



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
FACULTAD DE EDUCACIÓN
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

**CONCEPCIONES DEL PROFESORADO Y PROMOCIÓN DE LA
EXPLICACIÓN CIENTÍFICA EN LA ACTIVIDAD QUÍMICA ESCOLAR.
Aportes de un modelo de intervención desde la Historia de la Ciencia para la
enseñanza de la Electroquímica.**

POR

JOHANNA PATRICIA CAMACHO GONZÁLEZ

Tesis presentada a la Facultad de Educación de la
Pontificia Universidad Católica de Chile para optar al
grado académico de Doctora en Ciencias de la Educación

Director de Tesis: Dr. Mario Quintanilla Gatica
Pontificia Universidad Católica de Chile

Comisión Evaluadora: Dra. Mercè Izquierdo Aymerich
Universitat Autònoma de Barcelona

Dra. Núria Solsona i Pairó
Universitat Autònoma de Barcelona

Dr. Alberto Labarrere Sarduy
Universidad Santo Tomás

20 de Julio, 2010

Santiago, Chile

AUTORIZACIÓN PARA LA REPRODUCCIÓN DE LA TESIS

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica que acredita el trabajo y a su autora.

FECHA: 20 de Julio de 2010

FIRMA

jpcamach@uc.cl

E-MAIL

© 2010, Johanna Patricia Camacho González.

Se autoriza la reproducción total o parcial de este trabajo con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, debe incluir la cita bibliográfica que acredita el trabajo y su autora.

Esta Tesis Doctoral contó con el Apoyo Financiero de:



**Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología
CONICYT**

Beca Nacional de Doctorado.

Beca Pasantía en el Extranjero: 28070006

Beca Asistencia a Eventos en el Extranjero: 29090052

Beca Término de Tesis: 23100171



VICERRECTORÍA ADIUNTA DE
INVESTIGACIÓN Y DOCTORADO

**Vicerrectoría Adjunta de Investigación y Doctorado
VRAID**

Beca Cotutela en el Extranjero.



FONDECYT 1070795 - FONDECYT 1095149

Y el Patrocinio Institucional de:



Pontificia Universidad Católica de Chile

UAB
Universitat Autònoma de Barcelona

Universitat Autònoma de Barcelona

*“Nosotros, docentes de química, nos hemos convertido en maestros de la historia
de la química... pero qué tipo de historia que enseñamos”
(Chamizo, 2005)*

*A mis maestros y amigos
Rómulo Gallego Badillo y Royman Pérez Miranda*

AGRADECIMIENTOS

En estos cuatro años he crecido tanto académica como personalmente. Esto es algo que he logrado con la ayuda de muchas personas quienes me acogieron y acompañaron en el sur del mundo, con quienes compartí en el mediterráneo y quienes estuvieron apoyándome desde casa. A todos ellos y ellas hoy expreso mi agradecimiento.

Al Doctor Mario Quintanilla, quien me brindo la oportunidad de ingresar a su Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales GRECIA, discutiendo y dirigiendo todas las ideas y problemas que surgieron en estos cuatro años, donde siempre tuvo la disposición, el tiempo, los consejos, experiencias, proyecciones y determinación para poder llevar a buen término esta tesis Doctoral.

También doy las gracias por todo el apoyo, sugerencias, discusiones, desafíos y polémicas que propuso cada integrante de la comisión evaluadora. A la Dra. Mercè Izquierdo, por acogerme como una tesista más durante mi estancia en la Universitat Autònoma de Barcelona y especialmente, por 'presentarme' a Jane Marcet quien en buena parte inspiro este trabajo. A la Dra. Núria Solsona por sus oportunos y pertinente consejos en Barcelona y on line sobre mis inquietudes, preocupaciones y angustias. Al Dr. Alberto Labarrere, quien con sus valiosos y desafiantes aportes me conllevó a comprender la complejidad de las competencias de *pensamiento* científico.

Es realmente un orgullo para mí haber tenido el privilegio de trabajar con un director de tesis y una comisión evaluadora de gran trayectoria, quienes me enseñaron lo humano, racional moderado y naturalista pragmático de la actividad científica.

Expreso mi gratitud además a los profesores Agustí Nieto Galán, Peré Grapí y José Ramón Bertomeu del Centre d'Història de la Ciència (CEHIC) de la Universitat Autònoma de Barcelona, con quienes compartí un semestre trabajando rigurosamente la historiografía de las ciencias. Así como a los integrantes de la Red Iberoamericana de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales, gracias a sus sugerencias y comentarios durante todas las instancias posibles, un especial agradecimiento Agustín Adúriz-Bravo, Fanny Angulo, Antonia Candela y Álvaro García.

Esta investigación no habría sido posible sin la colaboración de dos grandes docentes de química, interesados por mejorar su práctica profesional, quienes confiaron en mí para ayudar con un granito de arena, a ellos expreso mis más sinceros agradecimientos por permitirme acompañarlos intensamente durante un semestre de trabajo.

También quiero agradecer profundamente a todos los integrantes del Grupo GRECIA y compañeros de Doctorado con quienes compartí muchas experiencias a lo largo de estos cuatro años, en especial a Eduardo Ravanal, Carol Joglar, Roxana Jara y Roberto Vidal, por compartir no sólo como colegas sino también como amigos y amigas.

A mis compañeros y compañeras de la saleta del Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals José Omar, Natasha, Carla, Carlos, Cristián, Ainoa, Horacio, Miguel Angel, quienes me hicieron sentir como si estuviera en casa.

A mis amigos y amigas de la Comunidad de Hermanos Sin Fronteras de la Villa de Santa Helena, por la cadena de oración en cada nuevo paso de la tesis, un agradecimiento especial a mis amigas mexicanas Maru y Leda, a mi amigo tico Pablo, a mis amigos guatemaltecos Silvia y familia, a mi gran amiga de Perú Flor, a mi amigo boliviano Walter, a mis compatriotas Karen, Lucía y Nidia y en especial a Juan y Norma.

Finalmente, a mi familia en Bogotá quienes desde la distancia siempre estuvieron apoyándome durante todo este período.

Y muy especialmente a la persona con quien he empezado a formar mi propia familia.

ÍNDICE

	Pág.
ÍNDICE	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xix
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	1
ABSTRACT	5
INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO 1. CONTEXTUALIZACIÓN Y PROBLEMATIZACIÓN	15
1.1. DEFINICIÓN DEL CAMPO PROBLEMÁTICO	17
1.1.1 Propósitos de la Educación Química	17
1.1.2 Enseñanza y Aprendizaje de la química, una situación en crisis	19
1.1.3 Historia de la Ciencia en la Actividad Científica Escolar	27
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	34
1.2.1 Preguntas de Investigación	35
1.3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	36
1.3.1. Objetivos General	36
1.3.2. Objetivos Específicos	36

		Pág.
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO		37
2.1	LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA COMO ACTIVIDAD HUMANA	39
2.1.1	Visión Naturalista Pragmática de la Ciencia	39
2.1.2	Cambio Conceptual en Ciencias desde el Racionalismo Moderado	46
2.2	LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA (QUÍMICA) ESCOLAR	52
2.2.1	Características y fines de la actividad científica (química) escolar	52
2.2.2	La Ciencia (Química) Escolar y el Modelo Cognitivo de la Ciencia	57
2.3	FORMACIÓN CONTINUA DEL PROFESORADO DE QUÍMICA	61
2.3.1	Retos y Desafíos de la Formación de Profesorado de Ciencias	61
2.3.2	Concepciones del Profesorado de Ciencias	63
2.3.3	Modelos de Intervención en la Formación Profesional Docente	65
2.4	COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO (CPC) EN LA QUÍMICA ESCOLAR	69
2.4.1	¿Qué son las Competencias de Pensamiento Científico?	69
2.4.2	Competencias de Pensamiento Científico. Un enfoque Cognoscitivo	72
2.4.3	Competencias de Pensamiento Científico en la Actividad Química Escolar	73
2.4.4	La explicación Científica. Una Competencia de Pensamiento Científico	78
2.5	LA HISTORIA Y EPISTEMOLOGÍA DE LA CIENCIA (HC). UNA PERSPECTIVA PARA LA QUÍMICA ESCOLAR	82
2.5.1	Historia de la Ciencia y Epistemología de la Ciencia como metaciencias	82
2.5.2.	Historia de la Ciencia y Epistemología de la Ciencia en la Actividad Química Escolar	84
2.6.	ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA TEORÍA ELECTROQUÍMICA	88
2.6.1	Tendencias y obstáculos en la enseñanza-aprendizaje de la Teoría Electroquímica	88
2.6.2	Acerca de la evolución histórica de la Teoría Electroquímica	90
2.6.2.1	Una visión historiográfica de Jane Marcet y <i>Conversations on Chemistry</i> en el S.XIX	92
2.6.2.2	Una visión Didáctica de Jane Marcet y <i>Conversations on Chemistry</i> en el S.XIX	120
2.6.3	Propuesta desde la Historia de la Ciencia para la enseñanza de la electroquímica	125

	Pág.
CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO	131
3.1. FUNDAMENTACIÓN EPISTEMOLÓGICA LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	133
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	136
3.2.1 Estudio de Casos Colectivo Longitudinal	136
3.2.1.1 Participantes del Estudio	138
▪ <i>El caso de Emilio</i>	141
▪ <i>El caso de Caroline</i>	142
3.2.2 Fases de Desarrollo de la Investigación	143
3.2.2.1 Fase I. Diagnóstico	143
3.2.2.2 Fase II. Fundamentación Teórica	147
3.2.2.3 Fase III. Diseño Didáctico de una Unidad Didáctica	148
3.2.2.4 Fase IV. Implementación y Evaluación	151
3.3 ESTRATEGIAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	151
3.3.1 Cuestionarios	152
3.3.1.1 Cuestionario Tipo Likert, FONDECYT 1070795 (C07)	152
3.3.1.2 Cuestionario Semiestructurado (C08)	156
3.3.1.3 Cuestionario Tipo Likert (C09)	156
3.3.2 Talleres de Formación Docente (TRD)	159
3.3.3 Observación de Clases (OBSC)	162
3.3.4 Videgrabaciones y transcripciones	163
3.4. PLAN DE ANÁLISIS DE DATOS	164
3.4.1 Preparación y Selección del Corpus de Datos	165
3.4.2 Reducción y Análisis de Datos	166
3.4.2.1 Codificación de las Unidades de análisis	167
3.4.2.2 Categorización de las Unidades de análisis	169
3.4.3 Síntesis e Interpretación Final de los Datos	170
3.5 TRIANGULACIÓN METODOLÓGICA	175
3.6. CRITERIOS DE RIGOR CIENTÍFICO	175
3.6.1 Validez	176
3.6.2 Fiabilidad	177

		Pág.
	CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	179
4.1	PREPARACIÓN Y SELECCIÓN DEL CORPUS DE DATOS	183
4.2	REDUCCIÓN DE DATOS	183
4.2.1	Codificación de los Datos	185
4.2.2	Categorización de los Datos	189
4.2.2.1	Naturaleza de la Ciencia	189
4.2.2.2	Historia de la Ciencia	190
4.2.2.3	Competencias de Pensamiento Científico	192
4.3.	INTERPRETACIÓN Y CONCEPTUALIZACIÓN	195
4.3.1	Acerca de las Concepciones del Profesorado de Química sobre Naturaleza de La Ciencia	198
4.3.1.1	Resultados y Análisis de los 32 Docentes de Química acerca de la Naturaleza de la Ciencia	198
4.3.1.2	Resultados y Análisis del Estudio de Caso Caroline acerca de la Naturaleza de la Ciencia	206
4.3.1.2.1	Perfil Conceptual sobre Naturaleza de la Ciencia de Caroline en la Fase de Diagnóstico	205
4.3.1.2.2	Perfil Conceptual sobre Naturaleza de la Ciencia de Caroline en la Fase de Fundamentación Teórica	208
4.3.1.2.3	Perfil Conceptual sobre Naturaleza de la Ciencia de Caroline en la Fase de Diseño de unidad Didáctica	213
4.3.1.2.4	Perfil Conceptual sobre Naturaleza de la Ciencia de Caroline en la Fase de Implementación y evaluación	214
4.3.1.3	Resultados y Análisis del Estudio de Caso Emilio acerca de la Naturaleza de la Ciencia	220
4.3.1.3.1	Perfil Conceptual sobre Naturaleza de la Ciencia de Emilio en la Fase de Diagnóstico	220
4.3.1.3.2	Perfil Conceptual sobre Naturaleza de la Ciencia de Emilio en la Fase de Fundamentación Teórica	223
4.3.1.3.3	Perfil Conceptual sobre Naturaleza de la Ciencia de Emilio en la Fase de Diseño de una Unidad Didáctica	229

