: Propone 3 situaciones.

121. E: Claro, soluciones... // tras intervención de coordinadora e inquietud con respecto al contenido, responde//

122. C: Por ejemplo yo a mis alumnos de 1° no les he hablado, o sea ellos saben que existen 3 tipos de ARN, que existen distintos tipos de ARN, pero no saben.

123. E: Lo primero sería el discurso, después habría que practicar las preguntas. El cuento nos da la posibilidad de situarnos en cualquier lugar, y el segundo, que también lo he aplicado en el colegio, acá esta el modelo didáctico analógico para la enseñanza de la fotosíntesis, que es primero que ustedes tienen, fábrica de sustancia G //Describe y explica la presentación//.

Cómo se trabajan lo MDA, primero se tiene que describir la situación que es el modelo para que el alumno sepa a qué va a corresponder cada zona y luego trabajan estas tablas que técnicamente se llaman tablas de correlación conceptual, es decir, la asociación entre las representaciones en el modelo analógico y el concepto científico.

//Explica como se desarrolla la actividad y en qué consiste cada etapa y la finalidad de las actividades//.

El alumno mira la analogía y puede optar por cualquiera, por lo tanto en la sala de clases se empieza a diversificar esta tabla, cada uno elige la entidad que más le gusta.

124. Y de acuerdo a lo que es más importante, porque va jerarquizando.

125. C: Ahí tú te das cuenta de las realidades, de lo que saben.

126. E: Los varones el camión, lo primero que echan a perder es un camión, el computador, son como los elementos que aparecen.

127. M: Porque son elementos que son muy fáciles de, muy cercanos a ellos.

128. E: // Continua explicitando la actividad y dando indicaciones para su desarrollo//. Ese es un MDA donde algo cotidiano lo podemos aproximar a un concepto científico que son abstracto, entonces eso podría servir como un para que ustedes lo modifiquen.

129. Ma: Que ahí hay una actividad donde podemos ver catabolismo y la otra anabolismo, las 2.

130. E: En que sea un referente a lo mejor, o sea las podemos estirar o enriquecer.

131. M: Tenemos ya como la base para poder aprender a hacerlo.

132. Coord. Con estos insumos tiremos los elementos principales de la secuencia de la clase que vamos a hacer. De la secuencia en términos generales entonces ya están visualizando, podríamos tomar decisiones de, la cuarta no la vamos a tocar porque eso es de evaluación, eso podría ser construcción de un mapa conceptual, podría ser un juicio, podría ser una narrativa, etc., no la vamos a tocar porque es evaluación y para la evaluación necesitamos tener el corpus de lo que hicimos, tenemos 3 sesiones, podemos tomar decisiones en términos generales, cuáles pudieran ser nuestra sección 1, sección 2 y sesión 3, y lo que queremos posicionar entonces, es una noción de metabolismo que ocurre en algún lugar, no en la imaginación, no es solamente una narrativa, sino que ocurre en una célula concreta que intentamos corporalizar a los chicos y luego éste metabolismo tiene que ver con transformaciones, tanto de orden químico como energético, esas transformaciones son reacciones químicas, entonces si uno dice dónde ocurre el metabolismo, vamos a posicionarnos en una célula, entonces elementos que tenemos que posicionar, de los que hemos venido conversando y son transformaciones, reacciones, que tiene que ver con reacciones químicas y tienen que ver con trasposos energéticos, que en todo caso vienen incorporados en esa. Tenemos que, eh, interesante acá porque dice que las tareas que logra el metabolismo, para qué la función digamos, entonces es para la vida de la célula, porque no sólo sobre-vive, sino que también vive. Vida celular, da cuenta de la vida celular, para dar cuenta de la vida celular, lo que se señalaba acá, reparación, reemplazo de estructura, entonces quiere decir que en esa célula que hemos presentado antes, hemos dado algunas estructuras, no cierto, y organelos, y por lo tanto organelos y por lo tanto hay una estructura, hay un nervio coloidal, en la estructura tenemos este esqueleto citoplasmático o citoesqueleto.

133. M: Citoesqueleto.

134. Coord. Y dejándole la palabra al chico, citoesqueleto, tiene que ver que hay un nervio coloidal, entonces hay un modo de sujeción y transporte de los organelos interiores. En estas fotografías //no se entiende// los elementos, lo otro que señalaban ustedes que son procesos dinámicos cuando se presenta esta célula, que son una tuición dinámica de la célula y tiene que ver con la vida, muchos procesos ocurriendo a la vez, para la visión

dinámica podría ser el video, pero entonces elementos transformaciones que son del orden de reacciones químicas y trasposos energéticos y eso hay que corporizarlo.

135. Ma: Metáforas.

136. Coord. Ya hemos visto la presentación de la célula una posibilidad de corporización, con esas células grandes, con el gel, con los fideos.

137. Ma: Ya.

138. Coord. Con la anilina y lo dinámico con el video. Ahora cuando pasamos a una 2º fase, de ya entrarle a las transformaciones que tienen que ver con el traspaso de energía y reacciones químicas, y esas reacciones químicas con anabolismo y catabolismo, hay corporizar esta situación de modo que los trasposos energéticos queden claros cómo ocurren y encontremos las metáforas para las reacciones químicas.

Ahora mi impresión, es que tenemos entonces, por así decir, 3 aspectos.

139. Ma: ¿3 aspectos o 3 momentos?

140. Coord. 3 momentos, yo siento que un 1º momento donde explicitamos el medio donde va a ocurrir esto, el soporte, el ambiente, el mundo donde va a ocurrir y se va a //no se entiende// el metabolismo, que es el mundo de la célula, luego para qué ocurre, para darle vida a la célula.

141. M: Exactamente.

142. Ma: Y de ahí sería el video.

143. Coord. ¿Acá?

144. Ma: No, ahí esta la corporización.

145. Coord. No, esta no //no se entiende//

146. Ma: No pero a lo mejor esto en el momento A, tenemos aquí la corporización.

147. Coord. La corporización que es ese gel con esos corpúsculos y aquí mismo, la visión dinámica.

148. Ma: Ah! Claro, que se va a hablar ahí.

149. Coord. Se va a quedar el vaso estático, se te va a quedar ahí un gel estático y le pone movimiento con la visión dinámica del video.

150. Ma: Ah! Ya, entonces primero.

151. M: Primero estático.

152. Coord. Corporalizando estos movimientos de estructura.

153. Ma: Corporalizar la célula.

154. Coord. Son los 3 momentos que nos interesan.

155. Ma: Que es la forma cómo esta estructurada la estructura.

156. Coord. O sea el citoesqueleto.

157. Ma: Por eso, estructura.

158. Coord. El citoesqueleto y el medio coloidal.

159. Ma: El medio coloidal.

160. Coord. Los modos de sujeción y transporte que tienen que ver con el citoesqueleto y tiene que ver con el modo coloidal.

161. Ma: Ya perfecto.

162. Coord. Aquí esta una demostración que va a ser estática, porque va a estar el gel ahí, van a estar las plastilinas y los fideos.

163. Ma: Pero yo podría eventualmente hacerlo en un... tape work, con tapa cosa que yo lo pueda mover.

164. Coord. Tú lo mueves, pero no esta...El video si te da los procesos más posibles que están ocurriendo ahí en el interior. Estos son tipos de proceso que ocurren en el interior... Tú no tienes para qué entrar al detalle
165. C: *//con algo de desconcierto//* Haber ordenémoslos. Yo necesito saber que vamos hacer el lunes, martes, miércoles o el día que nos toque.
166. Coord. La propuesta es trabajar el momento A, nada más
167. C.: Ah! solamente la célula. ¿El momento A, a qué se refiere?
168. Ma: Al estudio de la célula
169. C: El momento A vamos a retomar la célula o que el alumnos reconozca e identifique que la célula no es algo mmmm abstracto que está pegado ... que tiene vida *//en signo de pregunta//* ¿Eso?
170. Ma: *//interrumpe//* y no lo pueden hacer ellos.
171. C: Antes de entrar en sí al concepto de metabolismo
172. Coord. Exactamente, y que tiene vida dentro, pero qué vida es la que nos interesa...
173. C: Las reacciones químicas *//responde//*
174. Coord. No, no no no todavía, solamente nos interesa saber el ambiente...
175. C: *// no se entiende//*
176. Coord. ¿El citoesqueleto y el medio coloidal?
177. C: Bueno ahora lo van a ver.
178. Ma: Lo van a representar,
179. Coord. Es una representación para que ellos recuerden solamente.
180. Ma: Y para poder llevarlos a una realidad.
181. C: Ya no es necesario que ellos hagan trabajos o algo así, o si no yo creo que nos vamos a demorar mucho, esa representación la hacemos con el video.
182. Ma: Haber, espérate un poquito, si lo que yo, haber *//duda//... ¿Cuál es la idea? La idea es primero, faltó tener los elementos de célula //No se entiende//... Hay 2 posibilidades, que tú lo hagas en forma demostrativa, lleve esta cosa que esta con gel, que tenga fideos, que tenga estas cositas y todo lo demás y se las muestra, esa es la idea, o bien se las des, les des un pedacito de plasticina, les des unas cositas, les el gel y que ellos la hagan que es más entretenido.*
183. C: Y que en fondo tienen que armar una célula, una célula tridimensional.
184. M: Un modelo.
185. Ma: Un modelo que lo vimos estático, pero que ahora tiene que ver...
186. M: Se mueve.
187. Coord. Pero lo que nos interesa.
188. Ma: ...*//Continua//* Que es que se vea que todo esta en suspensión y que hay *//no se entiende//*
189. Coord. Pero lo que *//no se entiende//... es la naturaleza de ese medio, tiene un esqueleto y que ese esqueleto citoplasmático permite el transporte y la sujeción y eso ocurre en un medio coloidal.*
190. C: Pero es que...
191. Coord. Por necesidades mecánicas que se den.
192. C: Ok, pero para demostrar eso, en este caso que los alumnos lo trabajen nosotros deberíamos haberles pedido materiales.
193. Ma: No, pero.

194. M: Podríamos también llevarles nosotros.
195. Coord. Puede ser ilustrativo, un gran asunto plástico, donde tú llevas el ejemplo, lo construyes... //no se entiende//... llevas los fideos cabello, llevas la plastilina y le vas poniendo...
196. Ma: Le vas echando todo adentro para que se vea la cosa.
197. M: Todo grande.
198. C: Todo muy grande.
199. Ma: Pero transparente.
200. Coord. Ni tan grande, porque no tenemos tanto gel.
201. C: Es que yo nunca lo he hecho, entonces me puedo equivocar.
202. Ma: Ahora yo creo, que sería súper positivo que le pasaras la plasticina a un grupo y le dijeras //no se entiende//
203. C: Pero para actividades manuales que yo tenga que armar, no, no muy...
204. Ma: ¿Cuándo es tú clase, Carolina?
205. E: El lunes.
206. C: El martes.
207. E: El martes.
208. Ma: El martes, ya, yo parto el lunes.
209. Coord. Entonces tú podrías asesorar a la maestra el lunes en la tarde después que has hecho tú clase.
210. Ma: Ya, sí.
210. Coord. Ahora, ustedes hablaban de //no se entiende//
211. C: //no se entiende//... Se oyen hablar todos a la vez.
212. Coord. En todo caso hay un tema, ustedes habían hablado que necesitaban una clase más de transporte, ¿qué pasa con eso?
213. Ma: Haber, yo siento que en la clase que voy a tener, yo creo que alcanzo a hacerlo
214. Coord. ¿Las 2 cosas?
215. Ma: Sí, porque voy a tener que llevar una...
216. C: //No se entiende//
217. Ma: No, voy a tener que hacer una, no sé voy a ver por ahí si armo un power, armar un power pequeño donde se vean los transportes y después...
218. C: Igual en 1° medio se ve transporte, se ve bastante tambiénnnnn...
219. Ma: Superficial.
220. C: Superficial.
221. Coord. //Indica jornada de ejecución de la clase//. Carolina con la Mariela en la tarde se ponen de acuerdo y te encuentras con los mismos... //no se entiende//... que ha usado la maestra, ¿cómo lo hizo? Y ¿cómo mejorarlo?, y lo hacen juntas, ahí en el lugar y ven las posibilidades, limitaciones que ...//no se entiende//.
222. //los profesores se pondrán de acuerdo sobre horario y dispositivos de enseñanza//  
Coord. Observen como va la primera sesión. Esta tiene dos objetivos. Presentación del medio celular en donde toma lugar el metabolismo focalizando en estos aspectos que estábamos señalando estructura citoplasmática y medio celular como modo de sujeción y transporte
223. C: haber vamos a destacar el citoesqueleto, el citoplasma, compuesto por su citoesqueleto y la membrana que protege también ¿o no?

224. Ma: No, no la puedes ver. Tendría que ser el puro plástico
225. C: Pero tú la dibujas, las armas que tanto
226. Colegas: rien
227. Ma: No soy tan hábil para estas cosas, “*me estas agarrando para el fideo*”
228. Coord: Haber Carola, no es interesa que la Carola capte el sentido de que queremos mostrarle de la célula Lo que haga entendible la ocurrencia del metabolismo. El metabolismo es transporte de partículas, entonces ¿por dónde viajan? Viaja por que hay carreteras por así decirlo //no se entiende// y el medio por donde viaja, este medio coloidal y entonces estan en esta estructura, yo veo que estos viajan por una huinchas además sirven para marcar espacios, zonas... Esa parte nueva que no se a mostrado a los estudiantes es que la que mostrará ahora.
229. Ma: es como aumentar un poquitito la dimensión ¿o no?
230. Coord: es cómo
231. C: es cómo enfocar al alumno solamente
232. Coord y Ma : en otro plano
233. C: anteriormente nosotros lo enfocamos a organelo
234. Coord: ahora es al medio que cobija a esos organelos. Donde vamos a focalizar en los procedimientos donde entra el metabolismo: anabolismo y catabolismo. Por que vamos para allá. Entonces es un primer objetivo. Un segundo objetivo los propósitos del metabolismo o conocer los , describir, conjeturar.
235. E: A partir de lo que hemos discutido se me ocurre que le podríamos preguntar, para comenzar Si tuvieras la posibilidad mágica de viajar a una célula ¿Qué célula te gustaría visitar ?
236. Ma: ¿pero ellos sabrán?
237. E: Pero como estamos en una primera etapa podría ser interesante que hay prioridades de células...
238. C: Eso se puede dejar, claro como dice tu, una célula para elegir.
239. E: ... hice una segunda pregunta, siguiendo lo que estamos planteando ¿Cómo crees que podrías desplazarte dentro de ella? Podría usar el sistema coloidal o el citoesqueleto, no se.//propuestas para generar el dabeto//
240. Coord: sabiendo que nosotros ya le hemos dicho cómo es el medio y como es la atmósfera
241. Ma: Si te cansas a dónde podrías tomar, como tomar energía para poder continuar en este viaje
242. Coord: que levanten conjeturas, que pediría que tuviera la célula para poder recuperar energía
243. Ma: Claro... eso . Y si quisiera salir de la célula ¿cómo podrías hacerlo? O a través de qué lo harías
244. Coord: no lo saques todavía.. Recuerda que estamos con esto, debe reparar
245. Ma: por eso
246. Coord: si hay que reparar, reemplazar
247. Ma: si existe una urgencia en la célula y se vaia que en el lado norte de la célula hay una ruptura de la pared o de la membrana a quienes tendtías que acudir avísale para que se produjera la reparación de ella.
248. D: No se puede ocupar la pizarra y traer la metáfora de la casa?