4.3.1.3.4	Perfil Conceptual sobre Naturaleza de la Ciencia de Emilio en la Fase de Implementación y Evaluación	233
4.3.2	Acerca de las Concepciones del Profesorado de Química sobre Historia de La Ciencia	237
4.3.2.1	Resultados y Análisis de los 32 Docentes de Química sobre Historia de la Ciencia	237
4.3.2.2	Resultados y Análisis del Estudio de Caso Caroline acerca de la Historia de la Ciencia	248
4.3.2.2.1	Perfil Conceptual sobre Historia de la Ciencia de Caroline en la Fase de Diagnóstico	248
4.3.2.2.2	Perfil Conceptual sobre Historia de la Ciencia de Caroline en la Fase de Fundamentación Teórica	252
4.3.2.2.3	Perfil Conceptual sobre Historia de la Ciencia de Caroline en la Fase de Diseño de unidad Didáctica	258
4.3.2.2.4	Perfil Conceptual sobre Historia de la Ciencia de Caroline en la Fase de Implementación y evaluación	264
4.3.2.3	Resultados y Análisis del Estudio de Caso Emilio acerca de la Historia de la Ciencia	272
4.3.2.3.1	Perfil Conceptual sobre Historia de la Ciencia de Emilio en la Fase de Diagnóstico	272
4.3.2.3.2	Perfil Conceptual sobre Historia de la Ciencia de Emilio en la Fase de Fundamentación Teórica	276
4.3.2.3.3	Perfil Conceptual sobre Historia de la Ciencia de Emilio en la Fase de Diseño de una Unidad Didáctica	282
4.3.2.3.4	Perfil Conceptual sobre Historia de la Ciencia de Emilio en la Fase de Implementación y Evaluación	285
4.3.3	Acerca de las Concepciones del Profesorado de Química sobre las Competencias de Pensamiento Científico	291
4.3.3.1	Resultados y análisis de los 32 Docentes de Química sobre las competencias de pensamiento científico	291
4.3.3.2	Resultados y Análisis del Estudio de Caso Caroline acerca de la Explicación	299

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

Científica	
4.3.3.2.1 Perfil Conceptual sobre la Explicación Científica de Caroline en la Fase de Diagnóstico	299
4.3.3.2.2 Perfil Conceptual sobre la Explicación Científica de Caroline en la Fase de Fundamentación Teórica	300
4.3.3.2.3 Perfil Conceptual sobre la Explicación Científica de Caroline en la Fase de diseño de una Unidad Didáctica	301
4.3.3.2.4 Perfil Conceptual sobre la Explicación Científica de Caroline en la Fase de Implementación y evaluación	304
4.3.3.3 Resultados y Análisis del Estudio de Caso Emilio acerca de la Explicación Científica	311
4.3.3.3.1 Perfil Conceptual sobre la Explicación Científica de Emilio en la Fase de Diagnóstico	311
4.3.3.3.2 Perfil Conceptual sobre la Explicación Científica de Emilio en la Fase de Fundamentación Teórica	312
4.3.3.3.3 Perfil Conceptual sobre la Explicación Científica de Emilio en la Fase de diseño de una Unidad Didáctica	314
4.3.3.3.4 Perfil Conceptual sobre la Explicación Científica de Emilio en la Fase de Implementación y evaluación	316
4.3.4 Acerca del cambio conceptual en las Concepciones del Profesorado de Química sobre Naturaleza de la Ciencia	328
4.3.4.1 Resultados y Análisis del Estudio de Caso Caroline	328
4.3.4.2 Resultados y Análisis del Estudio de Caso Emilio	331
4.3.4.3 Resultados y Análisis del Estudio de Casos	334
4.3.5 Acerca del cambio conceptual en las Concepciones del Profesorado de Química sobre Historia de la Ciencia	336
4.3.5.1 Resultados y Análisis del Estudio de Caso Caroline	336
4.3.5.2 Resultados y Análisis del Estudio de Caso Emilio	339
4.3.5.3 Resultados y Análisis del Estudio de Casos	341
4.3.6 Acerca del cambio en las Concepciones del Profesorado de Química sobre la explicación científica	344
4.3.6.1 Resultados y Análisis del Estudio de Caso Caroline	344
4.3.6.2 Resultados y Análisis del Estudio de Caso Emilio	347
4.3.6.3 Resultados y Análisis del Estudio de Casos	349
4.3.7 Acerca de cómo el Profesorado de Química promueve y desarrolla la explicación	351

	científica en el aula de química	
4.3.7.1	Resultados y Análisis del Estudio de Caso Caroline	351
4.3.7.2	Resultados y Análisis del Estudio de Caso Emilio	363
4.3.7.3	Resultados y Análisis del Estudio de Casos	374
4.4	EVALUACIÓN GENERAL DE LOS RESULTADOS	379
4.4.1	Del Grupo de Docentes participantes durante la primera fase	379
4.4.2	Del Caso de Caroline	381
4.4.3	Del Caso de Emilio	383
4.4.4	DEL ESTUDIO DE CASOS	384
5.	CONCLUSIONES, HALLAZGOS Y PROYECCIONES DE LA INVESTIGACIÓN	387
5.1	ACERCA DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	389
5.1.1	Con respecto a ¿Cuáles son las concepciones del profesorado de química acerca de la Historia de la Ciencia, Naturaleza de la Ciencia y Competencias de Pensamiento Científico?	390
5.1.1.1	Las concepciones del profesorado de química acerca de la Naturaleza de la Ciencia	390
5.1.1.2	Las concepciones del profesorado de química acerca de la Historia de la Ciencia	394
5.1.1.3	Las concepciones del profesorado de química acerca de la Explicación Científica	396
5.1.2	Con respecto a ¿Cómo estas concepciones cambian a través de un proceso de intervención docente en Historia de la Ciencia?	398
5.1.2.1	El cambio conceptual en las concepciones del profesorado de química acerca de la Naturaleza de la Ciencia	398
5.1.2.2	El cambio conceptual en las concepciones del profesorado de química acerca de la Historia de la Ciencia	400
5.1.2.3	El cambio conceptual en las concepciones del profesorado de química acerca de la Explicación Científica	401
5.1.3	Con respecto a ¿Cómo el profesorado que participa en un modelo de intervención docente que incorpora la Historia de la Ciencia, promueve y desarrolla la explicación científica a través de la enseñanza de la electroquímica?	402
5.1.4	Con respecto al Problema de Investigación sobre ¿Cómo a través de un modelo didáctico de intervención docente que incorpora la Historia de la Ciencia, se puede contribuir al cambio de las concepciones del profesorado de química y a	404
	<i>Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar</i>	

	la promoción y desarrollo de la explicación en la Actividad Química Escolar?	
5.2	ACERCA DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	405
5.2.1	Con respecto al diseño de la investigación	406
5.2.2	Con respecto al plan de análisis	407
5.3.	ALGUNOS PUNTOS A DESTACAR Y PERSPECTIVAS FUTURAS	409
 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		 413
 ANEXOS		
I.	Unidad didáctica. Teoría electroquímica en la educación media. una propuesta didáctica fundamentada en la historia de la ciencia	
II.	Consentimiento informado	
III.	Cuestionario likert (C07)	
IV.	Cuestionario semiestructurado (C08)	
V.	Cuestionario tipo likert (C09)	
VI	Retroalimentación de Taller De Reflexión Docente	
VII	Protocolo de observación	
VIII	Transcripción del TRD02	
IX	Transcripción de la OBSCECD101	
X	Base de datos resultados C07 Base de datos resultados C08	
XI	Transcripciones talleres TRD 1 - 10	
XII	Transcripciones de OBSCECD1 - OBSCECD2	

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
CAPÍTULO 1. CONTEXTUALIZACIÓN Y PROBLEMATIZACIÓN	
Tabla 1.1 Perspectivas para abordar la Historia de la Ciencia en la Educación Científica	28
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	
Tabla 2.1 Características de la Tecnociencia según Echeverría (1999, p.317-319)	43
Tabla 2.2 Algunas propuestas para la enseñanza de conceptos químicos desde la Historia de la Ciencia	87
Tabla 2.3 Índice de contenidos del volumen I la edición inglesa de <i>Conversations on Chemistry</i> (1853)	106
Tabla 2.4 Índice de contenidos del volumen II la edición inglesa de <i>Conversations on Chemistry</i> (1853).	107
Tabla 2.5 Comunicabilidad de la conversación sobre electroquímica	122
Tabla 2.6 Evolución Conceptual de la Teoría Electroquímica entre 1800 a 1853	127
Tabla 2.7 Descripción de las actividades de la Unidad Didáctica de Teoría Electroquímica	128
CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO	
Tabla 3.1 Caracterización de los 32 participantes de la Fase I.	140
Tabla 3.2 Noción teórica de electroquímica para la actividad química escolar	150
Tabla 3.3 Dimensiones del Cuestionario Tipo Likert (C07)	152
Tabla 3.4 Distribución de los 80 ítems según las dimensiones del cuestionario.	153
Tabla 3.5 Enunciados de la dimensión Naturaleza de la Ciencia	154
Tabla 3.6 Enunciados de la dimensión Historia de la Ciencia	155
Tabla 3.7 Enunciados de la dimensión Competencias de Pensamiento Científico.	155
Tabla 3.8 Enunciados para la comprensión conceptual del Cuestionario Tipo Likert 137(C09)	157
Tabla 3.9 Enunciados para la comprensión procedimental del Cuestionario Tipo Likert (C09)	158
Tabla 3.10 Enunciados para la comprensión contextual del Cuestionario Tipo Likert (C09)	158
Tabla 3.11 Notación para la transcripciones	163
Tabla 3.12 Ejemplo del proceso de categorización.	171

	Pág.
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	
Tabla 4.1 Codificación abierta emergente de las unidades de análisis	185
Tabla 4.2 Codificación Axial emergente a partir de la remodificación abierta	188
Tabla 4.3 Matriz de análisis de componentes para la interpretación conceptual de las categorías propuestas	197
Tabla 4.4 Puntaje de las Concepciones de Naturaleza de la Ciencia del Profesorado de Química	199
Tabla 4.5 Enunciado Naturaleza de la Ciencia 7	200
Tabla 4.6 Enunciado Naturaleza de la Ciencia 40	201
Tabla 4.7 Enunciado Naturaleza de la Ciencia 5	202
Tabla 4.8 Enunciado Naturaleza de la Ciencia 22	202
Tabla 4.9 Enunciado Naturaleza de la Ciencia 61	203
Tabla 4.10 Enunciado Naturaleza de la Ciencia 58	203
Tabla 4.11 Enunciado Naturaleza de la Ciencia 27	203
Tabla 4.12 Enunciado Naturaleza de la Ciencia 52	204
Tabla 4.13 Enunciado Naturaleza de la Ciencia 56	204
Tabla 4.14 Enunciado Naturaleza de la Ciencia 66	205
Tabla 4. 15 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Caroline acerca de la Naturaleza de la Ciencia Fase I. Diagnóstico	207
Tabla 4.16 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Caroline acerca de la Naturaleza de la Ciencia Fase II. Fundamentación Teórica	210
Tabla 4.17 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Caroline acerca de la Naturaleza de la Ciencia Fase III. Diseño de una Unidad Didáctica	213
Tabla 4. 18 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Caroline acerca de la Naturaleza de la Ciencia Fase IV. Evaluación e Implementación	216
Tabla 4. 19 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Emilio acerca de la Naturaleza de la Ciencia Fase I. Diagnóstico	221
Tabla 4. 20 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Emilio acerca de la Naturaleza de la Ciencia Fase II. Fundamentación Teórica	224
Tabla 4. 21 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Emilio acerca de la Naturaleza de la Ciencia Fase III. Diseño de una Unidad Didáctica	231
Tabla 4. 22 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Emilio acerca de la Naturaleza de la Ciencia Fase IV. Evaluación e Implementación	234

Tabla 4.23 Puntuación de las Concepciones en Historia de la Ciencia	238
Tabla 4.24. Enunciado Historia de la Ciencia 53	239
Tabla 4.25 Enunciado Historia de la Ciencia 70	240
Tabla 4.26 Enunciado Historia de la Ciencia 55	240
Tabla 4.27 Enunciado Historia de la Ciencia 54	240
Tabla 4.28 Enunciado Historia de la Ciencia 30	241
Tabla 4.29 Enunciado Historia de la Ciencia 14	241
Tabla 4.30 Enunciado Historia de la Ciencia 38	242
Tabla 4.31 Enunciado Historia de la Ciencia 79	242
Tabla 4.32 Enunciado Historia de la Ciencia 68	243
Tabla 4.33 Enunciado Historia de la Ciencia 01	243
Tabla 4.34 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Caroline acerca de la Historia de la Ciencia Fase I. Diagnóstico	249
Tabla 4.35 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Caroline acerca de la Historia de la Ciencia Fase II. Fundamentación Teórica	253
Tabla 4.36 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Caroline acerca de la Historia de la Ciencia Fase III. Diseño de una Unidad Didáctica	259
Tabla 4.37 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Caroline acerca de la Historia de la Ciencia Fase IV. Evaluación e Implementación	265
Tabla 4.38 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Emilio acerca de la Historia de la Ciencia Fase I. Diagnóstico	273
Tabla 4.39 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Emilio acerca de la a de la Historia de la Ciencia Fase II. Fundamentación Teórica	278
Tabla 4.40 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Emilio acerca de la Historia de la Ciencia. Fase III. Diseño de una Unidad Didáctica	283
Tabla 4.41 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Emilio acerca de la Historia de la Ciencia Fase IV. Evaluación e Implementación	287
Tabla 4.42 Puntuación de las Concepciones en Historia de la Ciencia	292
Tabla 4.43 Enunciado Competencia de Pensamiento Científico 34	293
Tabla 4.44 Enunciado Competencia de Pensamiento Científico 47	294
Tabla 4.45 Enunciado Competencia de Pensamiento Científico 41	294
Tabla 4.46 Enunciado Competencia de Pensamiento Científico 25	294
Tabla 4.47 Enunciado Competencia de Pensamiento Científico 74	295
Tabla 4.48 Enunciado Competencia de Pensamiento Científico 04	296
Tabla 4.49 Enunciado Competencia de Pensamiento Científico 13	296
Tabla 4.50 Enunciado Competencia de Pensamiento Científico 26	297
Tabla 4.51 Enunciado Competencia de Pensamiento Científico 80	297
Tabla 4.52 Enunciado Competencia de Pensamiento Científico 32	298

Tabla 4.53 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Caroline acerca de las Competencias de Pensamiento Científico Fase I. Diagnóstico	299
Tabla 4.54 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Caroline acerca de las Competencias de Pensamiento Científico Fase II. Fundamentación Teórica	300
Tabla 4. 55 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Caroline acerca de las Competencias de Pensamiento Científico Fase III. Diseño de una Unidad Didáctica	302
Tabla 4.56 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Caroline acerca de las Competencias de Pensamiento Científico Fase IV. Evaluación e Implementación	305
Tabla 4.57 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Emilio acerca de las Competencias de Pensamiento Científico Fase I. Diagnóstico	311
Tabla 4.58 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Emilio acerca de las Competencias de Pensamiento Científico Fase II. Fundamentación Teórica	312
Tabla 4.59 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Emilio acerca de de las Competencias de Pensamiento Científico Fase III. Diseño de una Unidad Didáctica	315
Tabla 4.60 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Emilio acerca de las Competencias de Pensamiento Científico Fase IV. Evaluación e Implementación	317

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
CAPÍTULO 1. CONTEXTUALIZACIÓN Y PROBLEMATIZACIÓN	
Figura 1.1 Puntaje promedio en la escala general y en las competencias, para Chile y el grupo OCDE.	23
Figura 1.2 Porcentaje de estudiantes chilenos y OCDE en cada nivel de desempeño	24
Figura 1.3 Diferencias de resultados por género en los y las estudiantes de Chile	25
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	
Figura 2.1 Modelos de ciencia según Nussbaum (1989)	42
Figura 2.2 Partes de la actividad científica escolar	56
Figura 2.3 Conocimiento, lenguaje, experiencia, valores y reglas: elementos que se interrelacionan e intervienen en el razonamiento científico.	60
Figura 2.4 Marco de la evaluación de PISA 2006	74
Figura 2.5 La explicación científica como Competencia de Pensamiento Científico	81
Figura 2.6 Portadas de los dos volúmenes de <i>Conversations on Chemistry</i> 1806 (primera edición)	95
Figura 2.7 Portada de los dos volúmenes de la última edición de <i>Conversations on Chemistry</i> en 1853	98
Figura 2.8 Jane Haldimand Marcet	99
Figura 2.9 Fragmento del prefacio de <i>Conversations on Chemistry</i> (1806), primera edición Londres.	102
Figura 2.10 Pila de Volta	108
Figura 2.11 Portada de las ediciones americanas de 1809 y 1841 de <i>Conversations on Chemistry</i> en Estados Unidos.	109
Figura 2.12 La Pila de Volta	113
Figura 2.13 Recreaciones de la conversación XIX de la edición inglesa de 1819.	116
Figura 2.14 Conferencias de Navidad de Michael Faraday en la Royal Institution en Londres (1855)	118
Figura 2.15 Análisis secuencial en <i>Conversation VI. On the chemical decomposition of electricity</i> (1832)	124
Figura 2.16 Secuencia Didáctica en la <i>Conversation VI. On the chemical decomposition of electricity</i> (1832)	124
<i>Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar</i>	

	Pág.
CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO	
Figura 3.1 Fases de Desarrollo de la Investigación	144
Figura 3.2 Estructura del Curso Taller sobre Historia de la Ciencia y Formación Docente	146
Figura 3.3 Momentos de los Talleres de Reflexión Docente	160
Figura 3.4 Secuenciación de la Observación de clases según el ciclo constructivista	162
Figura 3.5 Plan de Análisis de Datos Cualitativos	165
Figura 3.6 Ejemplo de codificación de unidades de análisis	168
Figura 3.7 Ejemplo de Matriz construida en el proceso de síntesis y agrupamiento de datos para el perfil conceptual de Caroline sobre Historia de la Ciencia Fase I.	172
Figura 3.8 Ejemplo de Gráfico construido en el proceso de síntesis y agrupamiento de datos para el análisis secuencial de la clase 4 de Caroline.	173
Figura 3.9 Ejemplo de Gráfico construido para analizar los grados de libertad y los momentos en los que se construía la explicación científica la profesora Caroline en la clase 4	174
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	
Figura 4.1 Constitución del Corpus	184
Figura 4.2 Categorías propuestas para el análisis.	194
Figura 4.3 Resultados de las Concepciones del Profesorado de Química según las visiones Dogmática o Constructivista de la Naturaleza de la Ciencia	198
Figura 4.4 Perfil Conceptual Caroline Naturaleza de la Ciencia Fase I.	202
Figura 4.5 Perfil Conceptual de Caroline sobre Naturaleza de la Ciencia Fase II.	212
Figura 4.6 Perfil Conceptual de Caroline sobre Naturaleza de la Ciencia Fase III	214
Figura 4.7 Perfil Conceptual de Caroline sobre Naturaleza de la Ciencia Fase IV.	220
Figura 4.8 Perfil Conceptual Emilio sobre Naturaleza de la Ciencia Fase I.	222
Figura 4.9 Perfil Conceptual Emilio sobre Naturaleza de la Ciencia Fase II.	229
Figura 4.10 Perfil Conceptual Emilio sobre Naturaleza de la Ciencia Fase III.	233
Figura 4.11 Perfil Conceptual Emilio Naturaleza de la Ciencia Fase IV.	237
Figura 4.12. Resultados de las Concepciones del Profesorado de Química según las visiones Dogmática o Constructivista de la Historia de la Ciencia	238
Figura 4.13 Perfil Conceptual de Caroline sobre Historia de la Ciencia Fase I.	251
Figura 4.14 Perfil Conceptual de Caroline sobre Historia de la Ciencia Fase II.	258
Figura 4.15 Perfil Conceptual de Caroline sobre Historia de la Ciencia Fase III.	263
Figura 4.16 Perfil Conceptual de Caroline sobre Historia de la Ciencia Fase IV.	270
Figura 4.17 Concepciones acerca de la Historia de la Ciencia de la Profesora Caroline	271
Figura 4.18 Perfil Conceptual de Emilio sobre Historia de la Ciencia Fase I.	275
Figura 4.19 Perfil Conceptual de Emilio sobre Historia de la Ciencia Fase II.	281
Figura 4.20 Perfil Conceptual de Emilio sobre Historia de la Ciencia Fase III.	284
Figura 4.21 Perfil Conceptual de Emilio sobre Historia de la Ciencia Fase IV	289
Figura 4.22. Concepciones acerca de la Historia de la Ciencia de la Profesor Emilio	290

Figura 4.23 Resultados de las Concepciones del Profesorado de Química según las visiones Dogmática o Constructivista de las Competencias de Pensamiento Científico	291
Figura 4.24 Perfil Conceptual de Caroline sobre Competencias de Pensamiento Científico Fase I.	300
Figura 4.25 Perfil Conceptual de Caroline sobre Competencias de Pensamiento Científico Fase II.	301
Figura 4.26 Perfil Conceptual de Caroline sobre Competencias de Pensamiento Científico Fase III	303
Figura 4.27 Perfil Conceptual de Caroline sobre Competencias de Pensamiento Científico Fase IV	310
Figura 4.28 Perfil Conceptual de Emilio sobre Competencias de Pensamiento Científico Fase I	312
Figura 4.29 Perfil Conceptual de Emilio sobre Competencias de Pensamiento Científico Fase II	313
Figura 4.30 Perfil Conceptual de Emilio sobre Competencias de Pensamiento Científico Fase III.	316
Figura 4.31 Perfil Conceptual de Emilio sobre Competencias de Pensamiento Científico Fase IV.	327
Figura 4.32 Perfil Conceptual del Estudio de Caso Caroline sobre Naturaleza de la Ciencia	330
Figura 4.33 Perfil Conceptual del Estudio de Caso Emilio sobre Naturaleza de la Ciencia	333
Figura 4.34 Perfil Conceptual del Estudio de Casos sobre Naturaleza de la Ciencia	335
Figura 4.35 Perfil Conceptual del Estudio de Caso Caroline sobre Historia de la Ciencia	338
Figura 4.36 Perfil Conceptual del Estudio de Caso Emilio sobre Historia de la Ciencia	340
Figura 4.37 Perfil Conceptual del Estudio de Casos sobre Historia de la Ciencia	343
Figura 4.38 Perfil Conceptual del Estudio de Caso Caroline sobre Explicación Científica	346
Figura 4.39 Perfil Conceptual del Estudio de Caso Emilio sobre Explicación Científica	348
Figura 4.40 Perfil Conceptual del Estudio de Casos sobre Explicación Científica	350
Figura 4.41 Análisis Secuencial de la Clase 1 de Caroline	352
Figura 4.42 Grados de Libertad en la secuencia explicativa de la Clase 1 de Caroline	353
Figura 4.43 Análisis Secuencial de la Clase 2 de Caroline	354
Figura 4.44 Grados de Libertad en la secuencia explicativa de la Clase 2 de Caroline	356
Figura 4.45 Análisis Secuencial de la Clase 3 de Caroline	357
Figura 4.46 Grados de Libertad en la secuencia explicativa de la Clase 3 de Caroline	358
Figura 4.47 Análisis Secuencial de la Clase 4 de Caroline	359
Figura 4.48 Grados de Libertad en la secuencia explicativa de la Clase 4 de Caroline	360
Figura 4.49 Probabilidad de cada unidad respecto al total de la secuencia en las clases de Caroline	362