249. Coord.: esta que leimos ¿cuál?
250. E: la ficha de la sesión anterior
251. Coord: es que ya lo metimos aquí.
252. D: //no se entiende//
253. E: Como las actividades deben ser secuenciadas, el alumno ya entro a la células estamos ahí. Lo importante es que el busque dentro de la célula donde debe ir para reparar las cosas. Es el que debe aprender a tomar decisiones desde la teoría y ya no son sólo los organelos (ejemplo de lisosoma). Yo creo que eso podría ser el problema por que se da cuenta que están pasando cosas
254. D: Yo creo que con tus alumnas no habría ningún problema. Tu alumna están acostumbrados a pensar así
255. Coord: una preguntas sencillas chiquillas
256. C: yo creo en la primera y segunda estarían como
257. E: yo estaba reflexionando...
258. Ma: Yo creo que todo depende de a que lleguen. Si tu ves que en la primera pregunta no llegan sabes que no pueden seguir y si la primera preg. Tiene una buena respuesta y te permite seguir a la segunda pregunta uno podría ir alargando dos o tres preguntas
259. Coord: lo que pasa que eso no lo vamos hacer en una situación frontal sino que eso debiera ser una pequeña guía que respondan ellos primero
260. Ma: o dos preguntas ... en el papel y a eso podemos agregarle en forma oral algunas otras preguntas que debiera darse en el momento
261. Coord: yo diría mas preguntas en el papel, unas tres digamos y esta planificación es para pensar que haré para que respondan ... preguntas sencillas, directas, preguntas de muchos sentido comun al inicio. Edo y yo estamos con correo abierto para afinar las preguntas. Tu te ves con carolina ellunes en la tarde y le cuentas.
262. Ma: como yo los conozco, no están preparados para reponder.
263. Coord: Cuál serían las preguntas
264. Ma y C: Si tuvieras la posibilidad magina de visitar a una célula ¿Cuál elijirías?
265. E: quizás en el futuro podríamos trabajar metabolismo desde la célula que eligieron
266. C: Podríamos pedirle para la próxima clase que traigan información de esa célula que eligieron. Cómo funciona, cómo se reproduce //usa un tono de trivialidad en trono a las preguntas que el alumno debe abordar, como que quiere decir “preguntar lo clásico”//
267. Ma: ¿Cuál es la función que tiene?
268. E: Pero que significa para El esa célula
269. C: función específica de esa célula
270. Ma: la otra, si tuvieras que descansar
271. Coord: cómo te desplazarías
272. C: Si, cómo te desplazarías dentro de la célula...
273. E: podemos dar un destino Si tuvieras que visitar el núcleo ¿cómo te desplazarías para...? Creo que debe ser más dirigido
274. Coord: es importante ir al núcleo?

275. E: estoy pensando cómo lo ayudo a orientarse dentro de la célula...

Coord: y la tercera

276. Ma: que pedirías que tuviera la célula para descansar y obtener energía ... algo así?

277. E: estoy pensando que si esto es un sueño mágico... Le pediría si tuvieras que contarle a tu amigo eso sueño mágico ¿Qué le contarías? ¿cómo lo contarías?

278. Coord: //registra preguntas en la pizarra//

279. Ma: también podemos decir ¿cómo recargarías energía?

280. C: ¿Esto es par el cierre?

281. Coord: buena pregunta y los alumnos registran en hojas. Los alumnos entregan las narraciones de las preguntas.

#### **CIERRE DEL AUDIO Y SESIÓN**

## TRANSCRIPCIÓN TALLER DE REFLEXIÓN DOCENTE 09

<b>Objetivación</b>	TRD 09	<b>Código interno</b>	SDB09060609
<b>Temporalidad analizada</b>	2 horas	<b>Participantes de la sesión</b>	Leonora (coord.EF), Profesora (D), Alberto (A), Profesora María (M), Pamela (P), Profesora Mariel(Ma)

### RELATO COMENTADO

#### Comienzo de la sesión:

**Mario presenta a las docentes el proyecto del seminario de historia de la ciencia para jóvenes.**

#### 7' Orientaciones iniciales del Taller:

1. Coord.EF. // la coordinación menciona que irán a observar una de las clases filmadas, la coord... se dirige a Mariella y le pregunta si su DVD viene en un formato que se pueda ver en el aparato reproductor de DVD// Vamos a ver entonces...ninguno de los dos videos está editado, y nosotros pudimos con Eduardo mirar este video el día martes, porque Carol lo grabó en la mañana...
2. Ma: ... lo edito porque estaba en CD, y el mío está en caset.
3. Coord.: e.. entonces lo que visualizamos en ese momento ... nosotros estamos //Mariella interrumpe//
4. Ma: empiecen por el mío que es el más malo...
5. Coord. EF: lo que pasa es que de ese tenemos... como ya lo miramos, entonces el marco en que nosotras y nosotros estamos, es en cuatro momentos, entonces esta fue la sesión uno, vamos hoy día, revisando este ejemplo ilustrativo de dos sesiones uno, en contraste con... es decir //en ese momento parece que la coord. no estaba consiguiendo seguir una línea de trabajo// vamos a mirar la sesión uno pensando en que momentos ponerles para la continuidad con una sesión dos, y que remonte hacia... //la coord. no termina la lo que estaba hablando // siempre estos son e... e... es un esperar benéfica, cada vuelta nueva que damos es porque queremos mejorar e..., eso que estamos haciendo, así que en ese sentido, hay algo muy interesante de considerar y tomar en cuenta en este momento habremos aquí cinco profesionales... Pamela también en algunos minutos... en fin... estos cinco profesionales están en un grupo profesional de trabajo //la coord... pone énfasis en la conversa, dirigiéndose al centro del grupo// que esta investigando su práctica, la metodología nos recomienda que dejemos fuera los juicios de valor, porque lo que queremos es objetivar eso que está pasando ahí, a... de modo que entonces,

- dejando fuera juicios de valor, lo interesante será recuperar todos los elementos valiosos que vamos a encontrar ahí, y los elementos que visualizamos que podemos enriquecer, robustecer, podemos mejorar. La vez pasada entonces si pudiéramos, entre las que estuvimos pensando la sesión, el objetivo de la sesión uno, estimadas colegas, fue //Ma. interrumpe y menciona los dos objetivos//.
6. Ma: teníamos dos objetivos... que era “presentar o conocer el metabolismo que nos permita mantener la vida celular la reparación y el reemplazo de estructuras”.
  7. Coord. EF: ese era el objetivo de la sesión dos. El metabolismo y sus funciones de mantener e... // la coordinación esta fuera del campo visual de la filmadora, parece que esta escribiendo en la pizarra, por eso va repitiendo las palabras de // *hasta el momento las otras dos docentes se mantienen totalmente calladas, M acompaña todo leyendo en sus anotaciones, sin embargo Donatella, solo mira las personas ensolvadas en la discusión.*
  8. Ma Mantener, reparar y reemplazar estructuras y funciones celulares.//mantiene un dialogo entre la coord. EF y Ma. , una repite lo que la otra lee//.
  9. Coord. EF: Entonces en la sesión uno lo que nos habíamos planteado... // Ma. interrumpe mencionado que se les ha olvidado el otro objetivo, entonces lo lee//.
  10. Ma: “Presentar el medio en el que toma lugar el metabolismo”// y lo repite, M. también lo repite//
  11. Coord. EF: y ¿teníamos alguna segunda como recomendación, quizás? O sea habíamos echo algunas recomendaciones acá en el sentido de . entonces en ese medio ,habíamos identificado cito esqueleto.. //(M) interrumpe//
  12. Ma: habíamos identificado dos cosas, el medio coloidal //durante el habla de (M) la coord.. va repitiendo y parece que está escribiendo estos datos en la pizarra// “un modo de sujeción y transporte”, ¿Si? Y a través del video, digamos la estructura dinámica... el dinamismo celular.
  13. Coord. EF: Ahí problematizábamos a... porque era conveniente que el medio celular fuera coloidal, en lugar de simplemente acuoso, a... y entonces era... era una situación que a mí me interesaba..., y la otra situación que era reconocer ¿cómo se mueven los organelos al interior de la célula?, y entonces de reconocer que hay una suerte de carreteras o vías, a través de la (no se entiende), y e.... y que e esta vida celular estaban simultáneamente ocurriendo una variedad de procesos, por allí eran nuestras intenciones ¿verdad? A.. y en ese sentido entonces, nosotros estructuramos la vez pasada un sesión, es que eso lo vamos a ver allá, las tres partes en que mas o menos estructuramos la sesión, ¿verdad? Para responder a estos objetivos, recuerdan ustedes...bueno // la coord. no termina la idea// entonces la primera parte... //Mariella interrumpe mencionando el primer objetivo//
  14. Ma: ... un modelo celular y un modo de sujeción, *siento a Ma bastante ansiosa.*
  15. Coord. EF: exactamente... entonces un modelo celular que intentara recoger la naturaleza coloidal y... los modos de sujeción y transporte, esa era una primera parte que los estudiantes pudieran ver e... y pudieran tener exactamente una

- réplica donde vieran estos organelos en este medio de gel... y además veíamos.. el cito esqueleto a propósito // Mariella interrumpe mencionando que podrían ser utilizados tallarines // y después...
16. Ma y después viene el video para ver el dinamismo del movimiento celular.
17. Coord. EF: en el diseño que hace carolina, que es el que vamos ver ahora, el video ella lo deja aquí, lo dejó aquí ella, en esta practica que iremos observar, para ver el dinamismo, porque ella solicito para ver... vamos a revisar... Ella solicitó acá las respuestas a unas preguntas de unas narrativas que pedíamos a los estudiantes. *Los puntos que la coord.. está debatiendo los está apuntando en la pizarra y están fuera del campo visual de la filmadora.*//Ma interrumpe mencionando que ellas habían cambiado la posición de utilización del video//.
18. Ma: Lo que pasa, es que cambiamos entre comillas, por una razón... en mi caso, lo cambiamos porque falló el data, entonces en cuanto se arreglaba el data... yo entré con la tercera parte, digamos entre comillas //la Coord. EF entiende que Mariella había iniciado el aula con el video y carolina la había terminado, encuentra eso interesante, pero Mariella esclarece que no, las dos habían usado el video al final// Las dos tenemos el video al final, claro.. por una situación de data... no lo pude usar en segundo lugar, mientras se arreglaba el data... entonces lo modifiqué, ahora... lo bueno de eso fue que al ver el data, o sea, al ver el video, los chiquillos sabían como más, veían claramente lo que ocurría... los movimientos... y todo lo demás... al verlo en la narración... en la parte B, ellos creaban, o ellos buscaban //la coord. EF interrumpe// antes de ver el video.
19. Coord. EF: imaginaban, conjeturaban. Eso es interesante pues es una suerte de estratégica cognitiva, de levantamiento de hipótesis, conjeturas //Mariella coincide con la opinión de la coord..// de eventos plausibles.
20. Ma: y eso resulto súper bueno, ¿cierto? *Mariella mira en dirección a sus colegas, buscando la aprobación de las mismas.*
21. Coord.: Y las narrativas, ¿tu andas trayendo las respuestas de los chicos? O simplemente el cuestionario porque eran cuatro... // Mariella busca entre sus cosas las respuestas de los chicos// preguntas que les hacíamos ¿verdad? Tamos recuperando una...
22. Ma: no parece que las saqué...
23. Coord. EF: pero en lo que nos acordamos... la diseñamos en el colectivo...
24. Ma: no si yo la... //continua buscando en sus materiales// yo las hice... ¿tú tienes las preguntas?// dirige se a Marcela.
25. M: si aquí están: "si tuvieras la posibilidad mágica de viajar al interior de una células. 1. ¿Qué célula elegirías y porqué?
26. Coord. EF: entonces aquí // la coord.. comienza a escribir en la pizarra las preguntas//
27. M: la dos era: ¿Cómo te desplazarías en el interior de ella? Si te falta energía ¿Cómo y dónde podrías recargar pilas? Si tuvieras que contarle este mágico viaje a un amigo ¿qué le contarías? //la coord. Continua escribiendo las preguntas en la pizarra//
28. Coord. EF: Ahí Marcela en la vez pasad tu alcanzaste a levantar conjeturas de que iba a pasar con tu curso, que no lo alcanzaste a aplicar esta semana, por lo del paro, pero que si lo aplicó Carolina, y es interesante que una de las conjeturas que me

llamó la atención, es que tu levantabas que un 20% no va a responder. Lo interesante fue que todos respondieron todas las preguntas, eso indica que tenemos jóvenes estudiantes que si los invitas están redactando, *Marcela indica que no quedó cómoda con el destaque que la coordinación hizo a su comentario de que habrían jóvenes que no responderían las preguntas, ella para de mirar la coord. y demuestra claramente que no le gustó el comentario realizado por la coord..*

29. Ma: haber..., ellos necesitaron, y ustedes lo van a ver en el video, harto apoyo, les costó imaginarse la cosa, e varias oportunidades tuve que acercarme y explicarles individualmente lo que tenían que hacer e... les costó un poco digamos entre comillas, despegar solos, algunas veces uno les daba alguna idea... ahora en la parte de si te falta energía donde recargarías las pilas, lo que sí dijeron es donde, el cómo, muy pocos respondieron.
30. Coord. EF: a no ... cuando entramos a revisar la naturaleza de las respuestas son e...comunicados, titulares, son frases y alcanza alguna a ser una oración.
31. Ma: si pero nada más...
32. Coord. EF: si bien, había en el caso de las respuestas de Carolina, hubo un porcentaje... unos cinco chicos... que argumentaron, o sea, elaboraron un poquito más, pero, si estamos a nivel de frases y quizás oraciones. Entonces hoy día si observan ustedes si dedicamos en nuestro objeto de trabajo que es el triangulo didáctico, y hemos e... estuvimos e... fuertemente focalizadas en ¿Qué naturaleza del metabolismos iríamos a posicionar con los estudiantes? Y conocerlos, o sea estuvimos fuertemente focalizadas en el polo docente, hemos estado en el polo de la enseñanza, fuertemente focalizados, entonces es interesante que ahora este equipo de trabajo e... bueno //la coord. no termina el asunto// y antes del polo docente, que han sido las dos últimas sesiones, estuvimos antes y simultáneamente hemos seguido con la preocupación de (no se entiende) ¿Qué entendemos por metabolismo? ¿Cómo lo vamos hacer? En fin y emergió toda esa sugerencia de insistir en un medio coloidal, en un modo de sujeción, que esto es un dinamismo etc. Fueron elementos que fueron saliendo a propósito de problematizar el metabolismo que vamos a poner en el aula. Entonces hoy día, la invitación que nos hacemos, y la invitación que les hace el equipo, por lo que vimos el martes pasado, es que nos desplazamos al foco de la actividad estudiantil, con el diseño que hicimos, pues fue un diseño de responsabilidad de todos nosotros, con ese diseño ¿que ocurre con el estudiantado, cuando entra en escena, entonces, esta manera de visualizar la enseñanza? Preguntas que nos hacíamos con Eduardo el martes pasado, ¿Cuál esta siendo en cada minuto la actividad cognitiva de los estudiantes? ¿Cómo estamos teniendo registro de lo que está pasando con ellos, mientras van transcurriendo los distintos momentos de la clase? Por ejemplo acá ocurrió un momento muy significativo, que es cuando, por no tener data en el aula, se tiene que dividir el curso y 18 se quedan en la sala, no los vemos porque la maquina se va con los que van a la sala de computación, a ver en la pantalla de un computador el video, entonces hay 15 que están allá, es decir, sin duda que pueden estar pasando cosas interesantes, pero no tomemos cuenta de diseño de aquello //Mariella confirma lo que la coord.. está exponiendo// *Mariella se*