Figura 4.50 Análisis Secuencial de la Clase 1 de Emilio	Pág. 363
Figura 4.51 Grados de Libertad en la secuencia explicativa de la Clase 1 de Emilio	365
Figura 4.52 Análisis Secuencial de la Clase 2 de Emilio	366
Figura 4.53 Grados de Libertad en la secuencia explicativa de la Clase 2 de Emilio	367
Figura 4.54 Análisis Secuencial de la Clase 3 de Emilio	367
Figura 4.55 Grados de Libertad en la secuencia explicativa de la Clase 3 de Emilio	368
Figura 4.56 Análisis Secuencial de la Clase 4 de Emilio	369
Figura 4.57 Grados de Libertad en la secuencia explicativa de la Clase 4 de Emilio	371
Figura 4.58 Probabilidad de cada unidad respecto al total de la secuencia en las clases de Emilio	373

RESUMEN

Esta tesis se inscribió en los proyectos FONDECYT 1070795 - FONDECYT 1095194 y tuvo como propósito fundamentalmente comprender cómo a través de un diseño de investigación con base en los procesos de reflexión y actuar docente que incorporaba la Historia de la Ciencia como dimensión meta teórico del diseño, ejecución, evaluación y análisis de la enseñanza de una noción científica específica como la electroquímica, se podía contribuir al cambio de las concepciones del profesorado acerca de la química y su enseñanza, del mismo modo que propiciar competencias de pensamiento científico tales como el desarrollo de la explicación en la actividad química escolar. Para lograr este propósito se optó por una metodología cualitativa, en particular desde una mirada interpretativa comprensiva y transformadora de la realidad.

El Diseño de la investigación fue propuesto en cuatro fases: diagnóstico, fundamentación teórica, diseño didáctico e implementación-evaluación. En la primera fase se contó con la participación de 32 docentes de química, cuyas concepciones evidenciaron la coexistencia de visiones dogmáticas y tradicionales acerca de la Naturaleza e Historia de la Ciencia. Posteriormente, mediante un muestreo teórico, se seleccionaron dos docentes de química quienes constituyeron el estudio de casos con el cual se desarrollaron las tres fases siguientes a través de un modelo de intervención. Los principales hallazgos dejan en evidencia que las concepciones de los docentes en algunos aspectos se movilizaron de un plano instrumental hacia uno social comunicativo, este cambio se identificó claramente en la fase de fundamentación teórica y en la de implementación - evaluación, así se demostró que el generar espacios de reflexión, discusión e intercambio de nociones teóricas entre un colectivo profesional docente, permite promover procesos metacognitivos donde el profesorado es capaz de identificar sus propias concepciones,

orientarlas hacia nuevos propósitos y ponerlas en juego durante su práctica. La promoción de la explicación como competencia de pensamiento científico, desde la historia de la ciencia y, en particular, desde la historia de la electroquímica y su enseñanza supuso un cambio general en la fundamentación didáctica de la práctica docente y abre nuevas perspectivas, interesantes de profundizar para repensar los propósitos de la actividad química escolar en las aulas Chile.

ABSTRACT



This thesis is part of the projects FONDECYT 1070795 and FONDECYT 1095194. The main purpose of it was to understand how teacher' conceptions about chemistry and its teaching change through a research design, based on the processes of thinking and acting of the teachers who incorporated the History of Science, and promoting scientific thinking competences, such as the explanation in the school chemical activity.

We chose a qualitative methodology for this purpose, from an interpretive understanding and transforming vision of reality. The research design was developed through four phases: diagnosis, theoretical foundations, instructional design and implementation-evaluation. The first phase included the participation of 32 teachers of chemistry, whose conceptions showed the coexistence of traditional and dogmatic views about Nature and History of Science. Subsequently, two chemistry teachers was selected through a theoretical sampling, who formed the case study which developed the following three phases through a model of intervention.

The main findings widely proved that these teacher' conceptions changed, in some ways, from an instrumental level to a social communication one. This change was clearly identified in the theoretical foundation and implementation-evaluation phases, so we showed that creating spaces for reflection, discussion and exchange of theoretical ideas among a group of teaching professionals, promote metacognitive processes where teachers can identify their own views, directing them to new purposes and putting them into play during their practice. The promotion of the science explanation, as competence of scientific thinking from the history of science and in particular, from the history of electrochemistry and its teaching, promotes a general change

in the educational foundations of teaching practice and opens new interesting perspectives to rethink the purposes of the school chemistry activity in classrooms in Chile.

INTRODUCCIÓN

Esta Tesis para optar al Título de Doctora en Ciencias de la Educación titulada *Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la Actividad Química Escolar. Aportes de un modelo de intervención desde la Historia de la Ciencia para la enseñanza de la Electroquímica*, se inscribe en el área de Investigación Didáctica y Construcción del conocimiento disciplinar en la escuela y en Línea de Investigación, Epistemología, Historia de la Ciencia y Formación Docente.

La incorporación de la química en los niveles escolares de enseñanza básica y media tiene la finalidad de proporcionar a los futuros ciudadanos adultos y futuras ciudadanas adultas las herramientas básicas, para que sean capaces de entender la realidad que les rodea y puedan comprender el papel de la ciencia en nuestra sociedad y contribuir de alguna manera a transformarla (Barber & Mourshed 2007). Sin embargo, en los últimos años se ha evidenciado que la enseñanza de la química atraviesa por un momento de crisis que se caracteriza según Izquierdo (2004) por la enseñanza desde una perspectiva demasiado dogmática, alejada de las finalidades y valores de los estudiantes y en segundo lugar, que quizás sólo se ha visto desde la perspectiva de la enseñanza de ideas teóricas sin explicar suficientemente a qué tipo de intervención se refieren, por lo que la práctica se convierte para el estudiantado en un ejercicio irracional conectando conocimientos que no son comprendidos ni útiles. Esta crisis, también queda en evidencia además en los bajos desempeños de los estudiantes en pruebas internacionales como PISA 2006.

En vista de la situación anterior y a la luz de las nuevas tendencias de investigación en el campo de la Didáctica de las Ciencias Experimentales, que incorporan la Historia de la Ciencia como una componente metateórico que puede contribuir a mejorarla, se presenta a continuación esta Tesis Doctoral cuyo objeto de investigación fue definido bajo el siguiente interrogante: *¿Cómo a través de un modelo didáctico de intervención docente que incorpora la Historia de la Ciencia, se puede contribuir al cambio en las concepciones del profesorado de química y a la promoción y desarrollo de la explicación en la actividad química escolar?*

Para abordar dicha problemática el siguiente informe se organizó en cinco capítulos, los cuales se describen a continuación.

En primer lugar, en el Capítulo 1, se describen algunos antecedentes teóricos y empíricos que permiten contextualizar y formular el problema de investigación. Posteriormente, se señalan las preguntas de investigación, así como los objetivos generales y específicos de esta.

En el Marco Teórico del Capítulo 2, se fundamenta la postura epistemológica de la Tesis desde una visión *racionalista moderada y naturalista pragmática* de la actividad científica (Toulmin, 1977 y Giere, 1992) y de la actividad química escolar (Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2003; Izquierdo *et al*, 2007). La ciencia como una construcción social que *evoluciona* en un contexto propio con una función *racional* en cuanto apela a conceptos científicos que adquieren poder explicativo en la medida que sean *razonables*, dado a que éstos conceptos se seleccionan e innovan según los valores, ideales y contextos. Pero que además, se constituye en una actividad cognoscitiva bajo un enfoque *realista*, dado a que representa el mundo mediante procesos de *modelización*, que permiten dar explicación sobre los hechos que ocurren y, *naturalista pragmática (transformadora)* ya que pretende explicar los juicios y las decisiones, función a partir de los criterios de una comunidad que se desarrolla en una época con características y valores específicos.

A partir de esta visión epistemológica y la investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales en general y Didáctica de la Química en particular, se describen, discuten y argumentan diferentes referentes bibliográficos desde la literatura especializada. En primer lugar, se señalan los aspectos

epistemológicos y didácticos acerca de la actividad científica y la actividad química escolar. Luego, se describe el contexto que sitúa el problema de investigación a partir de las concepciones del profesorado de ciencias y la noción teórica de Competencias de Pensamiento Científico. Posteriormente, se señalan algunos aportes y antecedentes de la Historia y Epistemología de la Ciencia para la Actividad Química Escolar. Finalmente, se cita la discusión acerca de la enseñanza y aprendizaje de la electroquímica, para poder justificar un modelo de intervención didáctico basado en la Historia de la Ciencia.

El Marco Metodológico de la investigación fue definido en el Capítulo 3 según los planteamientos epistemológicos señalados, el problema de investigación, se oriento desde una mirada *interpretativa comprensiva y transformadora* de la realidad según Sandín (2003). Luego de describir quienes fueron los participantes de la investigación y los criterios a partir de los cuales se seleccionaron, se propuso el estudio de casos como una manera de abordar el problema planteado. Posteriormente, se describen las fases a través de las cuales se desarrollo la investigación, así como también las estrategias e instrumentos utilizados en la recolección de información y el plan de análisis de estos datos. Finalmente, se presentan los criterios considerados para la validez y fiabilidad de esta investigación.

En el Capítulo 4, se presentan, describen, analizan, interpretan y evalúan los resultados obtenidos según las directrices epistemológicas y metodológicas propuestas. El capítulo se estructuró en cuatro partes las cuales correspondieron a la preparación - selección del corpus; reducción - análisis de datos; interpretación - conceptualización y finalmente, la evaluación general de los resultados para el estudio de casos propuesto.

Finalmente en el Capítulo 5, se presentan las conclusiones y los principales hallazgos de esta Tesis Doctoral. En la primera sección, se hacen algunas consideraciones teóricas y nuevas propuestas sobre los resultados generales a la luz del problema de investigación descrito en el el capítulo 1. En la segunda sección, se realiza una mirada general de la tesis teniendo en cuenta en especial la metodología, el diseño y plan de análisis propuestos en el capítulo 3. Y en la última sección, se destacan algunos puntos importantes de la tesis y se presentan posibles perspectivas futuras.

CAPÍTULO I.

CONTEXTUALIZACIÓN Y PROBLEMATIZACIÓN

INDICE DEL CAPÍTULO

1.1.	DEFINICIÓN DEL CAMPO PROBLEMÁTICO	17
1.1.1	Propósitos de la Educación Química	17
1.1.2	Enseñanza y Aprendizaje de la química, una situación en crisis	19
1.1.3	Historia de la Ciencia en la Actividad Científica Escolar	27
1.2.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	34
1.2.1	Preguntas de Investigación	35
1.3.	OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	36
1.3.1.	Objetivos General	36
1.3.2.	Objetivos Específicos	36

En este capítulo se describe el contexto y formulación del problema de investigación, así como los objetivos que se abordaron durante la realización de la Tesis Doctoral que buscaba dar cuenta sobre *¿Cómo a través de un modelo didáctico de intervención docente que incorpora la Historia de la Ciencia, se puede contribuir al cambio de las concepciones del profesorado de química y a la promoción y desarrollo de la explicación en la Actividad Química Escolar?*

1.1. DEFINICIÓN DEL CAMPO PROBLEMÁTICO

A continuación se presenta el campo problemático que permite comprender el contexto en el cual se enmarca esta investigación. En primer lugar, se señalan los propósitos y retos que se establecen en la actualidad para la educación científica, dado a que algunos antecedentes teóricos y empíricos evidencian una situación crítica en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias en general y de la química en particular, lo que supone nuevos desafíos y propuestas, entre las cuales se instala la incorporación de la Historia de la Ciencia en la estructura curricular y formación del profesorado. Una vez se señalan estos antecedentes, se formula el problema de investigación y se describen los objetivos de esta.