*demuestra pensativa, como si estuviese analizando la problemática que está siendo expuesta por la coord. ¡No anticipamos que podría ocurrir eso!* punto 1. No lo anticipamos, por lo tanto difícilmente podremos saber lo que pasaba con ellos, pero eso nos hizo pensar de que ¿oye en todo minuto hemos estado atentos de qué? ¿Cómo está construyendo pensamiento científico el estudiantado, mientras hacemos las cosas que hacemos? Entonces la invitación de hoy día es... y nos alegramos que además esta Alberto con nosotros, porque entonces conformamos un equipo, que nos vamos a desplazar a mirar lo que fue esa enseñanza, desde la pregunta ¿Qué está pasando con el estudiantado? Entonces vamos a intentar ver algunos minutos, que sean lo suficientemente ilustrativos para.. // Donatella hace la primera intervención de la sesión//

33. D: pero antes puedo decir una cosita... ¿y Eduardo?

34. Coord. EF: ha... eso es algo muy importante...//la coord.. explica el porqué Eduardo no está en la sesión//.

35. D: yo le mandé un correo a él, porque el viernes pasado //refiriéndose a Eduardo, ella llama la atención de la coord. porque quiere expresarse// porque yo el viernes pasado... es bien cortito y bien rápido... yo quedé como media... fue una sesión en que me sentí como que habrá una cámara indiscreta... pasará algo... se hicieron cosas que nunca... o sea no hablamos de... o sea no revisamos e. las fichas que iríamos a trabajar... e... apareció un video, eso de la idea de la célula... o sea ¡puritas cosas nuevas! que nunca se habían conversado... entonces yo pensé... querrán que nosotros digamos algo... esperan alguna reacción de nosotras //ella se vuelve y mira sus colegas buscando la aprobación de las demás// con esa sensación de .. como... al final... nosotros... todo el trabajo que hemos hecho... ¿Dónde está? Entonces le mandé... me sentía como extraña porque... quedé “plop”, incluso no se lo mandé inmediatamente porque eran sensaciones de molestia... rabia... había de todo porque mas encima como salimos tarde llegué como súper complicada y preocupada //(D) usa la problemática del viernes anterior para justificar el motivo porque ella no va poder quedarse hasta después de las siete de la noche en las sesiones docentes, presenta la dificultad de sus papas justificando su imposibilidad de acompañar las sesiones.// *en este momento no queda claro si (D), no quiere participar por problemas en su familia, o si ella no tiene más interés en el trabajo del grupo.*// la coordinación siéntase para escuchar las dificultades//. Por eso yo quería compartir eso con ustedes, pues de dio lata es que la Mariel se llevó todo el trabajo para su casa, o sea, era la primera que tenía que hacer su clase, y al final se llevó harta pega... tubo que armar todo esto que podría haber sido...

36. Coord.: ¿y no alcanzaste a recibir respuesta del correo? Quizá (no se entiende)

37. D: no

38. Coord. EF: el viernes pasado se puso sobre la mesa los desafíos del diseño, y de algún modo las tarjetas no aparecieron cuando se dijo, ok que podemos hacer aquí, y como lo podemos hacer allá, es decir estamos trabajando un diseño colaborativo, estamos visualizando preocupaciones y preguntas que nosotros nos hacemos de... recuerden que nos estamos preguntado ¿Qué competencias de pensamiento científico estamos desarrollando en los chiquillos cuando hacemos esto? Lo

decimos que estamos en una metodología en que sesión a sesión estamos retomando la discusión teórica y las posibilidades prácticas, y entonces antes de entrar a esa sesión, ninguno de nosotros sabía, es decir... algo sabemos porque estamos trabajado, pero el diseño es una sorpresa porque es colaborativo y se elabora en el momento, atendiendo a consignaciones de los profesores, entonces en ese sentido es interesante que nos demos cuenta de la potencialidad de un equipo de profesionales que va reflexionando junto, cuando va poniendo distintos puntos de vista para ir levantando, rediseños de la práctica que llevamos por varios años. La idea es recuperar aquello, y el grupo ha mostrado una capacidad de ir implementando cosas nuevas ... ¡que es fantástica! Se salió un diseño que no habíamos pensado, que no teníamos preparado y que tuvo esas novedades de componentes que tubo ahí.

39. Ma: De hecho también lo cambiamos en algún momento, cambiamos una pregunta para arriba... (no se entiende)

40. Coord. EF: hay un dinamismo interactivo entre lo que vamos pensando, lo que vamos creciéndolo que vamos reflexionando... y las fichas... digamos los elementos que vamos poniendo aquí, son como las herramientas del gasfiter, que tiene todas las herramientas pero eventualmente lo que tiene que resolver en el grifo que tiene que reparar... le llame una nueva herramienta que ni siquiera él llevaba, o invente //Donatella interrumpe para comentar//.

41. D: lo que pasa que fueron muchas sesiones, y parece que dejamos para la última, como que se decidió todo lo que se iba hacer, sin ni siquiera haberse conversado, fue todo muy, fue una sesión demás... muy...muy... // mira en dirección a las colegas y se ríe//*siento que Donatella está muy molesta por lo de la sesión anterior, ella se siente como si no se hubiera dado importancia a lo que habían hecho anteriormente.*

42. Ma: muy intensiva

43. Coord. EF: ahora yo te diría que esto que tu señalas está bien reflejado en lo que yo observaba de tu práctica, la verdad es que yo quedé preocupada también porque te observé... o sea que observamos es que en los 90 minutos, la verdad es que ¡tu estuviste perpleja! en los 90 minutos... entonces ahora me doy cuenta que entonces tu no pudiste participar porque no visualizabas que rol se esperaba de ti, como podías aportar tu en ese dinamismo, entonces es interesante preguntarnos... o sea mirar este que está pasando con nosotros, o sea hacer una meta mirada, así alejarse un poquito y decir entre nosotros, oye estamos en este momento intencionando este foco... Algo de eso quiere responder Donatella este tema de poner en pizarra, es decir donde estamos, para donde vamos, entonces lo que queremos hacer es visualizar que podemos aprender y ver de lo que fue la primera sesión, ¿la sesión de hoy día te queda clara?//la coord. se dirige específicamente a Donatella//.

44. D: ¡sí!

### **33:17 inicio de la observación de la grabación del aula de Carolina**

45. //Durante la presentación del video, las docentes conversan en voz baja//.

37:27 pausa el video, para discusión

46. Coord. EF: congelemos un poquito hasta ahí para poner en común, pues la idea no es ver cantidad, si no quizá saltarnos para ver más adelante, me parece si compartimos para ver que observaos en los primeros 5 minutos de la sesión.
47. M: Ella está haciendo una recopilación de lo estudiado, para ver lo que recordaban los alumnos de célula. ¿Que era la célula? ¿Qué era el cito esqueleto? Eso es lo que ella en este momento está haciendo, ella dijo si que irían hablar de metabolismo celular como lo habían dicho en la clase anterior, pero para hablar del metabolismo celular, necesitaba recordar o que ellos recordaban sobre la célula.
48. Coord. EF: muy bien, sigamos objetivando los eventos que han pasado en estos pequeños 5 minutos, les quiero señalar un dato diferente así de la literatura, que los primeros 5 minutos marcan el estilo de la sesión, y yo no me lo podía creer... marcan el estilo de la sesión, yo dije no, la tengo que ver los 90 minutos, pues no me lo podía creer, y así más o menos ocurre que los primeros cinco minutos son tremendamente vitales y es donde el profesor juega su estilo, sobre lo que va a ocurrir, pero veamos si es eso lo que va a pasar... Sigamos objetivando... ella recopila cuanto sabían los alumnos de célula, pero tu usaste otra palabra que me pareció bien, ella recopila o recuerda, //la coord.. se dirige a Marcela// ¿que otros eventos nos llaman la atención?
49. D: lo importante... en todo caso en el colegio lo exigen, que se comience la clase con los objetivos, entonces los describe, o sea quedan claritos y la idea es que queden presentes toda la clase, porque de repente algún alumno que mira para el otro lado, y mira la pizarra y se enmarca, o sea dice ha... ¡estoy en esto! De esto se trata la clase, entonces...
50. Coord. EF: ¿mas aspectos que nos llaman la atención?
51. Ma:¿en general? Se nota un curso relativamente conversador, en el sentido que hay bulla constantemente, no hay silencio, no escuchan, lo que le pasó a ella y también me pasó a mí, que uno tiene que decirles... saquen el cuaderno, porque no sacan el cuaderno, no hay una disposición a comenzar, entonces uno tiene que volver y decir, haber... saquen el cuaderno y... vamos a escribir...(pausa) eso es en general lo que ocurre, no hay mas eventos.
52. M: ella va escribiendo en la pizarra lo que los alumnos van recordando...
53. Ma: claro ahora ella hace como una... primero lo que es la célula, después ¿Qué forma el conjunto de célula? o de un tejido, pregunta si la célula es un ser vivo.
54. D: aunque a esta altura ellos ya deberían saberlo...
55. Ma: deberían saberlo, pero... ahí hay uno que dijo no.
56. D: pero todo lo que ha dicho la Carola es todo lo que han visto durante el primer semestre //Donatella echa las manos para tras// *pareciera que ella se refiere a que es obligación del alumno saber lo que ha sido estudiado durante el primer semestre, y si no lo saben... bueno es problema de ellos. Debieran contestar con facilidad puh..*
57. Ma: pero yo creo que también hay un sistema que ellos conversan mucho entre ellos...

58. D: todavía no se meten en la clase.. están así como que de a poquito metiéndose en la clase.
59. Ma: recién están sacando los cuadernos... recién están como... ha .. tengo que asumir que tengo clase. // Donatella confirma lo que Mariela presenta a través de gestos con las manos// *Durante estos momentos de análisis, me llama la atención que las docentes analizan constantemente al alumno, sin embargo no analizan la actitud de la profesora, es como si fuera culpa del alumno todas las dificultades vividas en sala.*
60. Coord. EF: ¿Otros elementos que les llamen la atención?
61. Alberto: yo tengo tres comentarios: primeros son los objetivos, obviamente no es lo que se ve en la clase si no lo que se hace, es decir el hecho que los objetivos... yo quiero poner los objetivos como clase de orientación, pero uno podría preguntarse, y esto no es para la clase si no para la orientación general que hay, por lo depende de la profesora, uno podría preguntarse de hecho de que los objetivos estuvieran y quedaran ahí fijos ¿Qué función tienen?, desde el punto de vista que en el propio proceso pueden surgir nuevos objetivos, o sea el profesor puede partir de un objetivo (no se entiende)... y entonces también habría también que ir poniendo //Mariella interrumpe//
62. Ma: lo que aparezca
63. Alberto: los que aparecen... y además eso implica en un pensamiento estático, y al alumno el hecho que // Alberto hace demostraciones con las manos sobre la dificultad que el alumno encuentra al ver el conocimiento sin dinamismo// sobre lo que se va logrando y tiene que ver con los objetivos... hay una cosa que a mí me parece importante, yo creo que nosotros estamos habituados a que los objetivos, incluso estén puestos en términos de contenidos, o sea contenido curricular, y uno se pregunta ¿Por qué razón? El pensamiento queda un poco “transbanbalidas”, y puede ser porque no hay objetivos especificados de pensamientos. ¿A que me refiero con “objetivos de pensamientos”? aparecen objetivos como: el contenido de la célula, la función tal de la célula, pero puede ser objetivo por ejemplo, aprender a analizar tal elemento, que es un objetivo del pensamiento, o sea uno aprende a analizar, aprender, como voy a decir ahora, a hacer preguntas al respecto de la célula, una de las cosas que se ve ahí en el aula de Carolina, es que cuando ella recuerda, incluso que creo que Leo lo decía bien, y tu también Donatella, lo que resume lo que ella recuerda a través de la pregunta...//Mariella interrumpe//
64. Ma: es que ella va dirigiendo las preguntas..
65. Alberto: pero cuando dirige las preguntas..
66. Coord. EF: es interesante preguntarse ¿qué actividad cognitiva está teniendo el estudiante en ese momento?
67. Alberto: ¡claro! Ahí voy, pues cuando dirige las preguntas, son primero las preguntas que ella cree, son las pertinentes para eso. Un estudiante puede pensar que son otras las preguntas que deban ser echas ahí. Pero ay otra cosa que a mí me parece que es más, si se observa muchas veces, creo que tu lo decías, //mira hacia Mariella// los estudiantes necesitan mucha ayuda, elaboran, pero elaboran con muchas preguntas y preguntas, y es de ahí a lo mejor de donde viene, del hecho

que el pensamiento lo vamos andamiando, entonces preguntas, preguntas, y podría decirse que el primer momento fuera de exploración general, y que los propios alumnos digieran, es decir, en lugar de plantear, en lugar de ir haciendo las preguntas específicas podría haberse planteado de manera más amplia y entonces los estudiantes mismos pudieran ir actualizando y “andamiando” a través de sus propias preguntas, ¿por donde entra? ¿por dónde sale? De esa manera ellos mismos pudieran ir aprendiendo a elaborar las preguntas y que no se acostumbraran a que la profesora les fuera mostrando el camino, a lo mejor en el inicio es necesario, pero en algún momento hay que dejar que ellos mismos generen sus propias preguntas, o sea que elaboren problemas.

68. Ma: Está bien... pero cuando uno comienza, yo pienso que lo que faltaría es una motivación. A partir de una motivación previa y amplia, que ellos fueran cuestionándose. Porque pasar que cuando ocurre una cosa así, uno tiene que “tironearlos” para que contesten, porque si no, no contesta nadie, entonces se produce un silencio no muy pedagógico, entonces, de alguna manera buscar una motivación que los haga a ellos a reflexionar y a pensar, para poder entrecruzarlo... Por ejemplo lo que vimos la otra vez sobre el cáncer, esa tipo pregunta amplia generan posibilidades de discusión, o que sabes tú del tema, o ¿Qué compartirías tu con este tema? Y esas cosas favorecen que los alumnos expresen ¿ya? O por ejemplo: la clase pasada yo venía como dispuesta, traía varias cosas para trabajar, entre ellas, yo le había dicho a Donatella, que encontré una foto de una niña súper gorda y de una niña súper flaca, mi idea era contrastar esas dos personas y decir ¿Qué diferencias hay entre ellas? Y de ahí van a comenzar a salir cosas muy generales las cuales podríamos tomar algunas, y llegar a hacer lo que nosotros queríamos.
69. Coord. EF: otro elemento que le añadiría, y aquí ahora estamos creando, si bien que la idea sería objetivar lo que estamos viendo, sería añadirle la objetividad que queremos, porque si la pregunta la hago desde el podio, desde adelante, y yo profesora, vuelvo a quedar yo con la responsabilidad del habla, y por lo tanto si bien podría todo el curso, 45 alumnos responderme, y yo estoy haciendo un sumario allá en la pizarra, pero no estoy tan clara de la actividad cognitiva que estén desarrollando cada uno de los 45 alumnos, entonces en ese sentido, me parece muy interesante lo que tu señalas, tiene que haber de algún modo una situación gatilladora, una problemática que quede en manos de ellos las alternativas las alternativas de acción. Hay que ver los elementos que componen una sesión.
70. Alberto (A):yo estoy seguro que con el tiempo los alumnos pueden, y se habitúan a tomar la iniciativa, si yo creo que muchas veces yo no tomo la iniciativa es porque nosotros la tomamos muy rápido, y no le damos el espacio necesario, o la manera como se plantea la problematización, para que ellos arranquen, pero si ellos no pueden y nosotros siempre tomamos la iniciativa, ellos se habitúan, no le damos el tiempo necesario, eso es un proceso largo de comodidad donde ellos tiene que sentirse, que tienen que aprender a hacerlo, porque eso no es simplemente hacerlo, es un proceso para aprender a hacer una pregunta, ¿cuál es la pregunta que viene primero? ¿Por qué se planteó primero esa y no la otra? O sea hay una lógica de

pensamiento, y todo eso hay que trasladárselo al alumno, por eso que yo planteo que los objetivos tienen que tener un componente de cómo yo les enseño a pensar ¿Cómo yo pienso? ¿Cuál pregunta es la primera? Entonces cuando estamos trabajando pensamiento, el estudiante tiene que apropiarse de la lógica de pensamiento, y no solamente ¿Qué es la célula? El estudiante tiene que saber sobre ¿cómo se piensa acerca de la célula? ¿Qué problemas se plantea? ¿Cuáles son las preguntas relevantes? *En este momento se percibe que las docentes están reflexionando sobre las palabras del Prof. Alberto, creo que ellas deberían hablar sobre lo que estaban pensando, y decir el resultado de esas reflexiones, posicionándose delante de la problemática planteada.*

71. Coord. EF: por ejemplo... cuando nosotros nos pusimos a la disputa de cómo presentar el medio en el que ocurre el metabolismo, nos preguntamos y alguien dijo: ocurre en medio líquido, y la pregunta fue, si fuera solo líquido, ¿Qué pasa con los organelos? ¿cales serian las limitaciones? ¿Cómo serian las interacciones? Entonces alguien salto y dijo: ¡no es que es gel! Ok y ¿porque tiene que ser gel? Entonces emergió el tema en hacer un modelo que fuese hecho en gel, o sea, problematizamos primero, entonces tuvimos otro problema, ¿cómo se mueve? Entonces ahí apareció el cito esqueleto. Vean esta frase de inicio: ¡vamos a conocer el cito esqueleto! En un momento cuando nosotros nos planteábamos la problematización del medio en que ocurre el metabolismo, dijimos ¡vamos estudiar el cito esqueleto! Observen que emergió el cito esqueleto como respuesta a una función ¿Como es mejor para que esté dispuesto este ambiente para que ocurra esa función? Ahí apareció... acuoso... no gel. Todos estos asuntos aparecieron como requerimiento, como preguntas de los modos de funcionamiento, en tanto acá vieron una situación descriptiva de entrega de información, y donde el nivel, observen el verbo, ¡vamos a conocer! cuando nosotros hablamos de los verbos que desarrollan actividades cognitivas, nosotros entendemos que conocer, está en el primer nivel de una pirámide //pregunta Mariela//

72. Ma: ¿los objetivos los planteamos a nivel de conocimiento?

73. Coord. EF: pero cuando nosotros dijimos ¿Por qué vamos a llevar ese modelo? Lo hacíamos desde una perspectiva de ¿Cómo es mejor que funciones ese ambiente? Y el gel entonces apareció, porque de ese modo el objeto irían hallar a sustentar los objetos en el lugar donde están, y sala una proteína muy rápida, y la velocidad al cual iría desplazarse por el gel. Hay un tema que tiene que ver con esta metáfora que es ¿Por qué el bebe, que guarda la madre en su vientre, tiene que ver con medio acuoso, entonces las preguntas y el enfoco que nos poníamos eran funcionales, entonces vamos a conocer el cito esqueleto del interior del citoplasma y vamos a conocer el interior de la célula, no nos interesaba el interior de la célula, sino el medio ambiente en que irían a ocurrir cosas, esas dos cosas no muestran que estamos en un rol de profesorado, que somos los que entregamos la información, y nos estamos planteando unas clases muy a nivel de entrega de información, ese es un punto, y el otro es que para que ustedes, ya vallan problematizando, y un segmento muy pequeño nos puede dar muchos elementos, yo escuche un joven que responde la pregunta realizada por la profesora, pero la

profesora no lo alcanza a escuchar, esa es una pregunta interesante de saber porque esas preguntas no alcanzan a escuchar de ¿porque las intervenciones de los estudiantes no alcanzan a entrar de este modo a iniciar este proceso.

Continúa la observación de la clase de Carolina (55:28)

74. Coord. EF: // La coord. lanza la problemática que la célula no es un ser vivo, justificándolo entre otras situaciones, porque ella no tiene autonomía, Mariella y Donatella la interrumpen tentado explicar la diferencia entre una célula de un organismo multicelular y de un unicelular//

75. Ma: lo que pasa es que no es que esté mal, si no que impreciso.

76. Coord. EF: Otro tema interesante es ¿Qué rol juega la pizarra? Y ¿cuál es el rol de preguntas de la profesora? La pizarra juega el rol de acta notarial, o sea, ahí queda lo que vamos a registrar. Donde va quedando entendido como conocimiento básico en esta clase. Es interesante preguntarse, por ejemplo esta chica que está mirando directamente hacia atrás a la compañera, ¿en qué escenario está ella? ¿Qué actividad cognitiva está ocurriendo con ella? Buenos esta clase...

Continúa la observación de la clase de Carolina (59:33)

77. Coord. EF: // iniciase el análisis del video, donde aparecen los alumnos después de sus respuestas, y comienzan a discutirlos.//la imagen de la televisión presenta problemas, por eso saltan a otro asunto//

Continúa la observación de la clase de Carolina (01:01:10)

78. Coord. EF: antes de pasar a la narrativas vimos el modelo celular, //se comenta el trabajo con el modelo celular// ella lo mostró y el modo de preguntarlo era ¡miren esto, o miren aquello! Pero el objetivo era mostrar la naturaleza celular del medio en que va ocurrir el metabolismo!, y no una clase de anatomía celular.. El enfoque de este gel era para decir en esta casa va habitar ese proceso que se llama metabolismo. En tanto que el modelo fue utilizado para nuevamente hacer un recuento de organelos. // a coord. llama la atención del grupo a que en un determinado momento el asunto fue desplazado hacia el maní, que representaba la mitocondria// *Mariella se siente incómoda cuanto a las observaciones que están siendo realizadas sobre la clase de Carolina, ella deja claro que también paso por algo semejante.*

79. Coord.: Cuando ella //se refiere a Carolina// presenta el modelo lo hace con el objetivo inicial que es revisar estructuras, a través del listado de organelos.// la coord.. hace alusión a la charla de carolina como una clase de anatomía//. La cuarta fase de la clase presenta los rostros de los estudiantes muy motivados. *Mariella continua bastante incómoda, al mismo tiempo que quiere que asistan su clase.* // Comenta el interés de los alumnos por el video, y las relaciones que ellos hacen//

80. Ma: lo que yo siento, y que la Carola me comentaba, es que ellos pudieron visualizar más de lo que nosotros creíamos . Esa parte en que nosotros estábamos perdidos, ellos lo manejaron mejor que nosotros y de manera mucho más simples. Ahora los míos son bien poco habladores, a más que no tengo esa cercanía con ellos //Mariella está dando clase a en la escuela de Marcela// pero el video consiguió englobar todo. *Llama la atención que Mariella está muy feliz por el logro de los estudiantes en relación a reconocer el interior de la célula, sin embargo ella no menciona el asunto metabolismo que es el objetivo primordial de la clase.*
81. Coord. no tenemos registro de ¿en qué punto quedaron? en el proceso.
82. Alberto (A): En ese sentido, es una hipótesis, uno debe preguntarse si al final de un periodo determinado, que puede ser esto o puede ser más largo, ¿el estudiante se va solamente con el conocimiento de la célula? O ¿con los conocimientos del pensamiento? Si se formando pensamiento debe haber un énfasis de ¿dónde quedan los estudiantes? Si aprendieron a pensar o no a respecto de la célula! Si aprendieron a analizar... en fin ¿qué competencias? Si estamos en un programa trabajando CPC, a lo mejor como competencias deberían aparecer entre los objetivos, lo que queremos lograr del punto de vista del pensamiento y ¿qué caminos vamos a seguir? Entonces es ahí donde juega toda esta cosa de la independencia progresiva que tiene que ir teniendo el estudiante. respecto a la competencia. Por eso yo decía, si yo al principio comienzo haciendo las preguntas tengo que ir entendiendo que progresivamente el estudiante se vaya haciendo las propias preguntas, si yo al principio comienzo conteando los problemas, tengo que ir entendiendo que progresivamente... entonces eso hay que planificarlo, eso es muy difícil si no se tiene en mente, si la trama del contenido no está tejida sobre la trama del pensamiento, y que situaciones va uno a provocar, cuando llama a un estudiante... ¿qué le va a preguntar? Si le va hacer una pregunta de contenido ¿o le va hacer otra pregunta? Y ¿qué está mirando? Cuando los estudiantes responden. ¿Qué es lo que va andamiar? ¿El pensamiento o el contenido? Si que los dos están juntos, pero no es lo mismo andamiar la adquisición de conocimiento que la adquisición de pensamiento. Entonces todas estas cosas, si estamos en el plano de competencias, son las que tienen que emerger primero...
83. Coord.: Dos o tres e esas cosas que nos pongamos como objetivos en la siguiente clase, creo que podamos ir avanzando. *Pienso que en este momento la coord. debería haber dejado las docentes reflexionar sobre lo expuesto por Alberto, y que ellas hicieran sus propios comentarios, podría, tal vez haber sido un momento de auto-reflexión de las docentes.* //leo se levanta para colocar el video de Mariella//.
84. Alberto (A): A mí me parece Leo, que deberíamos mirar las potencialidades, pues creo que hay momentos muy buenos, y no solamente entrar en un análisis de lo que le falta, sino también un análisis de donde están los niveles de potencialidades.
85. Coord.: Mantengamos entonces las potencialidades.

Inicio de la observación de la clase Mariella (1:09:45)  
(1:21:00) (D) se retira de la sala

86. Coord.: ¿qué tal? Mariella si nos adelantas un poquito la estructura, así como lo hicimos de Carolina, para tener una visión general. // Mariella describe como pasó su clase, y destaca que los alumnos iban manipulando la célula, Marcela también describe las actividades de los alumnos que no se presentan en el video, pues ella estaba presente en la clase de Mariella//.
87. M: los alumnos estaban bien atraídos por el tema, y también me di cuenta como los limitamos cuanto al tipo de célula, pues a pesar de haber otros tipos ellos se limitan a las células vegetales y animales.
88. Ma: Bueno un desafío para la próxima clase es que ustedes investiguen acerca de esa célula que les interesa. Aquí yo hice con el maní para que ellos se recordaran de energía.
89. Alberto: a mí me parece muy bueno. Quiero decir tres cosas, primero aquí hay un ambiente donde hay un dialogo entre el profesor y el estudiante, donde el estudiante está dispuesto a... por eso yo digo, hay veces que hay que esperar, por no todos los grupos son iguales, tú tienes que dedicar un tiempo para prepara el ambiente, para que el estudiante esté listo.// Alberto hace un análisis sobre la postura de los alumnos de Mariella//. Yo creo que aquí hay un ambiente donde parece que la profesora está construyendo, otra cosa, hay un avance progresivo a la problematización, que es buena, se plantean problemas... y ¿qué a mí me parece? Que tal vez aquí Mariella se impacienta un poco //Mariella acepta con la cabeza//,¿en qué sentido? uno genera una situación problema, esa situación no es para que sea resuelta inmediatamente, Dos cosas ocurren entonces, no le das el tiempo para que respondan, y o provocas para ver si hay respuestas distintas //Mariela, demuestra que sabe bien a lo que Alberto se refiere, y lo acepta como una deficiencia suya//. En el primer caso no trabajas las posibles otras respuestas, y eso es importante, porque no todo mundo está en el mismo lugar en el mismo momento. No esperas ver quien tiene otra respuesta, no olvidando que estamos en competencias de pensamiento, y por eso tienes que abrirte a las posibilidades de respuestas. Ese proceso toma más tiempo, pero si estás trabajando pensamiento... a lo mejor hay que avanzar menos rápido en cuanto a los conocimientos que se están entregando y menos rápido cuanto a los pensamientos. Es importante que ellos se acostumbren a la polémica en el interior del aprendizaje. En el caso de la modelación es importante preguntar si ellos tendrían otra forma de representarlo, así estas trabajando una modelación, eso es metacognición, el componente meta cognitivo del recurso que estoy utilizando para pensar, de la problematización y de la consciencia que hay que problematizar, eso es lo que yo echo de menos.
90. Ma: Lo que pasa es que jugaron muchas cosas en contra..
91. Coord.: No necesitas justificar, no te preocupes...

Reinicio de la observación de la clase de Mariella (1:31:02)

92. Coord.: (1:46:56) ¿otros comentarios que nos puedan ayudar para dar sugerencias para la próxima sesión?
93. Ma: Yo soy muy rápida, como que voy demasiado acelerado.