1.1.1 Propósitos de la Educación Química

Actualmente uno de los propósitos más importantes de la incorporación de las ciencias, como la química, al contexto escolar se relaciona con la educación en ciencias para la vida o alfabetización en ciencias, la cual según la OCDE (2006) se entiende como la formación de personas capaces de tomar

decisiones fundadas y de comprender y participar de sociedades donde el conocimiento científico esta inmensamente presente.

Es decir, que la educación científica tiene la finalidad de desarrollar ciudadanos y ciudadanas capaces de analizar fenómenos naturales o sociales, que reconocen principales relaciones que están a la base de los fenómenos, que pueden realizar inferencias y generalizaciones, y que comunican sus ideas efectivamente (OCDE, 2008 y UNESCO, 2009). Como afirma Campanario (1999), este primer contacto con la ciencia debería contribuir a que los y las estudiantes desarrollen ideas adecuadas sobre la ciencia, el conocimiento científico y a que apliquen hábitos propios del pensamiento y razonamiento de la ciencia en su vida cotidiana.

Desde esta perspectiva la actividad científica escolar (Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2003) se debe transformar de la 'transmisión de una gran cantidad de contenidos curriculares', hacia una actividad centrada en la promoción y desarrollo de capacidades relacionadas con los diversos contextos (personales, sociales y globales); con el conocimiento científico (de la ciencia y acerca de la ciencia); con las habilidades científicas (cognitivo - lingüísticas) y con las actitudes (hacia y sobre la ciencia).

Una actividad dinámica que permita al estudiantado construir teorías científicas para comprender el mundo donde viven, tomar decisiones y resolverlas; actuar sobre los hechos de la forma adecuada y las orientaciones propuestas, y utilizar un lenguaje apropiado para comunicar lo que piensa y lo que hace. Así, el conocimiento científico se asume desde una visión racional hipotética o instrumental, relativa y naturalista (Giere, 1992), porque es la propia

persona quien construye y reconstruye sus conocimientos según el contexto social, sus capacidades, su interacción con el mundo y las preguntas que le interesa explicar.

Esta visión naturalista pragmática de la ciencia y de la actividad científica escolar promueve nuevos retos y desafíos en las prácticas educativas, algunos de estos en concordancia con los que se señalan en la OCDE (2006) y UNESCO (2008) están relacionados con el *desarrollo de competencias científicas*, que según Quintanilla (2006), es la *“capacidad de responder con éxito a las exigencias personales y sociales que nos plantea una actividad (científica en este caso) o una tarea cualquiera en el contexto del ejercicio profesional e implica dimensiones de tipo cognitivo, como cultural o valórico”* (p.27-28). Lo que supone cambios en la gestión en el aula, revisión de las finalidades de los currículos científicos tanto en la educación escolar, como en la formación inicial y continua del profesorado de ciencias que permitan contribuir a estos nuevos propósitos educativos.

1.1.2 Enseñanza y aprendizaje de la química, una situación en crisis

A pesar del gran intento de los últimos años por sugerir cambios curriculares, por ejemplo el Ajuste Curricular de Ciencias (MINEDUC, 2009) que incorporen los propósitos actuales de la educación científica a través de la promoción y desarrollo de competencias científicas, aún se evidencia una crisis en la enseñanza y aprendizaje de la química, la cual según Izquierdo (2004), se manifiesta en las opiniones desfavorables de quienes, ya mayores, recuerdan la química como algo incomprensible y aborrecible; en la falta sostenida de estudiantes que desean tener cursos optativos de esta área científica y en la

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

disminución sistemática y ascendente de estudiantes que escogen la química como carrera profesional, particularmente en el área docente.

Según esta investigadora se establecen entre otras, dos posibles causas de esta crisis: primero, la enseñanza desde una perspectiva demasiado dogmática, alejada de las finalidades y valores de las y los estudiantes y en segundo lugar, que quizás la Educación Química se ha visto sólo desde la perspectiva de la enseñanza de ideas teóricas sin explicar suficientemente a qué tipo de intervención se refieren, por lo que la práctica se convierte para el estudiantado en un ejercicio irracional conectando conocimientos que no son comprendidos ni útiles. Esta crisis, también queda en evidencia en las afirmaciones del profesorado de química, quienes han señalado que la enseñanza de esta ciencia se caracteriza por la dificultad en aplicar los conocimientos y que usualmente los y las estudiantes creen que no les sirve para explicar el mundo en el que viven.

Según Izquierdo (2004), entre algunos de los obstáculos que impiden la comprensión de los conceptos científicos cabe señalar que:

“la Química es difícil porque es al mismo tiempo una ciencia muy concreta (se refiere a una gran diversidad de substancia) y muy abstracta (se fundamenta en unos ‘átomos’ a los que no se tiene acceso), y porque la relación entre los cambios que se observan y las explicaciones no es evidente ya que se habla de los cambios químicos con un lenguaje simbólico que es muy distinto del que conoce y utiliza el alumnado al transformar los materiales en la vida cotidiana”

(p.115)

Un ejemplo puntual de lo que comenta Izquierdo (2004) se puede evidenciar a través de la enseñanza y aprendizaje de la electroquímica, la cual se

ha caracterizado como una de las temáticas más difíciles de enseñar y aprender en la química escolar (Davies, 1991; Griffiths, 1994; De Jong, Acampo & Verdonk, 1995; Níaz & Chancón, 2003; Özkaya, 2002). Esta dificultad radica, según De Jong & Treagust (2002) en aspectos conceptuales sobre la dependencia mutua de las reacciones de oxido reducción, el significado del número de oxidación, el proceso de transferencia de electrones, la carga del ánodo y el cátodo en las pilas electroquímica; así como en aspectos procedimentales, en relación a la identificación de: reactantes como agentes oxidantes o reductores, ecuaciones químicas como ecuaciones de oxido reducción y el ánodo o cátodo en una pila.

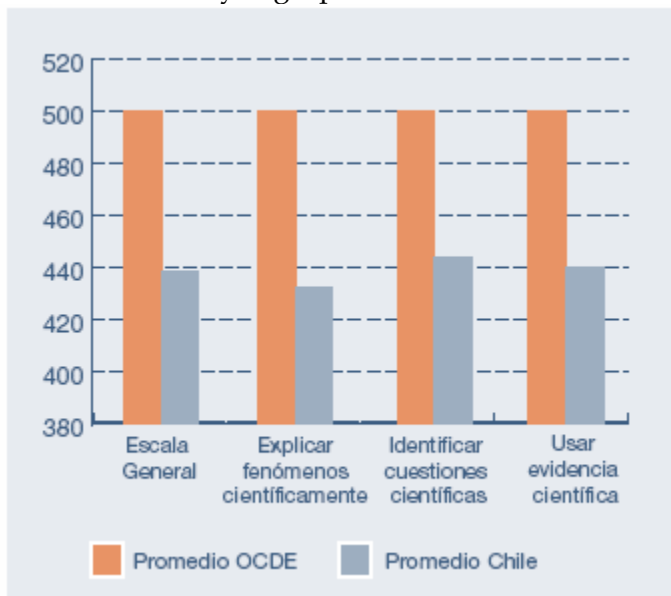
Tradicionalmente la enseñanza de este concepto químico ha estado dividido en dos partes; la primera, que consiste en la descripción de los procesos de oxidación y reducción, para comprender las reacciones redóx y la segunda, que tiene que ver con las pilas electroquímica o celdas galvánicas. Además, de tener un fuerte componente instrumental es decir, favorecer actividades hacia la memorización de los números de oxidación; el balanceo de ecuaciones y la resolución de ejercicios cuantitativos, con una débil comprensión conceptual (De Jong & Treagust, 2002).

La complejidad de la enseñanza y aprendizaje de la electroquímica radica en la propia evolución de los diferentes conceptos científicos y las prácticas experimentales asociadas, provenientes de diferentes áreas científicas como la fisiología, física, la química y la matemática. Como afirma Izquierdo (2004), *“las ciencias son el resultado de una actividad humana muy compleja sustentada como cualquier otra actividad humana en pluralidad de sistemas de valores; nunca fueron ni son ahora neutras”* (p.116).

Otro indicador de esta situación, con sustento empírico lo constituyen los resultados de pruebas internacionales como las del proyecto PISA 2006 (OCDE, 2006), del cual participaron algunos países de Iberoamérica como Argentina, Brasil, Colombia, Chile, España, Portugal, México y Uruguay, y cuyos resultados se encuentran por debajo del promedio (500 puntos) del conjunto de países pertenecientes a la OCDE, siendo los resultados igual a 391, 390, 388, 438, 488, 474, 410 y 428 respectivamente. Según Gutiérrez (2008), el promedio de los países iberoamericanos participantes en PISA 2006 es igual a 426 puntos, en tanto que el promedio de los países latinoamericanos es de 408 puntos.

Gubler y Williamson, (2009), realizaron un análisis acerca de las competencias científicas de PISA 2006 en el estudiantado chileno y reportaron los resultados con base en cada una de estas: a. *Explicar fenómenos científicamente*, b. *Identificar cuestiones científicas* y c. *Utilizar pruebas científicas* (OCDE, 2006). En una escala general (que combina las tres competencias), los estudiantes en Chile obtuvieron un puntaje promedio de 438 puntos, significativamente inferior al promedio del conjunto de los países OCDE. En cuanto a las competencias evaluadas, el promedio obtenido en la competencia *explicar fenómenos científicamente* fue de 432 puntos; *identificar cuestiones científicas* fue de 444 puntos y en *utilizar pruebas científicamente* fue de 440 puntos (Figura 1.1).

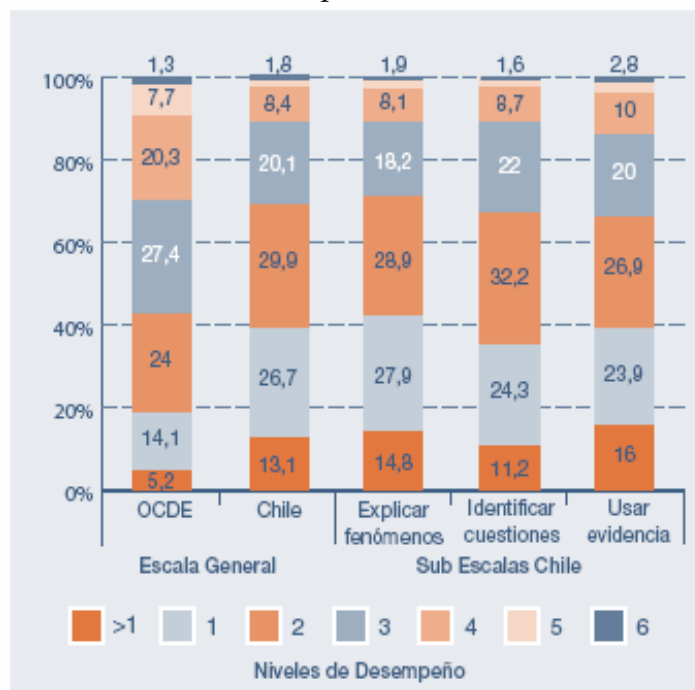
Figura 1.1 Puntaje promedio en la escala general y en las competencias, para Chile y el grupo OCDE.