94. Coord.: entonces sería interesante mas actividades que estén comprometidos ellos y menos actividades tu // la coord. se dirige a Mariella//.
95. Alberto: de manera semejante a Carolina, Mariella busca la introducción a los estudiantes, el problemas es el grado que participación, ahonde llevan la participación. Si uno está pensando en el desarrollo de pensamiento, tengo que tener un momento donde voy a problematizar fuerte. No todo le necesitamos decir, podemos dejar algo para que ellos busquen. Esta parte final me parecía interesante para dejar más tiempo, ¿para donde tú te trasladas?// Alberto analiza los diferentes metodologías que los alumnos sugieren de traslado a través de la célula, destacando la necesidad de tiempo para este análisis por los alumnos//
96. Coord.: Creo que se pusieron tres elementos que fueron interesantes, y como quedaron, quedaron bien. ¿Cómo seguimos la segunda sesión? ahora vamos a pasar a otro nivel, mas micro.
97. Ma: yo partiría por la tarea, pero sería interesante que yo llevara algunas que fueron nombradas. *Mariella todavía continua en la parte anatómica y funcional de los componentes celulares,*
98. M:¿Cómo vas a llegar a través de eso a metabolismo?
99. Ma: a través de la función de las organelos, llego a la mitocondria.  
//la coord. Inicia un bosquejo de la estructura de la próxima clase, con la participación activa de Marcela//*Marcela también tiene la postura sobre la anatomía celular.*
- 100.Ma: para que se produzca metabolismo necesitamos dos cosas importante, oxigeno y nutrientes // la discusión queda al derredor de cómo entran los nutrientes en la célula//
- 101.Coord.: tenemos algún modelo que nos explique como la energía esta al interior de la mitocondria // hay un buen tiempo en que ellas explican cómo se forman los ATPs//.
- 102.Alberto: //Alberto se para y va hasta la pizarra// estamos metidos muy en el contenido y no en la competencia, la clase no es solo para contenido, si no también para la competencia. Aquí hay que representarse ¿como el estudiante llegaría aquí? Para mí la pregunta es ¿hay oxigeno? ¿Cómo puedo comprobarlo? ¿Qué situación problematizadora podríamos darle, que a través de ella el se apropie de todos estos procesos? *Los docentes continúan posicionándose desde el contenido y no desde el pensamiento y competencias que quieren obtener.* ¿Cuáles son las competencias que tenemos acá? Meterlos un poco en esa lógica, de esa manera los metemos un poco en esa lógica.
- 103.Coord.: // se sugiere proponer un situación problema, objetivando que el alumno relacione la función del oxigeno en la mitocondria// la mitocondria tiene un desafío, la mitocondria debe entregar energía a la célula ¿cómo lo va hacer?
- 104.Alberto: Le damos lo que sale del proceso de respiración celular, y !él puede buscar lo que entró; a lo mejor ellos mismos pueden proponer modelos distintos.
- 105.Coord.: forma equipos y ellos tienen que explicar ¿cómo lo hace? *La coord. y Alberto están determinados a estimular a los docentes a que usen situaciones problemas en el aula.*
- 106.Alberto. Yo creo que hay que trabajar también, bastante en el nivel metacognitivo del estudiante. Donde estoy haciendo metacognicion. Nosotros estamos hablando que la CPC tiene un componente metacognitivo fuerte.

107.Coord.: que cada grupo diga ¿cómo fue que llego?, ¿qué preguntas se hizo? Y ese sea el corazón de la experiencia.// Los investigadores están dirigiendo y orientado la formación de la próxima clase, sin embargo los docentes no hacen contribuciones//

108.Ma: Lo que pasa que después de que todos los grupos digan como lo hicieron, debemos mostrar algo, como un video, para finalizar el cuento. *Nuevamente parece que los docentes no están convencidos del trabajo con resolución de problemas, por eso necesitan ellos enseñar para que los alumnos puedan aprender.* Cada uno de ellos tiene una visión distinta, y yo tengo que mostrarle como realmente ocurre.

109.M: Podríamos usar las fichas

110.Ma: Pero esa ficha me sirve para explicarlo, pero lo que yo quiero... es mostrarlo. Tal vez a través de un video.

111.Alberto: ¿pero porque ellos no pueden hacer el video?

// La sesión se encierra sin tener bien claro sobre cómo van a trabajar, y se dan cuenta que todavía no han entrado en el asunto metabolismo, Ma. dice que ella va a preparar lo que ellas van a trabajar y se la envía a Leo//.

*Los asistentes organizan su material y se da por terminada la sesión*

### TRANSCRIPCIÓN OBSERVACIÓN DE CLASE

Nº de clase	<b>1</b>	Fecha de realización	<b>11 de junio de 2008</b>
Codificación	<b>OC01MB</b>	Profesora	<b>María (MB)</b>
Nivel	<b>Primer año medio</b>	Dependencia del colegio	<b>Municipalizado</b>

#### COMIENZO DE LA GRABACIÓN

1. OI. Se inicia la clase con el ingreso de los alumnos a la sala de clase
2. MB: esta será una clase similar a las anteriores en la que ustedes estarán sentados en grupos de trabajo
3. MB: Hoy continuaremos hablando de la célula que es el eje central de nuestro estudio. La clase anterior estuvieron dibujando y definiendo sus partes
4. MB (muestra un modelo tridimensional de una célula y pregunta) ¿cuál es la diferencia de ese modelo respecto del que uds. estuvieron dibujando?
5. Als: (responden a coro) el otro era más plano
- 6 A1: en el otro observamos células al microscopio
7. MB: ¿de verdad observaron células al microscopio? (no se escucha con detalle lo que el Ao dice ni tampoco lo que dice la Pa)
8. MB: lo anterior correspondían a dibujos, a representaciones
9. MB: ¿que otra cosa más pueden decir respecto de este modelo?
10. A2: este está entero
11. A3 : este tiene agua
12. MB (invierte el modelo Y se ve claramente que no gotea agua y pregunta) ¿tiene agua?
13. A4: tiene gel
14. MB: ¿y por qué tiene que ser gel?
15. A4: porque están los tres estados, líquido, sólido y ....
16. MB: ¿por qué? (no se escucha lo que contesta el Ao)
17. MB: su compañero plantea que está representando al citoplasma ¿o sea el citoplasma no es agua?
18. A5: tiene esa consistencia

19. MB: la definición decía que el citoplasma se parecía a la gelatina y por este modelo está hecho con gel para el pelo
20. MB: este es además un modelo tridimensional ¿por qué es tridimensional? Porque se ve...
21. A6: de todos los lados
22. MB: A ver ud., indique alguna otra estructura celular que este representada en ese modelo, así como el gel representa al citoplasma
23. A6: (se queda en silencio un rato y luego responde) el citoesqueleto
24. MB: ¿qué cosa representa al “esqueleto”... por los bordes?
25. A6: por las “cositas blancas”
26. MB: ya... por los fideos, los tallarines
27. MB: ¿Hay otro grupo que reconozca otra estructura?
28. A7: núcleo, membrana plasmática
29. MB: bien... y ¿qué más? ¿Cuál sería la membrana plasmática?
30. A7: (se demora en responder pero luego dice) el vidrio (se refiere a las paredes del envase que contiene el modelo)
31. MB: si lo relacionamos con el ejemplo de que todas las paredes de la sala de clase representan también a la membrana plasmática ¿qué otra cosa más distinguen?
32. AX : tiene un maní (risas)
33. MB: Si, tiene un maní y ¿qué representa el maní? En todo caso el núcleo no es porque este está representado por la burbujita roja
34. A8: representa a la mitocondria
35. MB: ¿por qué la otra profesora que construyó ese modelo habrá elegido un maní para representar a la mitocondria?
36. A8: es porque la mitocondria tiene esa forma
37. Ax: porque así es su estructura
38. MB: ¿para qué servía la mitocondria? Pueden consultar su libro si es necesario
39. Als (comienzan a decir distintas características de la mitocondria): tiene su propio material hereditario, es como alargada, etc. Pero no definen la función

40. MB: ¿cuál es su función?
41. A9: saca energía de los nutrientes
42. MB: a veces, cuando uds. tienen hambre comen maní, porque el maní les da energía, los nutrientes nos dan energía
43. AX: ¿qué representan los puntitos café que están casi encima?
44. MB: son los centriolos
45. MB: si esta célula tiene centriolos ¿qué tipo de célula es?
46. AX: animal
47. MB: correcto, es animal
48. MB: ¿para qué nos entrega energía la mitocondria?
49. Als dan distintos ejemplos en que se utiliza la energía en el organismo: para transmitir el impulso nervioso, para estudiar, para caminar, pensar, etc.
50. A10: también tiene ribosomas
51. MB: los puntitos azules representan a los ribosomas ¿cuál es la función de los ribosomas? También hay un retículo que tenía ribosomas: ¿cuál es?
52. AX dice primero: liso, no, es el rugoso
53. MB: ¿qué hacemos con los ribosomas? ¿qué función cumplen? Revisen el cuadro resumen de su cuaderno
54. OI. Als consultan sus cuadernos.
55. A11: transforma el mensaje genético en síntesis de proteínas
56. MB: todas esas estructuras que están en esa célula que se encuentra protegida por la membrana plasmática hacen cosas, como por ejemplo sacar la energía y que todas esas cosas que están ocurriendo dentro de las células son ...
57. Ao11: reacciones químicas
58. MB: correcto, por eso el medio citoplasmático es así, ni sólido ni líquido para permitir que se realicen las reacciones químicas que permiten mantener la vida de la célula
59. MB: nosotros estamos formados por millones de células por lo tanto esas reacciones químicas están ocurriendo en cada una de nuestras células. A ver... nómbrame distintos tipos de células

60. A12 : procariontes, eucariontes
61. MB: procarionte, eucarionte, vegetal, animal. Vamos a ir solamente al cuerpo humano... a ver...neuronas...
62. A12: células de la piel, células musculares
63. MB: los glóbulos...
64. A12: rojos y blancos
65. MB: ¿de qué están formados los huesos? De células óseas
66. A13: células nerviosas
67. MB: ya lo dijimos ¿cómo se llaman las células nerviosas? (silencio)  
Esas que se destruyen con las drogas...
68. A14: neuronas (risas)
69. MB: los invito a viajar dentro de la célula, veamos si se puede avanzar dentro de un gel...
70. Als: noooooo
71. MB: tendrán que buscar formas de avanzar dentro de ese gel, los fideos pueden estar...(hay mucho ruido, no permite escuchar bien)
72. MB: observarán ahora un video que les mostrará que es lo que está pasando dentro de la célula, silencio ya que la música de fondo no se escucha muy bien. Silencio...
73. OI. Se comienza a exhibir un video que va mostrando un viaje al interior de una célula (sólo hay imagen y música de fondo, no tiene diálogo. Los Als observan en silencio)
74. MB (detiene un minuto el video y pregunta) ¿qué creen que se está mostrando ahí?
- 75 AX : es la formación de una célula
76. ALS : las venas, los glóbulos rojos, la sangre, metabolismo...
77. MB: ¿qué es metabolismo?
78. A15: el funcionamiento de la célula
79. MB: el compañero tiene razón, se muestra el torrente sanguíneo y como los glóbulos rojos van viajando a través de él, en esta imagen se introducen en una en particular...
80. MB: están ahora dentro de una célula, esas son las membranas, aprovechemos de recordar la estructura de una membrana

81. Ao15: está formada por lípidos y proteínas
82. MB: indica en la imagen a las proteínas que están constituyendo la membrana
83. Ao15: también por fosfolípidos y glúcidos
84. MB: esas moléculas son también parte importante de la constitución de la membrana que ayudan a unirse con las células vecinas en los tejidos
85. MB: las estructuras que se observan son proteínas que se utilizan para reparar alguna membrana o para formar microtúbulos, para reparar tejidos
86. MB: ahora están observando el citoesqueleto
87. AX: se parece al ADN
88. MB: si bien la forma se parece, estas fibras están en hileras ¿de qué está formado el citoesqueleto?
89. A16: de hileras, de células
90. MB: ustedes están ahora dentro de la célula, repito la pregunta ¿de qué está formado el citoesqueleto?
81. A16: de proteínas
82. MB: a la larga la mayor parte de las estructuras de nuestro organismo están hechas de proteínas
83. MB: miren lo maravilloso que se ven los microtúbulos ¿qué está pasando ahí? (señala un sector de la imagen)
84. MB: se está formando un microtúbulo (imagen muestra justo un microtúbulo que se está plegando) y dice: la proteína está transportando algo ( un Ao dice que está caminando)
85. MB: esa proteína está transportando una vesícula, algo que ya no le sirve. Ahí están los centriolos....los ven?  
Siempre se ubican a un extremo del núcleo de la célula
86. MB (pregunta específicamente por una estructura que los confundieron con el núcleo) ¿y eso qué es?
87. MB: si esos son microtúbulos del citoesqueleto es porque están en el citoplasma ¿qué lo que es?
88. AX1: mitocondria
89. MB: eso que está saliendo ahí es ARN, se unen dos ribosomas para interpretar la información genética para sintetizar...
90. AX1: proteínas

91. MB: y esa nueva estructura en forma de múltiples pliegues: ¿y eso que es?
92. AX1: aparto de Golgi
- 93: ¿y para qué sirve?
94. Als: empaquetan, procesan, distribuyen proteínas
95. MB: procesa, empaqueta y distribuye las proteínas que habían sintetizado los ribosomas
96. MB: ahora se está produciendo la liberación de proteínas, que están siendo exositadas mediante mecanismos de transporte
97. MB: miren se ve clarito como se están ubicando las proteínas en esa doble capa lipídica que forman la membrana y como se van levantando y uniendo entre si
98. MB: ese es un glóbulo blanco por donde uds. anduvieron viajando y ese glóbulo blanco que viaja por el torrente sanguíneo se llama leucocito y tiene que atravesar esas células para irse a alguna parte ¿a dónde se puede ir ese leucocito?
99. AX2 : a la sangre
100. MB: está viajando a través de la sangre
101. AX2: al cerebro
102. MB: puede ser. Va viajando a donde se le necesita porque la función de él es proteger, por lo tanto va a ir donde se le necesita, se fijan que tiene que atravesar. A pesar de que nosotros lo imaginamos como una célula redonda él se aplasta (se escucha una voz que dice a una herida)
103. MB: permiso chiquillos (Adelanta el video que en pocos segundos llega a su fin)
104. AX3 : ahhhhh
105. OI. Una vez concluido el video, Pa vuelve a tomar el modelo de gel y redscribe el viaje que hicieron por la célula
106. MB: cada una de las estructuras que la forman cumple una función específica para que se concrete el metabolismo. ¿Se dan cuenta que ahora aparece una palabra nueva? Metabolismo...
107. MB: la idea de estas clases es que ustedes mismos tienen que llegar a establecer de que se trata el metabolismo y no solamente lo que aparezca en el texto sino que tienen que ir un poquito más allá
108. MB: ¿dónde va a ocurrir ese metabolismo?
109. ALS: en la célula, en la membrana, en el citoplasma

110. MB: en el citoplasma y ese citoplasma tenía una consistencia de...gelatina, de un coloide y eso no lo podemos olvidar. Y ese metabolismo se va a llevar a cabo en el citoplasma gracias a estructuras específicas que tiene la célula ¿cómo se llaman esas estructuras específicas? (silencio)

111. MB: los organelos, por ejemplo....

(escribe en el pizarrón “interior de la célula”), estamos dentro de la membrana, en el citoplasma ¿qué encontramos allí?