Fuente: MINEDUC-UCE, 2007
Tomado de: Gubler y Williamson, 2009, p.202.

Sí se consideran los resultados según el nivel de desempeño siendo 1 el menor y 6 el mayor, cerca del 40% del estudiantado chileno alcanza el nivel 2, Figura.1.2, que según la OCDE (2006) se considera de *aptitud básica*, pues a partir de este los y las estudiantes “*Tienen conocimientos científicos que les permiten dar explicaciones plausibles en contextos habituales o establecer conclusiones basadas en investigaciones simples. Son capaces de realizar un razonamiento directo y de hacer interpretaciones lineales de los resultados de una investigación o de la resolución de un problema tecnológico*” (Gutiérrez, 2008, p. 26). Se observa que en la competencia *explicar fenómenos científicamente* sólo el 57,2% alcanzó o supero el nivel 2; en *identificar cuestiones científicas* alcanzó o supero el nivel 2 35,5 % de los estudiantes chilenos y las estudiantes chilenas en la competencia *utilizar evidencia científica* 60,1% alcanzó o supero el nivel 2, además de presentar un porcentaje cercano al 3% en el nivel 6.

Figura 1.2. Porcentaje de estudiantes chilenos y OCDE en cada nivel de desempeño

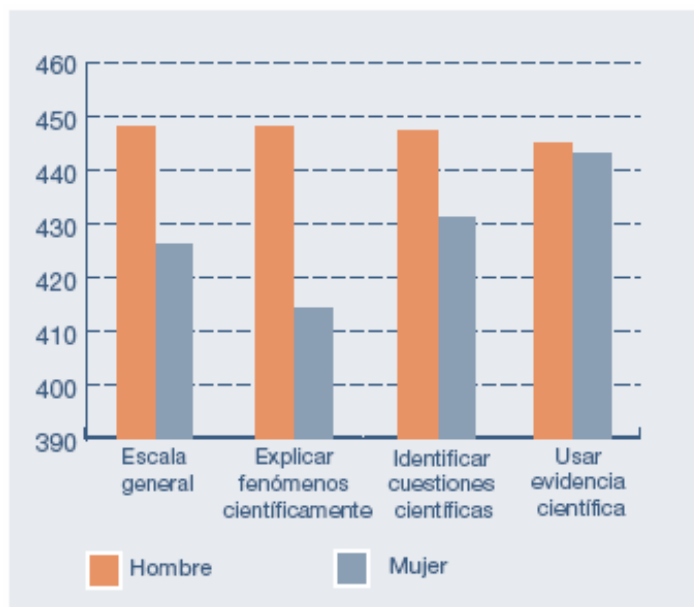


Fuente: OCDE, 2006

Tomado de: Gubler y Williamson, 2009, p.204.

Además de los resultados en el estudiantado de Chile, en cada una de las competencias científicas PISA 2006, Treviño, Donoso y Bonhomme (2009) y OCDE (2006) destacan dos aspectos importantes en el desempeño los que corresponden a la gran influencia del nivel socioeconómico y cultural, y las diferencias significativas según el género. Al respecto de las diferencias entre los jóvenes, es importante mencionar que sólo en 20 países del total de participantes en PISA 2006 se evidencian diferencias según el género, 12 presentan diferencias significativas a favor de las mujeres, en particular hacia la competencia *identificar cuestiones científicas*, y 8 a favor de los varones, de los cuales Chile presenta la mayor diferencia significativa a favor de los hombres. Esta diferencia es más notable en la competencia *explicar fenómenos científicamente*, como se aprecia en la Figura 1.3.

Figura 1.3. Diferencias de resultados por género en los y las estudiantes de Chile



Fuente: MINEDUC-UCE, 2007
Tomado de: Gubler y Williamson, 2009, p.203.

Según, Gubler y Williamson, (2009) *“los resultados de los estudiantes chilenos muestran que en 43,6% de las preguntas de la prueba, los hombres tuvieron un PRC promedio significativamente superior al de la mujeres [...] De estas preguntas, 30 evaluaban la competencia explicar fenómenos científicamente, lo que equivale al 70% de las 49 preguntas que evaluaban dicha competencia”* (p.203)

En los resultados de PISA 2006 en Chile, se aprecia que la competencia *explicar fenómenos científicamente* es la que presenta mayores dificultades para los jóvenes de Chile. Por tanto, se sugiere además de la revisión del currículo y otros factores que señalan Treviño, Donoso y Bonhomme, (2009), considerar la calidad del profesorado y sus práctica para promover competencias científicas en sus estudiantes; en estos aspectos ya se viene trabajando desde el año 2007 con los proyecto FONDECYT 1070795 y FONDECYT 1095149 (Quintanilla *et al*, 2009; Quintanilla *et al*, 2010), los cuales han sugerido diferentes directrices

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

teóricas y metodológicas al respecto de la formación de docentes y la enseñanza de las Ciencias en Chile.

La formación del profesorado de Ciencias se ha convertido en un campo problemático que amerita investigar, ya que se ha identificado como uno de los principales factores que inciden en los aprendizajes de los estudiantes (Kane y Steiger, 2008; Wenglinsky, 2003, y Wright, Horn y Sanders, 1997). Barber & Mourshed (2007), afirman que la calidad de los docentes son el principal impulsor de las variaciones en el aprendizaje. Los mejores docentes en la enseñanza de las ciencias según Treviño, Donoso y Bonhomme, (2009), *“son aquellos que reconocen este ámbito de conocimiento como uno en el cual los seres humanos construyen significados sobre fenómenos de la realidad”* (p. 76).

En este sentido la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales ha dejado en evidencia que las prácticas pedagógicas de docentes se encuentran notablemente influenciadas por sus concepciones a propósito de la ciencia que enseñan, cómo se construye, cómo se desarrolla y cómo se relaciona con los contextos sociales, culturales y económicos de una época (Quintanilla, 2006). No obstante, según los resultados de Gallego, Pérez y Torres de Gallego (2004); Contreras (2009); Ravanal y Quintanilla (2010); Rodríguez y López (2005) y Quintanilla *et al* (2009) se demuestra que en dichas concepciones aún impera una visión dogmática de la ciencia o como sustentan Quintanilla *et al*, (2010) coexisten visiones tradicionales y constructivistas acerca de la ciencia, su enseñanza y aprendizaje.

1.1.3 Historia de la Ciencia en la Actividad Científica Escolar

La relación entre Historia de la Ciencia y Educación Científica, se sustenta en una enseñanza de las ciencias que permita *saber ciencia y sobre la ciencia* (Matthews, 1989), reconociendo la importancia de la seres humanos como personas históricas pertenecientes a determinados contextos sociales, políticos y culturales; la dinámica evolutiva y transformadora de la actividad científica (Toulmin, 1977), el progreso científico no como un progreso acumulativo sino como un proceso cultural donde los nuevos conocimientos implican reelaboraciones de los saberes previos y que además, como lo plantean Quintanilla, (2006) contribuye a una formación de una imagen crítica de la ciencia, concordante con las necesidades de una enseñanza que responda a la consolidación de una cultura científica de base en nuestro medio y a la valoración de la actividad científica en nuestros contextos particulares.

Desde la década de los 60's, se vienen proponiendo diferentes argumentos a favor de la incorporación de la Historia de la Ciencia en el campo educativo, los cuales pueden ser clasificados según Klopfer (1969) y Wang & Marsh (2002) en *conceptuales, procedimentales y contextuales*, en relación con el propósito (Tabla 1.1).

Tabla 1.1 Perspectivas para abordar la Historia de la Ciencia en la Educación Científica

Comprensión Conceptual	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conocer sobre cómo se construye conocimiento científico ▪ Énfasis en la naturaleza tentativa del conocimiento científico ▪ Problemатización y relación de los contenidos con la naturaleza de la ciencia
Comprensión Procedimental	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Procesos y diseño de experimentos ▪ Las dinámicas de las comunidades científicas (Métodos de investigación) ▪ Procesos de conclusión e inferencias
Comprensión Contextual	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Intereses y actitudes positivas hacia la ciencia ▪ La actividad química en relación con los aspectos individuales y colectivos ▪ Factores socio-culturales

La incorporación de la Historia de la Ciencia en la Actividad Científica Escolar presenta opiniones a favor y en contra, según Monk & Osborne (1997) existen dos razones fundamentales por la que el profesorado sigue sin considerar la Historia de la Ciencia dentro del currículum escolar. En primer lugar, la mayoría de docentes de ciencias operan desde una comprensión relativamente pobre de la naturaleza de la ciencia, que los lleva a centrarse en los productos de la ciencia y no en el proceso de información científica. En segundo lugar, las decisiones del profesorado sobre qué enseñar y cómo enseñarlo se basan principalmente en el tratamiento del concepto de adquisición y desarrollo, y la necesidad de enseñar los contenidos específicos para preparar a sus estudiantes para las pruebas estandarizadas (Hodson, 1988).

Algunas evidencias a favor de la incorporación de la Historia de la Ciencia en la Educación Científica, se sustentan en la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (Erduran, Adúriz-Bravo & Naaman, 2007; Álvarez, 2006; Solsona, 2007; Fernández, 2000; Izquierdo, 2000a; Mathews, 1989,

1994; Quintanilla, Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2005; Solbes y Traver, 2001) y en investigación en la Historia de la Ciencia (Lombardi y Labarca, 2007; Gooday et al, 2008; Rudolph, 2008; García, Bertomeu y Bensaude- Vincent, 2005; Kaiser, 2005), las cuales han evidenciado en los últimos años los aportes relacionados con el fin de tratar de ‘humanizar la ciencia’, es decir hacerla menos abstracta y más cercana al estudiantado y la sociedad en general. Estos aportes se sitúan en la enseñanza - aprendizaje de las ciencias en el aula y en la formación del profesorado en Ciencias, sin embargo, se evidencia también el escaso número de propuestas de aplicación en el aula, especialmente en la educación escolar.

Diferentes propuestas de investigación e innovación en los últimos años, se pueden agrupar con respecto a: La Historia de la Ciencia y el aporte a la naturaleza de la ciencia (Kim & Irving, 2009; Matthews, 2009; De Berg, 2008; Seroglou & Kouramas, 2001; Adúriz-Bravo, 2001; Kokkotas et al, 2009); la relación entre Historia de la Ciencia y la cognición (Yamalidou, 2001); el uso de fuentes y materiales desde la Historia de la Ciencia (Grapí, 2009; Raviolo, 2007; Dedes y Ravanis, 2009); el componente historiográfico en los textos escolares (Camacho y Martínez, 2003; Camacho, 2005; Camacho, Gallego y Pérez, 2007; Níaz, 2001-2009). Se evidencia fuertemente la tendencia de relacionar la Historia de la Ciencia con la Naturaleza de la Ciencia, es decir, incorporar la Historia de la Ciencia para comprender qué es y como se construye la ciencia.

Por otro lado, también se evidencian propuestas de Modelos sobre cómo incorporar la Historia de la Ciencia en la formación inicial (Quintanilla, Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2005) y continua (Níaz, 2007, 2009; García, 2009) de docentes de Ciencias, así como en la Enseñanza de las Ciencias (Monk & Osborne, 1997 y Rudge & Howe, 2009).

Con respecto a la incorporación de la Historia de la Ciencia en la Enseñanza de las Ciencias en el contexto escolar, Monk & Osborne (1997), desarrollaron un Modelo Pedagógico a través de 6 fases (presentación; elicitación; estudio histórico; elaboración de pruebas; visión científica, y pruebas empíricas y revisión evaluación). A pesar que este modelo es una importante contribución al aprendizaje del estudiantado, no evidencia una propuesta práctica y según Rudge & Howe (2009), no permite que estos estudiantes comparen sus antecedentes con otros propuestos; tienen demasiada atención en detalles históricos y se corre el riesgo que cuando el profesorado introduce la visión moderna como la visión científica (fase 5) conlleve a subestimar el punto de las discusiones anteriores y con esto, pueda llevar a que los y las estudiantes perciban el trabajo exploratorio científico pasado como una simple pérdida de tiempo.