112. Als: comienzan a nombrar y la Pa lo anota en el pizarrón: centríolos, citoesqueleto, núcleo

113. AX4: pared celular

114. MB: ¿Tú crees que la pared celular se encuentra dentro de l célula?

115. AX5: no porque protege

116. MB: porque protege, bien y protege solo a un tipo de células ¿a cuáles?

117. AX5: vegetales

118. OI. MB confirma la respuesta y retoma lo que estaban diciendo respecto del interior celular

119. AX6: cloroplasto

120. MB: los cloroplastos son exclusivos de la célula vegetal pero igual lo vamos a anotar puesto que en el citoplasma de una célula vegetal se encuentran cloroplastos

121. MB: ¿y la que nos entrega energía...?

122. AX6: proteínas

123. MB: no son las proteínas las que producen la energía ¿Cuál es la estructura en donde se produce la energía?

124. AX7 (insistentemente): citoplasma (profesora no le dice nada)

125. AX8: mitocondria (al mismo tiempo un compañero dice ribosoma)

126. MB (anota) : mitocondria.

127. MB: (Posteriormente se dirige al alumno que dijo citoplasma y le dice): estamos con problemas, primero me dices la pared celular cuando estamos dentro de la célula y ahora me dices citoplasma cuando todo esto (encierra en una llave a todos los organelos anotados) está dentro del citoplasma (anota en la llave “citoplasma”)

128. MB: Aquí se encuentran tres partes importantes en una célula eucarionte: la membrana, que es la que rodea al citoplasma y el núcleo y dentro del citoplasma tenemos estructuras específicas y esas son las que estamos buscando ¿ya?

129. MB (lee cada uno de los organelos citoplasmáticos anotados y pregunta): ¿qué nos falta?

130. AX9: ribosomas, retículo endoplasmático, aparato de Golgi
131. A10 dice: citoplasma
132. OI: Es necesario que Pa vuelva a aclarar que están dentro del citoplasma
133. MB (vuelve a leer organelos anotados y dice): ¿qué más?
134. AX10: vacuolas
135. MB: La vacuola pertenece a una célula vegetal pero la anotaremos
136. MB: todos estos organelos tienen una función específica dentro de la célula que ayudan a mantenerla con vida
137. MB: ahora les pediré un favor muy grande. Les pediré que saquen una hoja y respondan la siguiente pregunta usando su imaginación (les entrega ella una pequeña hoja y les dice que contesten aquí)
138. MB: yo leeré la pregunta (es más de una)
139. MB: Si tuvieras la posibilidad de viajar, usen su varita mágica (les recuerda que ya viajaron por lo tanto nadie puede decir que no lo vieron) al exterior de la célula ¿qué célula elegirías y por qué? ¿cómo te desplazarías al interior de ella? Recuerden que no pueden decir nadando puesto que nos costaría un poquito. Si te falta energía ¿a dónde vas a ir? Si tuvieras que contarle este mágico viaje a un amigo ¿qué le contarías? Tienen que hacer una narración, escriban un cuento y créanse el cuento por favor de qué están dentro de la célula. Escriban sus respuestas en una hoja del cuaderno
140. MB: pueden consultar su cuaderno
141. OI: Als se organizan en grupos de trabajo y comienzan la tarea
142. OI: MB recorre los distintos puestos y los supervisa y guía. Pasado un tiempo un AX comienza a recoger los papeles con las preguntas y respuestas
143. MB: ¿cuántos alumnos viajaron a una célula vegetal? (se observan algunas manos levantadas)
144. MB: ¿Cuántos alumnos viajaron a una célula animal? (se observan varias manos levantadas)
145. MB: de los alumnos que viajaron a una célula animal ¿cuántos viajaron a una célula específica? Por ejemplo a una neurona, un glóbulo blanco, una célula muscular, una célula del hígado...
146. Als responden simultáneamente señalando distintos tipos de células animales
147. MB: A ver ud. póngase de pie y cuente que vio en esa célula muscular. Ese ha sido el trabajo de hoy día así que cuéntenos... ¿cómo te movilizarías por ejemplo? ¿Qué encontraste en esa célula muscular? ¿Qué te llamó la atención?

148. AX12 (se para tímidamente y dice): Bueno, me desplazaría caminando
149. MB: gracias, tome asiento ¿hay algún alumno que haya desplazado de una manera diferente?
150. OI. Varios als levantan la mano
151. MB: afirmándose del citoesqueleto, sujetándose de los centríolos, apoyándose de proteínas, saltando
152. AX13: como hay estructuras que se están desplazando dentro del citoplasma yo me afirmaría de alguna de ellas y me iría moviendo con ellas, caminando por el citoesqueleto
153. OI. MB hace referencia a la segunda pregunta: ¿dónde iríamos a recargar pilas?
154. Aos (levantan la mano) AX13: a la mitocondria
155. AX12: Yo me desplazaría mediante una burbuja.
- 156 AX8 dice: Yo lo haría con un submarino
157. MB: Pero no sabemos cómo lo haría con un submarino.
158. MB (muestra nuevamente el modelo tridimensional y pregunta): ¿Cómo lo haríamos con un submarino desplazándonos por aquí? (señala el citoplasma de gel)
159. AX15: no se puede porque es un gel (siguen entregando hojas de respuestas)  
Pa retoma pregunta dos: ¿cómo y dónde renovarías energía?
160. MB: Ya sabemos que el dónde es la mitocondria. Falta aclarar el cómo ¿de dónde va a sacar la energía la mitocondria para que nos convide?
161. AX15: de las proteínas
162. MB: ¿sólo de las proteínas va a sacar la energía? ¿De dónde?
163. AX15: de los lípidos, de los fosfolípidos, de los nutrientes
164. MB: la célula saca energía de los nutrientes para sobrevivir (no menciona que es la glucosa combustionada la que libera energía en la mitocondria)
165. MB: para cerrar la clase le va a tocar, al azar, hacer la “relatoría” a.... (elige un número de la lista de clases) Henríquez
166. Ao: nooooo (se para)
167. MB: al comienzo de la unidad se había dicho que siempre se realizaría una relatoría al comienzo o al final de la clase y ahora correspondió hacerla al final pero la próxima clase se hará al inicio así es que deben estar preparados. Ya Henríquez, comience

168. Henríquez: el día de hoy viajamos al interior de una célula animal, estuvimos dentro del citoplasma que contiene centriolos, núcleo (menciona varios organelos citoplasmáticos) y también la profesora nos dio una tarea para ocupar la imaginación, teníamos que elegir una célula y contar a qué célula iríamos

169. MB: ¿eso solamente sr. Henríquez?

170. Henríquez: sí

171. MB: tome asiento. Si faltó algo le vamos a pedir a otro compañero que lo agregue

172. MB: ¿qué cree ud. que le faltó a su compañero?

173. AX14: faltó decir cómo nos desplazáramos dentro de la célula

174. MB: ¿nada más cree que le faltó?

175. AX14: no

176. MB: tome asiento y alguien desee agregar algo más (se observan manos alzadas)

177. Ax18: faltó decir que vimos un video donde observamos el citoesqueleto y distintos organelos celulares y como se arma y se desarma el citoesqueleto

179. MB: las proteínas se arman y desarman para formar el citoesqueleto así es que deben tenerlo presente para la próxima clase ya que armar y desarmar tiene relación con la palabra...?

180. Als: metabolismo

181. MB: La clase ha terminado y no se pueden retirar de la sala

Fin de la clase

### TRANSCRIPCIÓN OBSERVACIÓN DE CLASE

Nº de clase	<b>2</b>	Fecha de realización	<b>25 de junio de 2008</b>
Codificación	<b>OC02MB</b>	Profesora	<b>María (MB)</b>
Nivel	<b>Primer año medio</b>	Dependencia del colegio	<b>Municipalizado</b>

#### COMIENZO DE LA GRABACIÓN

1. OI. La clase se inicia con el ingreso de los Aos. A la sala de clases en medio de un ambiente bullicioso. Hay proyectada una imagen en el pizarrón que dice “¿A qué célula viajarías?”
2. MB: De partida yo les di la instrucción de que se trasladen por toda la sala así que no quiero grupos amontonados, deben trasladarse por toda la sala (profesora va trasladándose por la sala y señalando nuevos lugares de ubicación de los alumnos)
3. MB: ahora que y ingresamos a la sala debemos saludarnos (Aos se ponen de pie)
4. MB: buenas tardes
5. Aos: Buenas tardes señorita
6. MB: (pide silencio y dice): la semana pasada no tuvimos clase porque ud. estuvieron en movilización, pero la última clase, ya estuvimos en esta sala en una actividad muy particular en la que teníamos que llegar a definir qué es (anota en el pizarrón) Metabolismo
7. MB: en esa oportunidad la profesora les presentó un video con una música de fondo donde se observaban cosas que se armaban y se desarmaban ¿qué otra cosa había en ese video?
8. MB: una célula que transportaba...
9. A1: la unión de células
10. MB: después, el trabajo que se les pidió a uds. era...
11. OI. Llegan 2 alumnos atrasados y el curso los abuchea
12. MB: siéntense atrás y silencio
13. MB: lo primero que yo dije es que la persona que emitiera ese tipo de ruido fuera capaz de reconocerlo, lo conversamos después (Hace referencia a un nuevo alumno que viene entrando a la sala)
14. MB: también es alumno de este curso? Me puede decir dónde andaba?
15. A2: fui a la sala pero estaba cerrada (mientras se acomoda en un puesto disponible)

16. MB: salga de la sala (no se ve que estaba haciendo el alumno pero se intuye que molestando) me espera afuera y lo conversamos después. Nosotros tenemos que respetarnos de lo contrario esto no resulta

17. MB: la semana pasada se les pidió a uds. que contestaran a que célula les gustaría viajar. Dentro de las imágenes que vimos habían glóbulos rojos, que uds. no los conocían, los cuales estaban capacitados para transportar oxígenos, por eso tienen forma bicóncava (muestra imagen de un glóbulo rojo)

18. MB: algunos dijeron que querían viajar a una neurona (muestra imagen EN PPT) ¿se imaginaban una neurona así?

19. A3: parecen ramas de árbol

20. MB: parecen ramas de árbol ¿cierto?

21. MB: algunos colocaron que querían viajar a un leucocito (muestra imagen) o un glóbulo blanco, así es un glóbulo blanco

22. MB: Uno me parece que quería viajar a un espermatozoide (muestra imagen) o a un hepatocito (muestra imagen)

23. MB (muestra ppt que dice “Emergencia celular”): la clase de hoy uds. tendrán que tratar de definir que es metabolismo celular, uds. serán capaces de determinar en que consiste este proceso

24. MB (lee): emergencia celular, ¿qué querrá decir ese título? Fijémonos en ese puro título, emergencia celular

25. A05: una emergencia, está ocurriendo algo malo, en la célula está ocurriendo algo malo, está en peligro la célula.

26. MB: ¿qué otra cosa querrá decir ese título?

27. A4: está causando problemas

28. MB: está causando problemas, veamos qué...

29. MB (lee textual la diapositiva proyectada): La luna ha sido colonizada por los terrícolas (se asegura de que los alumnos sepan que significa colonizar a lo que ellos responden que estamos viviendo ahí)

30. MB: los cuales se abastecen de alimentos creados en sus laboratorios utilizando nuevas e innovadoras tecnologías. Somos súper inteligentes ven?... estamos creando nuevas tecnologías

31. MB (continúa): en este laboratorio se ha detectado que las células madres están sufriendo un proceso de muerte celular lo que constituye una emergencia para la sobrevivencia de la comunidad ¿qué significa células madres?

32. A0s: células principales, células que mandan, células que crean a las demás, las que cuidan, las que producen...

33. MB: están sufriendo un proceso de muerte celular, o sea se están muriendo, lo que constituye una emergencia para la comunidad y ¿quién es la comunidad?

34. A5: nosotros

35. MB: se supone que somos nosotros

36. MB: en este laboratorio, uds. van a ser ingenieros biocelulares ¿y que significará ese nombre?

37. A6: el ingeniero sobre la vida de la célula, alguien que sabe harto de la célula, alguien que investiga sobre la célula

38. MB: son además uds. los únicos responsables de salvar a toda la comunidad terrestre que vive en la luna, la tremenda responsabilidad que tienen, así que van a tener que pensar muy bien

39. MB (continúa leyendo Y dice): los análisis practicados a esta células indican que se ha detectado la ruptura de la membrana celular ¿qué significa esto? ¿Cómo podrías hacer un esquema en la pizarra de lo que significa esto si tú eres un ingeniero?

40. OI. Un A0 acepta pasar a la pizarra para esquematizar la ruptura de la membrana celular y dibuja un esquema de una membrana rota

41. MB: esto está representando una ruptura, también le podemos poner daño ¿todos uds. se imaginan que esto significa una membrana plasmática? (PA dibuja un esquema esférico simple de una célula y pregunta si eso es un esquema de un célula presentado en clases a lo que los A0s responden que sí)

42. OI. MB hace hincapié en representar un trozo de la membrana plasmática dañada utilizando los esquemas tradicionales de célula

43. MB: Para solucionar esta emergencia uds. cuentan con glucosa, oxígeno y aminoácidos (los anota en el pizarrón). Esto es lo que yo voy a tener, pero ¿qué es la glucosa? Por que para poder saber en que voy a poder utilizar cada ingrediente debo tener claro que es cada una de estas cosas ¿qué es la glucosa?

44. A7: es una azúcar

45. MB: ya es una azúcar, por lo tanto me da energía, y el oxígeno?

46. A7: es un gas

47. MB: correcto es un gas que está en el aire, el aire es una mezcla de gases, y los aminoácidos ¿qué son?

48. A7: son proteínas

49. MB: ¿son proteínas o son las unidades que forman las proteínas?

50. AOs: son las unidades que forman las proteínas

51. MB (va anotando cada definición en el pizarrón y las vuelve a leer en voz alta y dice): Ahora que ya se para que sirve cada una uds (lee las preguntas de la imagen) ¿cómo enfrentarían la situación? ¿cómo podemos reparar las membranas de estas células? Tercero, ¿qué pasos debo seguir para dar solución al problema? Y, por último, establece un plan de acción.

52. MB: Entonces van a trabajar en sus cuadernos y luego, transcurridos 30 minutos, van a transcribir su plan de acción grupal a una cartulina que yo les voy a pasar y luego con el grupo que yo les indique van a tener que intercambiar su plan de acción, van a tener que explicar cuales son sus ideas y luego poner en común. 6 participantes por grupo....