Por esta razón Rudge & Howe (2009), proponen un nuevo modelo de incorporación de la Historia de la Ciencia y lo aplican a través del estudio de la anemia de células falciformes, este modelo tiene como característica un desarrollo cronológico a través de diferentes sesiones donde las y los estudiantes examinan datos, proponen teorías provisionales para dar cuenta de estos, desarrollan defienden sus explicaciones, participan en discusiones grupales, evalúan las propuestas alternativas y juzgan el mérito de sus hallazgos. Los resultados de esta investigación permiten evidenciar no sólo el cambio en las concepciones sobre ciencia en el estudiantado participante, sino además la comprensión sobre cómo se construye el conocimiento científico, el valor de la Historia de la Ciencia para comprender un fenómeno científico y la propuesta de metodologías para poder estudiarlo, así como la evaluación de sus propias explicaciones científicas.

La incorporación de la Historia de la Ciencia a la Educación Científica no sólo ha sido relevante para la investigación e innovación, sino que también han surgido varias propuestas curriculares que consideran este aspecto como uno de los fundamentales en la Educación Científica Escolar y la Formación del Profesorado de Ciencias. Tales son los casos del Proyecto 2061 de Estados Unidos que lo incluye como estándar para la formación del profesorado en Ciencias (National Science Teachers Association, 2003); The MAP PrOject, en el que participan universidades de Thessaloniki (The), Madrid (M), Atenas (A), Pavia (P), Oldenburgo (O) de la comunidad europea, los cuales han conllevan cambios en los currículos de ciencias y en las prácticas docentes (Kokkotas, Piliouras, Malamitsa & Stamoulis, 2009); La British Association for the Advancement of Science (BAAS), cuya tradición por este componente histórico lleva varios años (National Curriculum for England, 1999); a través de su sitio Web y otros recursos, se disponen de varios materiales e incluso de series completas como *Reading in Science, Elements and atoms*, entre otras en donde se vinculan episodios históricos para la enseñanza de las ciencias en los distintos niveles escolares.

Sí bien se ha tratado de incorporar la Historia de la Ciencia en los currículos científicos, aún persiste la necesidad de incorporar este componente metacientífico en la formación del profesorado en Ciencias (Izquierdo, 2000b; Izquierdo, Quintanilla, Vallverdú y Merino, 2006; Álvarez, 2006; Quintanilla, Izquierdo & Adúriz-Bravo, 2005) lo que ha ameritado discusiones sobre qué Historia de la Ciencia para la educación científica y cómo incorporarla en la clase de ciencias (Quintanilla, 2005), puesto que se han encontrado entre los errores más frecuentes de su incorporación “*la visión anacrónica de la historia, que*

no sólo es falsa, sino que podría utilizarse para sustentar toda clase de retóricas en lugar de favorecer una reconstrucción serena y documentada, y un reconocimiento de la falta de ellos, cuando sea así". (Izquierdo, Quintanilla, Vallverdú y Merino, 2006, p. 82). Además, de algunas dificultades en relación con la poca o nula formación del profesorado en Historia de la Ciencia y la falta casi absoluta de materiales didácticos apropiados, en todos los niveles educativos (Álvarez, 2006; Chamizo, 2005).

Algunos autores como Níaz (2006, 2009) y García (2009), presentan ejemplos prácticos acerca de la incorporación de la Historia de la Ciencia en la formación continua del docente, los dos autores coinciden en desarrollar dichas propuestas a través de cursos de formación docente dirigidos al profesorado en servicio. Níaz (2006, 2009), trabajó en dos oportunidades con 17 profesores universitarios (6 hombres y 11 mujeres, entre 25-45 años) a través de controversias desde la Historia de la Química. Durante el 2006 su propósito fue que los docentes comprendieran el cambio conceptual a través de interpretaciones filosóficas alternativas, controversias desde la Historia de la Ciencia, y en el 2009 que ellos y ellas comprendieran la naturaleza de la ciencia.

En la investigación de García (2009), él propone un estudio de casos con dos profesores universitarios (1 hombre y 1 mujer) para analizar cómo se desarrolla el proceso de formación permanente del profesorado mediante el estudio de los instrumentos científicos y cómo emplean la Historia de la Ciencia en las actividades de aula. Esta investigación la desarrolló a través de diferentes fases metodológicas donde interactuaban la teórica historiográfica, el diseño didáctico y la intervención práctica en las instituciones del profesorado participantes.

En las propuestas de Níaz (2007; 2009) y García (2009), se concluye que el proceso de formación en Historia de la Ciencia es complejo, pero logra cambios en las concepciones del profesorado acerca de la ciencia y su enseñanza.

Debido a lo expuesto anteriormente, se reconoce entonces el valor de la Historia de la Ciencia que sí bien no puede solucionar todos los aspectos que hacen parte de la situación crítica por la que atraviesa la educación científica, sí aporta varios elementos interesantes para discutir y repensar

“puede hacer las clases más estimulantes y reflexivas, incrementando las capacidades de pensamiento crítico; puede contribuir a una comprensión mayor de los contenidos científicos [...] pueden mejorar la formación del profesorado contribuyendo a una epistemología de la ciencia más rica y más auténtica, esto es un mejor conocimiento de la estructura de la ciencia y su lugar en el marco intelectual de las ciencias [...] puede ayudar a los profesores a apreciar las dificultades de aprendizaje de los estudiantes porque les advierte de las dificultades históricas del desarrollo científico y el cambio conceptual”

(Matthews, 1994, p.7)

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En este contexto actual en el que se enmarca la educación científica se hace necesario propuestas que incorporen al docente y a su práctica hacia el desarrollo de Competencias de Pensamiento Científico. Es así que a partir de los antecedentes mencionados anteriormente se pone de manifiesto la necesidad de estudiar cómo a través de un modelo didáctico de intervención docente que incorpora la Historia de la Ciencia, dirigido al profesorado de química, se puede contribuir al cambio de las concepciones del profesorado hacia una perspectiva contemporánea donde la enseñanza-aprendizaje-evaluación de la ciencia se transforma en una auténtica actividad científica escolar orientada al desarrollo de personas competentes científicamente, es decir que comprendan y utilizan efectivamente el conocimiento científico para explicar el mundo que les rodea.

A través de la investigación que se desarrolló se optó por abordar dicha situación problemática desde el campo disciplinar de la Historia de la Ciencia asumiendo una *postura epistemológica racionalista moderada*, que permita promover y desarrollar la explicación científica, competencia que presenta mayores dificultades y diferencias entre los y las jóvenes de Chile, a través de la enseñanza-aprendizaje de la Electroquímica teoría química que presenta gran complejidad en la actividad científica escolar.

1.2.1. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Para abordar la situación mencionada se propone el siguiente interrogante a modo de pregunta de investigación *¿Cómo a través de un modelo didáctico de intervención docente que incorpora la Historia de la Ciencia, se puede contribuir al cambio de las concepciones del profesorado de química y a la promoción y desarrollo de la explicación en la Actividad Química Escolar?*

Este problema supone algunos interrogantes específicos:

- ¿Cuáles son las concepciones del profesorado de química acerca de la Historia de la Ciencia, Naturaleza de la Ciencia y Competencias de Pensamiento Científico?
- ¿Cómo estas concepciones cambian a través de un proceso de intervención docente en Historia de la Ciencia?
- ¿Cómo el profesorado que participa en un modelo de intervención docente que incorpora la Historia de la Ciencia, promueve y desarrolla la explicación científica a través de la enseñanza de la electroquímica?

1.3 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

Los objetivos que se proponen para abordar las preguntas de investigación son:

1.3.1 Objetivo General

Comprender cómo a través de un modelo didáctico de intervención docente que incorpora la Historia de la Ciencia, se puede contribuir al cambio de las concepciones del profesorado y a la promoción y desarrollo de la explicación en la Actividad Química Escolar.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar y caracterizar las concepciones del profesorado de química acerca de la Historia de la Ciencia, Naturaleza de la Ciencia y Competencias de Pensamiento Científico.
- Interpretar cómo dichas concepciones cambian a través de un proceso de intervención docente en Historia de la Ciencia.
- Explicar la manera en que el profesorado participante de un modelo de intervención docente que incorpora la Historia de la Ciencia, promueve y desarrolla la explicación científica a través de la enseñanza de la electroquímica.

CAPÍTULO 2.

MARCO TEÓRICO

	Pág.
INDICE DEL CAPÍTULO	
2.1 LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA COMO ACTIVIDAD HUMANA	39
2.1.1 Visión Naturalista Pragmática de la Ciencia	39
2.1.2 Cambio Conceptual en Ciencias desde el Racionalismo Moderado	46
2.2 LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA (QUÍMICA) ESCOLAR	52
2.2.1 Características y fines de la actividad científica (química) escolar	52
2.2.2 La Ciencia (Química) Escolar y el Modelo Cognitivo de la Ciencia	57
2.3 FORMACIÓN CONTINUA DEL PROFESORADO DE QUÍMICA	61
2.3.1 Retos y Desafíos de la Formación de Profesorado de Ciencias	61
2.3.2 Concepciones del Profesorado de Ciencias	63
2.3.3 Modelos de Intervención en la Formación Profesional Docente	65
2.4 COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO (CPC) EN LA QUÍMICA ESCOLAR	69
2.4.1 ¿Qué son las Competencias de Pensamiento Científico?	69
2.4.2 Competencias de Pensamiento Científico. Un enfoque Cognoscitivo	72
2.4.3 Competencias de Pensamiento Científico en la Actividad Química Escolar	73
2.4.4 La explicación Científica. Una Competencia de Pensamiento Científico	78
2.5 LA HISTORIA Y EPISTEMOLOGÍA DE LA CIENCIA (HC). UNA PERSPECTIVA PARA LA QUÍMICA ESCOLAR	82
2.5.1 Historia de la Ciencia y Epistemología de la Ciencia como metaciencias	84
2.5.2 Historia de la Ciencia y Epistemología de la Ciencia en la Actividad Química Escolar	84
2.6 ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA TEORÍA ELECTROQUÍMICA	88
2.6.1 Tendencias y obstáculos en la enseñanza-aprendizaje de la Teoría Electroquímica	88

2.6.2	Acerca de la evolución histórica de la Teoría Electroquímica	90
2.6.2.1	Una visión historiográfica de Jane Marcet y <i>Conversations on Chemistry</i> en el S.XIX	92
2.6.2.2	Una visión Didáctica de Jane Marcet y <i>Conversations on Chemistry</i> en el S.XIX	120
2.6.3	Propuesta desde la Historia de la Ciencia para la enseñanza de la electroquímica	125

En este capítulo se describen y sustentan los fundamentos teórico-empíricos para abordar la problemática propuesta anteriormente. En primer lugar, se señalan los aspectos epistemológicos y didácticos acerca de la actividad científica y la actividad química escolar. Luego, se describe el contexto que sitúa el problema de investigación a partir de las concepciones del profesorado de ciencias y la noción teórica de Competencias de Pensamiento Científico. Posteriormente, se señalan algunos aportes y experiencias de la Historia y Epistemología de la Ciencia para la Actividad Química Escolar. Finalmente, se cita la discusión acerca de la enseñanza y aprendizaje de la electroquímica, para poder justificar un modelo de intervención didáctico basado en la Historia de la Ciencia.

2.1 LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA COMO ACTIVIDAD HUMANA

En este apartado se describe la visión epistemológica asumida en la investigación, la cual corresponde al racionalismo moderado (Toulmin, 1977) y naturalismo pragmático (Giere, 1992). Desde esta visión epistemológica constructivista, se fundamenta la actividad científica como una actividad profundamente humana donde interactúan diferentes contextos (educación, innovación, evaluación y aplicación) en la construcción de conocimiento científico. Además, se destacan tres aspectos importantes como son: la técnica de representación, los procedimientos de aplicación y el lenguaje, los cuales permiten construir mejores explicaciones científicas en un proceso dialéctico. Por último, se señalan los planos de desarrollo: personal significativo, instrumental operacional y social comunicativo; los que permiten comprender

que la construcción de conocimiento científico puede estar relacionado con transiciones o movimientos entre un plano u otro.