53. OI: MB pasa por cada grupo y les entrega en un papel las preguntas leídas anteriormente a cerca de cómo reparar la emergencia celular. MB va pasando por cada uno de los grupo y se observa que va orientando y guiando el trabajo grupal. También se observa que los AOs consultan esquemas y contenidos de su texto guía

54. OI: Pasados los 30 minutos, profesora comienza a entregar cartulinas en cada grupo para que resuman el plan de acción a modo de papelógrafos

55. OI: No se alcanza a ver las conclusiones a las que llegaron los alumnos porque se acaba la filmación.

### TRANSCRIPCIÓN OBSERVACIÓN DE CLASE

Nº de clase	<b>3</b>	Fecha de realización	<b>02 de junio de 2008</b>
Codificación	<b>OC03MB</b>	Profesora	<b>María (MB)</b>
Nivel	<b>Primer año medio</b>	Dependencia del colegio	<b>Municipalizado</b>

#### COMIENZO DE LA GRABACIÓN

1. Als ingresan bulliciosamente a la sala de clases y se sientan en los mesones de trabajo
2. OI. MB les llama la atención a cerca de la manera inapropiada para sentarse lo que dificulta el desarrollo del trabajo
3. OI. Los alumnos se toman al menos 10 minutos en ubicarse y hay mucho ruido dentro de la sala de clases
4. OI. MB comienza a desenrollar papelógrafos de colores que entrega en los distintos mesones de trabajo a un alumno representante
5. MB: silencio. (Anota en el pizarrón) ¿qué es metabolismo? (Y hace relación con un problema planteado la clase anterior por otra profesora): La clase anterior uds. estuvieron tratando de resolver una emergencia celular la cual se producía por la ruptura de la membrana plasmática en una célula madre, donde se formaban los alimentos con que se nutrían los....
6. Als: ribosomas
7. MB: haber... recordemos dónde estábamos...estábamos en la luna donde había ocurrido una emergencia celular porque la membrana plasmática se había roto y ustedes tenían...uds. eran ingenieros biocelulares que tenían que averiguar cómo podían reparar la membrana que se había roto. Ahora deben simplemente transcribir su plan de acción en la cartulina y para eso tienen solamente 15 minutos, ni uno más ni uno menos y después por grupo (señala a un alumno de un grupo para que explique el plan de acción de otro grupo y vice versa) deben explicar los planes de acción
8. MB: van a tratar de entender los distintos planes de acción.  
(Los insta a empezar a transcribir)
9. OI. MB pasa por distintos mesones terminando de repartir cartulinas, los alumnos hablan bulliciosamente, no todos trabajan, la mayoría conversa
10. OI. MB insiste en dar instrucciones en cada grupo, se vale de los propios cuadernos de los alumnos. A pesar del ruido, todos los grupos han comenzado a esquematizar un plan de trabajo en las cartulinas, sin embargo hay claramente un ambiente de distensión, relajo e interrupciones mutuas
11. OI. MB se pasea por los distintos mesones pero no se dirige a ningún alumno en particular a menos que alguno la solicite. Ya ha pasado por lo menos media hora desde iniciada la clase. El

ruido es permanente, tanto que no permite escuchar las intervenciones de la profesora en los distintos grupos de trabajo. Se observa a muchos alumnos haciendo otra cosa. Uno de ellos juega con su celular protegiéndose de la mirada de la profesora con un gorro, ella no se da cuenta. Cuando el alumno se percata que es captado por la cámara de grabación intenta guardarlo pero luego se sonríe, saluda y continúa con su juego sin inmutarse. MB se para al lado del alumno que juega con el celular pero sigue sin enterarse, el alumno sigue igual. La cámara enfoca la cartulina que muestra muy poca escritura, más bien unas cuantas palabras sueltas que dejan ver que no han avanzado casi nada

12. MB: 5 minutos...

13. OI. La cámara sigue enfocando las cartulinas de los otros grupos que muestran, en general, muy poco avance (pasan por lo menos 10 minutos más). MB intercambia al azar dos cartulinas de distintos grupos (continúa pasando el tiempo) El panorama no ha variado en nada respecto del inicio. Als siguen discutiendo entre ellos y anotando de vez en cuando en las cartulinas mientras MB continúa paseándose por la sala y supervisando el trabajo

14. MB : un grupo que pase al pizarrón...

15. OI. Als pegan sus cartulinas en el pizarrón

16. MB: el grupo que está adelante tiene la cartulina de otro grupo la cual tendrán que comentar. Los tiempos ya se cumplieron salvo dos grupos que son los que están más atrasados.

17. MB: se supone que ustedes deben aportar soluciones para reparar la emergencia celular. Silencio por favor... Entonces, el sr. (le pregunta el apellido a un alumno) va explicar el plan de acción del grupo del sr... (le pregunta el apellido a otro alumno)

18. OI. Als se toman por lo menos unos 5 minutos más entre que se paran y se dirigen al pizarrón antes de comenzar a exponer. El ambiente sigue siendo de interrupción, ruido y desorganización

19. MB: por favor un alumno del grupo que lea lo escrito al curso. A ver... ¿quién lo va a leer?

20. A1: (levanta la mano)

21. MB: ya... ¿tú lo vas a leer?

22. OI. AX no contesta. El resto de los integrantes del grupo que está en el pizarrón sigue conversando y riéndose

23. MB: ssshhhhh

24. Un AX1 (comienza a leer) Emergencia celular. Primero encontraríamos la solución al problema. Primero le enviaríamos aminoácidos y glucosa al aparato de Golgi para que le de fuerzas a los fosfolípidos y se los forme

25. MB: y los forme...

26. MB: ya ... no vamos a salir hasta que todos los grupos hayan pasado adelante, así que... por favor chiquillos...ya? Sr. Méndez ¿dónde cree ud. que aparece la palabra metabolismo en esa solución?

27. AX1: aquí donde enviarían aminoácidos y glucosa al aparato de Golgi...

28. MB: Ya. Entonces ud. piensa que en esa parte cree que está. ¿Está todo el grupo de acuerdo en que la palabra metabolismo está incluida en esa parte? ¿está todo el curso de acuerdo? Recalca: dónde dice le enviaría glucosa y aminoácidos al aparato de Golgi....

29. Als : noooooooooo.

30. MB: ¿dónde?

31. Un AX1: donde dice se forman... donde dice le enviarían glucosa...que le den fuerza a los fosfolípidos...(se produce un juego de palabras sueltas entre los Als y la profesora que no permite llegar claramente a ninguna respuesta)

32. MB: a ver... sssshhhhh. Ustedes como grupo ¿creen que la palabra metabolismo se encuentre incluida aquí? ¿Qué creen que le falta a ese papelógrafo?

33. A2: una respuesta más clara

34. MB: una respuesta más clara. ¿Qué le falta señooooooooor... no me sé el apellido...

35. A3: Patricio

36. MB: ¿qué le falta?

37. A3: una coincidencia

38. MB: le podría haber faltado una conclusión ya?

39. A4 grita: desarrollo

40. MB: desarrollo... desarrollo está, dice que le podría haber enviado aminoácidos... Ya, tomen asiento. El grupo... lo vamos a hacer mejor en una hoja de respuestas por que parece que el hecho que se paren.....

41. A5: es que da vergüenza...

42. OI. Als vuelven a sentarse en sus puestos respectivos

43. MB: Lea las respuestas a las cuales llegaron. (No lee la respuesta?)

44. A6 (se levanta de su silla y lee un papelógrafo que está pegado en el pizarrón): emergencia celular...(Todo el curso se ríe estridentemente mientras un compañero le tira papeles por la espalda. Profesora no interviene)

45. A6 (comienza a leer): (No se entiende claramente lo que lee). Saber donde está ubicado... (no se entiende bien lo que dice). Se podría tapar el orificio con una mezcla de aminoácidos y glucosa. Volver a inflar la célula con aminoácidos, cosa que cuando estos estén adentro de la célula se van a dirigir perfectamente hacia la zona que flotan proteínas y donde está esta ruptura (silencio) ... verificar dónde está el agujero

46. MB: ya... entonces la solución de ellos... tome asiento, pasa...por inflar la célula, o sea, asemejaron la célula ¿a qué? Señor.... Disculpa (indica a un alumno con su mano)

47. A7: Astudillo

48. MB: Astudillo... ¿con qué comparamos la célula si ellos la quieren inflar? Con un globo podría ser... ¿con qué otra cosa?

49. A9: pelota

50. MB: con una pelota también podría ser. Claro, ustedes ya lo habían leído ahí... ¿dónde crees tú que está la palabra metabolismo incluida ahí?  
(silencio prolongado)

51. AX: cuando las proteínas se van a la ruptura

52. MB: cuando las proteínas se van a la ruptura. Podría estar ahí la palabra metabolismo, eso dice su compañero. El resto ¿está de acuerdo?

53. Als contestan a coro: siiiiiiiii

54. MB: ya... entonces cuando las proteínas se van a la ruptura, esas proteínas van a hacer algo para salvar la emergencia. (en ese momento se percata del alumno que está jugando con su celular)

55. MB: a ver... ud. tiene su celular prendido. Lo apagas y lo viene a buscar tu apoderado (se lo quita). Estábamos entonces en que cuando las proteínas llegaban a la ruptura estaba el concepto de metabolismo...Cuidado, acá dijimos que cuando se forma algo estábamos hablando de metabolismo, en el segundo caso, cuando va hacia la ruptura estábamos hablando de metabolismo, el tercer grupo, por favor... (señala con la mano a una alumna), la señorita.

56. OI. Se levanta un alumno en lugar de la niña

57. MB: usted con el del celular, traigan su papelógrafo

58. OI. Los alumnos pegan un nuevo papelógrafo

59. MB: lean la solución a sus compañeros

60. A10 (lee): nuestro plan es proporcionar... proporcionar oxígeno la célula para que resista la intervención, agregarle glucosa a la parte donde se encuentra la ruptura para proporcionarle energía. Sacaríamos la parte muerta donde está la ruptura y le agregaríamos aminoácidos para que tenga la fuerza necesaria para regenerarla

61. MB: ¿dónde está la palabra metabolismo ahí?
62. A10: en regenerar
63. MB: ya muy bien
64. A11(lee pero no se entiende bien lo que dice): ...agregar oxígeno y glucosa para que la célula pueda crear su propio pegamento ya que si le agregamos pegamento externo podría ser nocivo para la célula. El pegamento de la célula consistiría en nutrientes, lípidos y otros componentes
65. MB: ¿dónde está incluido el concepto de metabolismo ahí?
66. A11: para que la célula pueda crear su propio pegamento
67. MB: ¿Qué crees tú que le faltó a ese papelógrafo? Como grupo ¿Qué creen uds? No se si hay otro grupo que cree otra cosa (señala a un grupo)
68. A11: más información
69. MB: ¿cómo qué?
70. A1: especificar más las partes de célula
71. MB (repite lo mismo. Agrega): especificar más la acción (Vuelve a preguntar al grupo de origen) ¿qué más?
72. A11: desarrollo
- 73 MB: ¿desarrollo? Ya, desarrollo. Siéntese (nuevamente ruido generalizado)
74. OI. MB pega un nuevo papelógrafo y se acerca adelante un nuevo grupo de alumnos
75. MB: explíquenos, en su plan de acción ¿qué pensaron hacer?
76. A12: inyectar con una micropipeta glucosa y aminoácidos para distribuir entre los aparatos que se encuentran dentro de la célula se regenere la estructura dañada
77. MB: ¿algo que aportar su compañero? ¿qué querías decir tú?
78. OI. Otro alumno lee otro papelógrafo: el plan que tenían ellos era inyectar aminoácidos a la ruptura
- 79.MB: según lo que ellos dicen ahí, ¿con qué van formar el parche?
80. A13: con aminoácidos
81. MB: con aminoácidos van a formar el parche. Uds. creen que... el grupo de uds. (señala a otro alumno) ...c creen que se podría reparar?

82. A11: no

83. MB: ¿y por qué no?

84. A11: porque un parche... un parche se puede despegar de la ruptura (risas)

85. MB: sshhhh, escuchen lo que dice su compañero (al curso), él dice que un parche se puede salir en cualquier minuto. Es un argumento y los argumentos se deben respetar. Silencio... tomen asiento. Nos faltan solamente dos (nueva interrupción y ruido) (Se paran dos nuevos alumnos)

86. MB: sr. Castro lea entonces lo que dice el papelógrafo ¿cómo pensaron ellos que lo iban a poder hacer?

87. A12 (lee): pondrían un microscopio para analizar en que consiste el problema después dice que tienen que aplicarle oxígeno, glucosa y aminoácidos porque dicen que tienen energía las proteínas, luego mezclamos los tres componentes y el cuarto paso es poner la célula dañada en un frasco, inyectarle la mezcla y esperar si se regenera la membrana

88. MB: ¿y quién regeneraría la membrana?

89. A12: la célula

90. MB: Los pasos quedan clarito lo que hay que hacer. ¿Dónde aparece metabolismo ahí?

91. A12: en el cuarto paso (repite la lectura)

92. MB: ya... ¿Henríquez?

93. A13: ya... era mezcla todos los componentes hasta hacer una mezcla homogénea para reparar la ruptura y luego debían esperar hasta regenerar la célula para que no se rompa

94. MB: pero... si ya estaba rota

95. A13 : pero, esperar, esperar para que se regenerara

96. MB: ¿dónde aparece metabolismo ahí?

97. A14: en la regeneración

98. MB: ¿qué entiende por regeneración? El compañero que está ahí...

99. A15: que pueda preparar su propio pegamento para que se repare

100. MB: o sea que tú dices que fabrica algo externo para poder repararlo... ya? Su compañero dice que se autogenera ¿Qué significa autogenerarse?

101. A16: autoconstruirse
102. MB: autoconstruirse, ya tomen asiento
103. MB (despega los papelógrafos mientras aclara): Ahora buscarán las palabras comunes que aparecieron en las exposiciones: regenerar, pegamento, ruptura, célula, capa, (alumnos dicen mezcla, energía, aminoácidos).
104. MB (anota términos en el pizarrón. Finalmente dibuja una célula rota y menciona): En realidad la célula no tiene que fabricar un pegamento sino que tiene que reconstruirse, regenerarse en base a los elementos que tiene, proceso que se lleva a cabo en el citoplasma
105. MB: ¿dónde se realizará este proceso?
106. AX4: en el núcleo
107. MB: el núcleo tiene la información genética para dirigir la síntesis de proteínas pero aclara que la síntesis en sí se lleva a cabo en los ribosomas y que los lípidos se fabrican en el REL, ubicados en el citoplasma.
108. OI. MB insiste en la palabra reconstruir
109. MB: El metabolismo será entonces el conjunto de reacciones químicas, todo lo que ocurre dentro de la célula para mantenerla con vida, de lo contrario, si no es capaz de reparar ese daño moriría
110. MB: anoten en su cuaderno lo que es metabolismo. Les recuerda que la evaluación ya se avecina mientras despega los papelógrafos del pizarrón
111. MB (MB les dicta textual la definición de metabolismo y les recuerda): El metabolismo se lleva a cabo en el citoplasma de cada una de las células y en los organismos unicelulares se realizará en una célula única
112. MB: ¿por qué es importante estudiar el problema de la emergencia celular?
113. Als : para entender, para saber como funciona, sus estructuras, su complejidad
114. Aa1: quedé con dolor de cabeza
115. MB: un par de voluntarios para hacer el aseo de la sala
116. OI. Als piden como recompensa una anotación positiva
117. MB: los felicito por su desempeño y para la próxima clase traigan leída y comprendida la página 40 de su libro

Fin de la clase

### TRANSCRIPCIÓN OBSERVACIÓN DE CLASE

Nº de clase	<b>3</b>	Fecha de realización	<b>24 de junio de 2008</b>
Codificación	<b>OC01CS</b>	Profesora	<b>Carol (CS)</b>
Nivel	<b>Primer año medio</b>	Dependencia del colegio	<b>Municipalizado</b>

#### COMIENZO DE LA GRABACIÓN

1. OI. Filmación se inicia cuando la profesora ya está en la sala y los alumnos están conversando
2. OI. se para adelante y en silencio los mira. Comienza a pedir cuadernos a cada uno de los alumnos y estos comienzan a sacar sus útiles de trabajo y a callarse rápidamente
3. CS (solicita silencio y les dice) todo lo que han estado haciendo las últimas clases es materia, es una manera distinta a los métodos tradicionales de pasar materia copiando pasivamente
4. CS: los felicito por su manera de trabajar y este es un método diferente pero ustedes están haciendo ciencia, de una manera distinta y más participativa donde uds. mismos están construyendo conocimiento en torno a una definición de metabolismo
5. CS: armen los mismos grupos de trabajo de la semana pasada, ocupen todos los espacios de la sala y pueden abrir los papelógrafos que ya habían realizado por si quieren agregarle algo más, luego le daré las instrucciones de la segunda parte que van a hacer
6. OI: A os se organizan en grupos de trabajo y pegan los papelógrafos en distan partes de la sala
7. CS: manténganse en silencio para escuchar las instrucciones, elijan a una alumna como secretaria para que les entregue un número el cual lo anotarán en el papelógrafo correspondiente a su grupo y luego, al azar, les pediré que se intercambien los distintos números que en definitiva corresponden a distintos papelógrafos para que se expliquen mutuamente lo que han escrito, (lo contextualiza con un ejemplo y les pide que tomen apuntes e intercambien ideas .Ejemplifica cada instrucción)
8. CS. una vez que hallan discutido les daré las instrucciones para realizar la parte siguiente
9. OI: Als se organizan siguiendo las instrucciones y Pa supervisa el trabajo desplazándose por toda la sala (la clase es bastante dinámica, los als. se paran y conversan pero siempre manteniendo un orden)

10. OI. A os van intercambiando ideas y comentarios entre un grupo y otro, siempre supervisados y guiados por la profesora Después de un tiempo de intercambiar opiniones, realizar sugerencias,
11. CS: (es entrega una nueva cartulina y les dice) transcriban ahí un concepto de metabolismo pero en relación a lo que estuvieron anotando en los papelógrafos anteriores
12. OI: Als realizan lo solicitado
13. OI: CS acompaña, interactúa y dirige en todo momento a los distintos grupos de trabajo
14. OI: Als pegan sacan los antiguos papelógrafos y los reemplazan por los nuevos
15. CS: dos representantes de cada grupo para que los expongan
16. A1 (lee lo escrito) ¿qué entiendes por metabolismo? Sin el metabolismo la célula moriría
17. CS: levante y muestre su papelógrafo a todo el curso
18. CS: (Pa comenta) es muy interesante lo que plantearon
19. A1 (vuelve a repetir su afirmación) sin el metabolismo la célula moriría, el conjunto de reacciones químicas que ocurre dentro de la célula, el metabolismo transforma las proteínas de los alimentos y el metabolismo nos ayuda al buen funcionamiento del cuerpo
20. CS: otro grupo que exponga
21. A2 (lee) por lo que aprendimos, el metabolismo son todas las reacciones que ocurren dentro de una célula, como por ejemplo, la célula convierte la glucosa en energía produciendo las demás reacciones químicas, dentro de la célula, permite la respiración celular
22. CS: otro grupo que lea su respuesta
23. A3: el metabolismo, según lo que hemos visto, son las reacciones físicas y químicas. En el caso de la ruptura celular es física porque se rompen los fosfolípidos y se produce una reacción en cadena que rompe la proteína y esto conlleva a la destrucción total de la membrana, y es químico porque la glucosa la célula la convierte en energía y el oxígeno es el elemento primordial para ello, los lípidos muy proteínas como parte del citoesqueleto
24. CS: ya... tome asiento. Catalina.... (señala a una alumna de otro grupo)
25. Catalina (lee): el metabolismo es el conjunto de procesos físicos y químicos que ocurren dentro de una célula. Estos procesos interrelacionados relacionados son la base molecular de la vida (no se escucha claramente lo que dice)

26. OI: vuelve a leer toda la definición y luego la explica con sus palabras:
27. Catalina: o sea que el metabolismo se produce dentro de la célula y que sirve para que la célula se reproduzca, crezca y se desarrolle, y mantener su estructura y regenere estímulos. El metabolismo se divide en dos procesos: el catabolismo y el anabolismo. Las reacciones catabólicas liberan energía y las anabólicas utilizan esta energía para descomponer enlaces químicos y reconstruir... (no se escucha) y estos dos procesos se necesitan mutuamente para poder (no se entiende lo que dice)
28. CS: está bastante completa la definición. Ya se han visto bastantes definiciones
29. CS: (se dirige al mismo grupo que acaba de leer y pregunta) dentro de la reparación que hicieron de la membrana ¿cuál sería el catabolismo?
30. AX: (grita) hasta ahí llegaron
31. OI: Als se sientan
32. CS: otro grupo que pase adelante, expliquen las respuestas a la pregunta que acabamos de hacer
33. OI. El A3 comienza a leer definiciones relacionadas con el cata y el anabolismo pero lee tan despacio que no se alcanza a escuchar lo que dice por lo que resulta imposible de transcribir. Se alcanza a escuchar algo en relación al balance de calorías y en como reacciona el organismo si este metabolismo es rápido y lento
34. CS: ¿cómo es rápido y lento?
35. OI: A3 calla y mira a su grupo solicitando ayuda con un gesto (risas)
36. CS: tome asiento, después llegarán a una respuesta
37. CS: otro alumno que lea. Ud. pero... sáquese el gorro
38. A4 (levanta su papelógrafo y dice) metabolismo es el conjunto de reacciones químicas que se produce dentro de un organismo, ayuda al organismo a sanar heridas, reparar tejidos, etc. Y sin el metabolismo la célula y el organismo morirían
39. CS: otro alumno que lea. Un minuto...
40. A5 (lee pero no se escucha claramente lo que dice, sólo se alcanza a detectar la frase) para realizar trabajo

41. CS (explica) en cada una de las puestas en común hay elementos que se repiten, entonces, en el trabajo de reparación de la membrana, en el interior de la célula ¿están hablando de metabolismo?
42. AOS (responden a coro) sssiiiiiiiiiiii
43. CS: ¿por qué?
44. Ax: (responde) porque la célula tomó la glucosa como energía
45. CS: en relación a todas las puestas en común ¿cómo podrían hacer una definición única de metabolismo?
46. Als (responden) conjunto de reacciones
47. CS: : conjunto de procesos químicos, conjunto de reacciones químicas, y ¿qué evitaron uds. dentro de los papelógrafos? Que la célula muriera, repararon algo, en este caso la membrana ¿qué es lo que tuvieron que hacer?
48. Als (contestan simultáneamente) los aminoácidos
49. CS: los aminoácidos ¿para que sirven?
50. Jacqueline : para generar las proteínas que forman parte de la membrana
51. CS. : si yo uno un conjunto de aminoácidos voy a obtener una proteína, ese tipo de reacciones químicas, según lo que dijo la Srta. Jaque aquí, ¿sería el catabolismo o el anabolismo?
52. Jacqueline: catabolismo
53. CS: fíjense que catabolismo es la degradación de moléculas y ¿anabolismo? (desenrolla un nuevo papelógrafo)
54. CS: (lee definición de metabolismo) Es el conjunto de reacciones químicas que ocurren dentro de la célula y que conducen a la transformación de energía, la reproducción celular y a la mantención de su identidad.
55. CS: (continúa leyendo y recalando) el metabolismo es vital para la célula y que está mediado por catalizadores celulares llamados enzimas
56. CS: : Ustedes fueron como las enzimas que permitieron que la membrana se regenerara y que dentro del metabolismo existen dos procesos: el catabolismo y el anabolismo (se detiene la filmación)
57. OI. La cámara muestra en detalle cada uno de los papelógrafos pegados en la pared, no hay sonido, sólo se muestran las imágenes de lo escrito en los papelógrafos

Fin de la clase

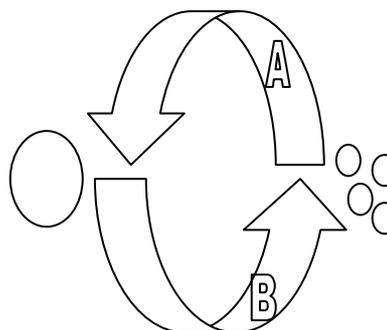
## ANEXO VI FICHAS DE TRABAJO

Se les entrega a los estudiantes una guía de actividades con la siguiente estructura:

I. Defina operacionalmente:

- a) Metabolismo
- b) Energía química
- c) Nutriente

II. A partir del siguiente esquema, que representa el metabolismo, indica:



**A** corresponde: \_\_\_\_\_

**B** corresponde: \_\_\_\_\_

III. A partir de un mapa conceptual relacione los siguientes conceptos: **metabolismo, anabolismo, catabolismo, nutriente, energía, carbohidratos, proteína.**

<b>Número de la ficha</b>	1
<b>Descripción de la ficha</b>	<p>Propone actividades que se enmarcan en un plano instrumental operativo.</p> <p>Solicita a los estudiantes definiciones operacionales de metabolismo, energía química y nutriente. Se representa con una imagen la noción operacional de catabolismo y anabolismo. Finalmente se solicita un mapa conceptual con los conceptos que se han definido.</p>

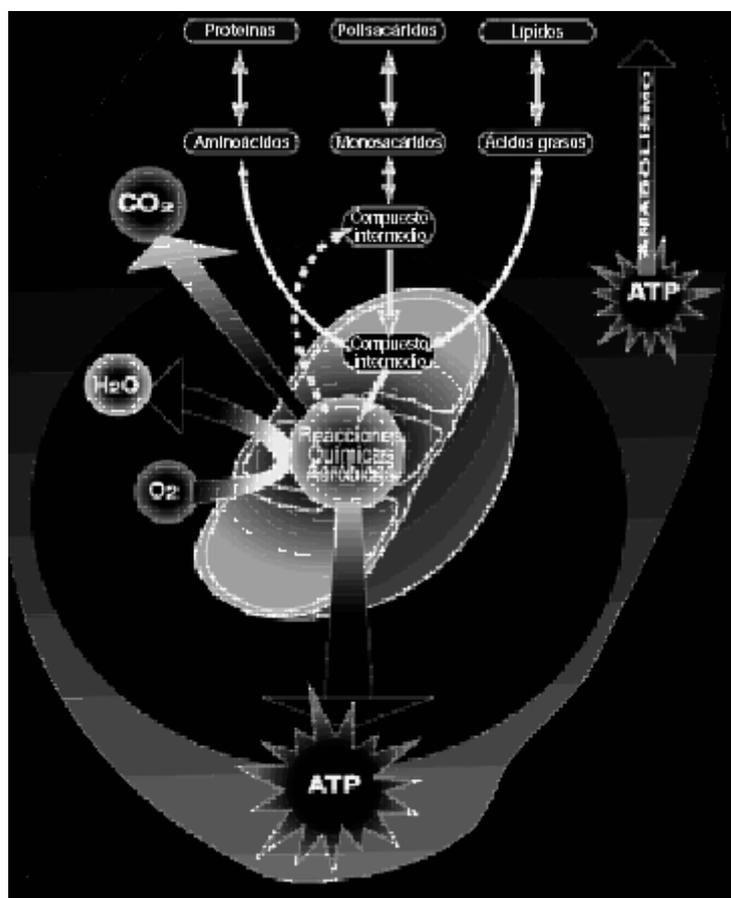
Se les entrega a los estudiantes la siguiente metáfora:

*“Si en la casa algo falta, esta no funciona bien”.*

Después de leer y analizar la metáfora, los estudiantes:

- a) Listan “elementos” que representan los posibles responsables, de que la casa no funcione bien.
- b) Se pide que describan la situación puntual, que “muestre” cuando la casa no funciona bien.
- c) Se pide a los estudiantes describir (narración) una situación similar a la propuesta para la casa, pero que ocurra en la célula.

<b>Número de la ficha</b>	2
<b>Descripción de la ficha</b>	Se presenta una consigna bajo la denominación de “metáfora”: “Si en la casa algo falta, esta no funciona bien”. Se solicita identificar elementos vinculados con el buen funcionamiento de la casa y proponer situaciones problemáticas. Finalmente, establecer una comparación entre la casa y la célula, usando la misma consigna (actividad que surge desde los modelos didácticos analógicos).



El profesor explica con sus palabras este esquema sobre metabolismo celular, con el objetivo de dejar claro la noción de metabolismo, que incluye catabolismo (ruptura con liberación de energía) y anabolismo (construcción con utilización de energía). A partir de esto se consolida el tema de metabolismo discutido en clases

<b>Número de la ficha</b>	3
<b>Descripción de la ficha</b>	Se muestra un esquema de una célula, con una mitocondria central. En el esquema se muestra un esquema que resume el metabolismo intermedio. Se muestran grafismos que apuntan a distintas moléculas. La ficha dice que el profesor explica el esquema con sus palabras, con el propósito de dejar claro la noción de metabolismo. La propuesta es extraída de los planes y programas vigentes.

Se les propone a los estudiantes la siguiente situación: un diálogo entre Él y un extraterrestre.

“...llega un extraterrestre a la Tierra y trae un lista con “cosas” que existen en la Tierra. El desea saber cuál de esas “cosas” tienen metabolismo. Entre la lista se encuentra: musgo, hormiga, hongo del pan, automóvil... Te Pregunta cuál o cuáles tiene Metabolismo.

a. ¿Qué dirías? ¿Por qué?

Cómo podrías demostrar experimentalmente, al extraterrestre, que lo que tú dices es correcto. Justifica

<b>Número de la ficha</b>	4
<b>Descripción de la ficha</b>	Propone un diálogo entre un extraterrestre y Él. La ficha describe la situación, en la que el ET muestra al joven musgo, pan, un auto, un clavo, luego de eso, el ET pregunta ¿Qué de estas cosas tiene metabolismo? ¿Qué dirías? ¿Cómo puedes demostrar al ET que lo dices es correcto?

Tabla 5  
**Consumo de energía aproximado de un adolescente de 15 años en distintos niveles de actividad física**

Tipo de actividad	Gasto de energía (kilocalorías/hora)
Dormir	60
Aseo personal, escribir, estar sentado o conversar	120
Caminar lento	167
Jardinear	335
Ciclismo	431
Albanilería	455
Fútbol	478
Cortar leña	598
Baloncesto	670

Con los datos entregados en la tabla, los estudiantes deberán calcular el gasto energético en kilocalorías diarias de un individuo en base a una pauta de distribución horaria de estas actividades

<b>Número de la ficha</b>	5
<b>Descripción de la ficha</b>	Muestra una tabla con distintas actividades físicas y el gasto de energía que cada una de ellas demanda. Los estudiantes deben calcular el gasto energético en kilocalorías.

Se les entrega a los estudiantes una lectura que trata sobre el metabolismo y algunas enfermedades asociadas a él. A partir de la lectura, los estudiantes deben:

- a) Extraer tres ideas principales sobre el tema leído.
- b) Realizar un cuadro comparativo entre catabolismo y anabolismo.
- c) Mencionar tres enfermedades metabólicas y caracterizar cada una de ellas.
- d) Finalmente realizar un esquema que resuma el texto leído.

<b>Número de la ficha</b>	6
<b>Descripción de la ficha</b>	Sostiene que a partir de una lectura sobre el metabolismo, el estudiante debe abordar las siguientes tareas: extraer tres ideas principales sobre el tema; realizar un cuadro comparativo entre catabolismo y anabolismo; mencionar tres enfermedades metabólicas y caracterizar cada una de ellas y Finalmente realizar un esquema que resuma el texto leído.