2.1.1 Visión Naturalista Pragmática de la Ciencia

La ciencia se ha constituido en un esfuerzo por conocer el mundo. La finalidad de este esfuerzo ha evolucionado desde el simple interés por saber y comprender (filósofos griegos) y por los fines que motivan los hechos de la ciencia y su control (ciencia moderna). En este propósito tradicionalmente se han identificado dos posturas que dan cuenta de que el ser humano descubre la verdad y el conocimiento científico la confirma a través de los datos encontrados por los sentidos *empiristas y positivistas* o a partir de la capacidad intelectual *racionalistas*. Otra postura, a propósito de la construcción de conocimiento científico es el *constructivismo* que señala que los seres humanos construyen el conocimiento y que este no se puede confirmar con certeza; la ciencia no constituye una serie descriptiva sólo de trabajos sobre el mundo, consideradas verdades porque están confirmadas por los hechos o por el poder intelectual; sino que son construcciones culturales humanas, que permiten interpretar el mundo y que puede considerar que se trata de criterios internos o externos de la disciplina. Según Nussbaum (1989) los modelos de ciencia se pueden clasificar en tres grupos, *empiristas, racionalistas y constructivistas* como se muestra en la Figura 2.1.

Sin embargo, existen diferentes posturas dentro de las concepciones constructivistas, que se pueden caracterizar en diferentes momentos históricos como lo señala Thagard (1992), quien dan sustentan la fundamentación lógica del saber científico (Popper, 1962); la construcción social del conocimiento

científico (Kuhn, 1983; Lakatos, 1983 y Toulmin, 1977) y la ciencia como un proceso cognitivo (Giere, 1992).

Es decir que la ciencia contemporánea, se asume como una construcción social que *evoluciona* en un contexto propio con una función *racional* en cuanto apela a conceptos científicos que adquieren poder explicativo en la medida que sean *razonables*, dado a que éstos conceptos se seleccionan e innovan según los valores, ideales y contextos (Toulmin, 1977). Pero que además se constituye en una actividad cognoscitiva bajo un enfoque *realista*, dado a que representa el mundo mediante procesos de *modelización*, que permiten dar explicación sobre los hechos que ocurren y, *naturalista*, es decir que pretende explicar los juicios y las decisiones, función *pragmática (transformadora)* a partir de los mismos criterios de una comunidad que se desarrolla en una época con características y valores específicos (Giere, 1992).

Esta actividad esta mediada, en los últimos tiempos, por la tecnología en los instrumentos de investigación y por tanto, en las acciones de los científicos y las científicas, lo que lleva a una mutua relación entre ciencia y tecnología, que ha sido denominada por Echeverría (1999) bajo el concepto de *tecnociencia*, el cual como se señala en la Tabla 2.1 presenta características diferentes a las Ciencia Moderna.

Figura 2.1. Modelos de ciencia según Nussbaum (1989)

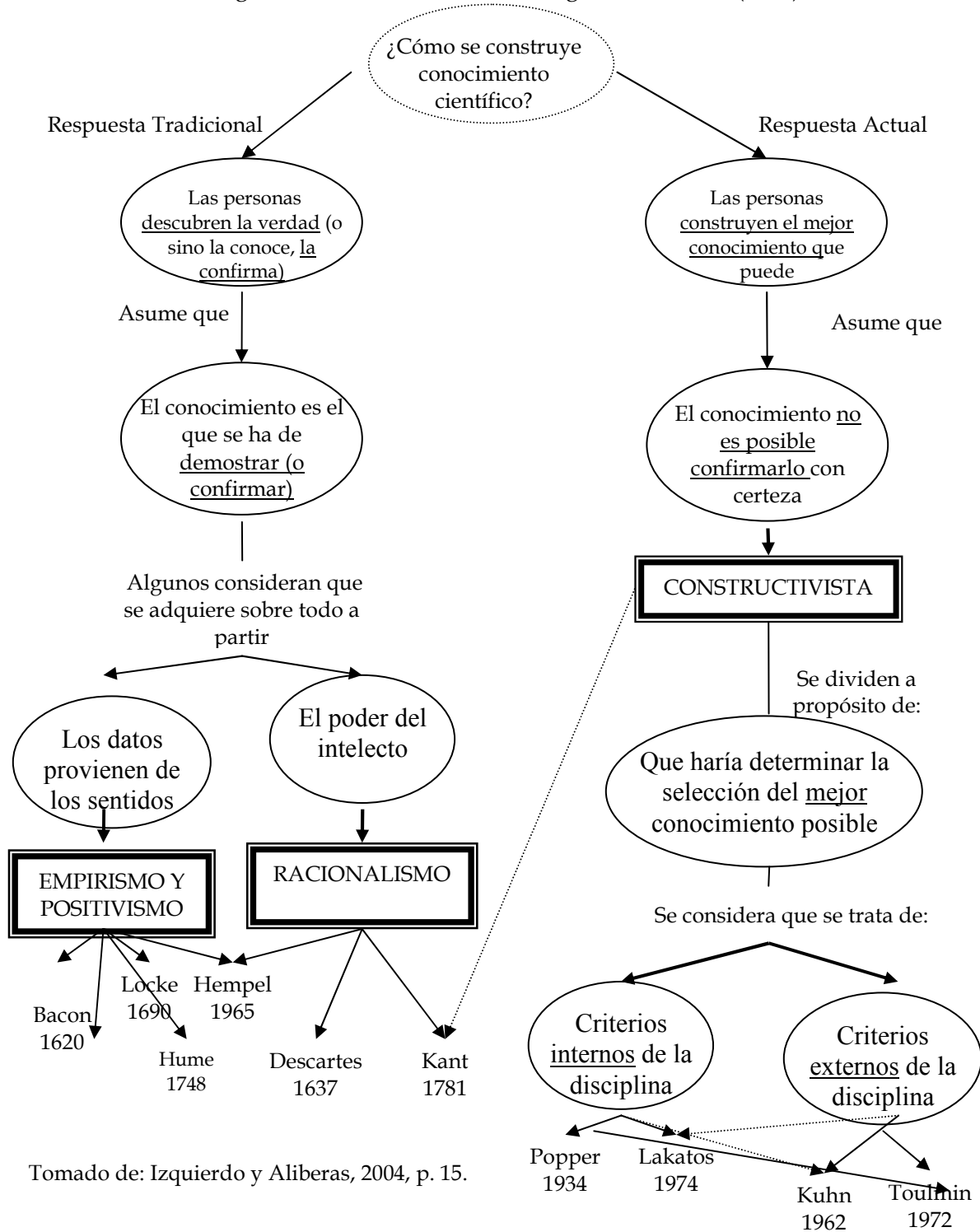


Tabla 2.1. Características de la Tecnociencia según Echeverría (1999, p.317-319)

Ciencia Moderna	Tecnociencia Contemporánea
1. Búsqueda continuada de conocimiento adecuado (verdadero, verosímil, falsable, etc.)	2. No es sólo la búsqueda de conocimiento adecuado sino ante todo un sistema de acciones eficientes basadas en conocimiento científico que transforma el mundo
3. Propone diversas representaciones del mundo (micro-, meso- y macrocosmos)	4. Se desarrollan tecnológicamente e industrialmente y ya no versan sobre la naturaleza
5. Estas representaciones son obtenidas y justificadas siguiendo métodos precisos	6. Se orientan también a la sociedad y los seres humanos, atendiendo a transformarlo basándose en una serie de valores
7. Objeto preferente de estudio es la naturaleza	8. La verdad no ocupa un lugar central, aunque siguen teniendo un peso específico considerable.
9. Se aplica también al estudio de las sociedades y de las personas	10. Los referentes son una serie de escenarios artificiales que la tecnociencia posibilita y construye
11. La actualización y evaluación es realizada por la comunidad científica correspondiente	12. Es un factor relevante de la innovación y de desarrollo económico
13. Hecho público, divulgado y transmitido por la vía de enseñanza obligatoria	14. Se enseña también públicamente, aunque el conocimiento y la práctica tecnocientífica tienden a privatizarse
15. Algunas formas de dicho conocimientos se han encontrado útiles para los seres humanos, la industria y para los Estados	16. Pasa a ser uno de los poderes dominantes en las sociedades más avanzadas
17. Los científicos se profesionalizan	18. Implica la profesionalización y la empresarización de la actividad científica
19. El conocimiento se ha venido considerando como un bien social relevante para los Estados modernos	20. La tecnociencia se inserta en un nuevo sistema de producción postindustrial (sociedad del conocimiento y la información)
21. La ciencia moderna ha ampliado su influencia y su presencia social en el mundo desarrollado y ha sido utilizada para el dominio, control y transformación de la naturaleza, de la producción	22. Además de un instrumento de dominio y transformación de la naturaleza, sino también de las sociedades
23. Para su desarrollo se ha basado en un formalismo matemático	24. Se ha basado para su desarrollo en nuevo formalismo, la informática
25. Se reduce a la razón pura <i>epistémé</i>	26. Razón práctica, puesto que transforma al mundo conforme a criterios, métodos, acciones y objetivos discutibles racionalmente.

Desde esta posición, la actividad científica como una actividad compleja y diversa se desarrolla, según lo que propone Echeverría (1995) en nuevos contextos que interactúan e influyen recíprocamente y que consideran los procesos de comunicación del conocimiento científico (la enseñanza, la interacción entre los investigadores en los laboratorios, la recepción de los

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

descubrimientos, los debates entre teorías contrapuestas, etc.) dejados de lado en los contextos de descubrimiento y justificación que se centraban exclusivamente en los resultados finales del proceso de comunicación del conocimiento científico (las teorías ya elaboradas, libros de texto, etc.) y no consideraba la reflexión epistemológica lógica, el origen histórico de los conceptos científicos y el modo en que sus descubridores habían llegado a ellos.

Dado a que la actividad científica es mas compleja, que lo que supone el sólo descubrimiento y justificación, Echeverría (1995, p.59) afirma que

“la ciencia actual es una construcción social altamente artificializada que se aplica a los más diversos ámbitos para producir transformaciones y, en su caso, mejoras. Los seres humanos pueden adherirse o no a dicha actividad colectiva, pero cada individuo siempre se enfrenta en su fase de formación a una ciencia previamente constituida, que ha de aprender antes de poder juzgar sobre su mayor o menor validez y utilidad. No hay descubrimiento ni justificación científica sin previo aprendizaje, y por ello hay que partir del contexto de enseñanza a la hora de analizar las grandes componentes de la actividad científica”.

donde se distinguen cuatro contextos que corresponden a intereses interrelacionados de la actividad científica: educación, innovación, evaluación y aplicación

- *Contexto de Educación:* comprende los procesos de enseñanza y divulgación de las ciencias. Este contexto se caracteriza por asumir, que la enseñanza de las ciencias, que incluye dos acciones recíprocas básicas (enseñanza-aprendizaje) orientadas hacia los sistemas conceptuales y lingüísticos, como a las representaciones e imágenes científicas, nociones técnicas operatorias, problemas y manejo de instrumentos, desarrollan en las personas la

competencia en el manejo de los sistemas sígnicos y operatorios que caracterizan la disciplina científica. La enseñanza como la divulgación están socialmente reguladas y poseen sus propias técnicas de presentación, justificación, valoración y aplicación de los conocimientos científicos que no son las mismas en los demás contextos, permitiendo reconocer que este contexto este mediado por los ámbitos sociales y culturales, que de alguna forma deciden la actividad científica que se debe involucrar en los procesos de formación de los ciudadanos y las ciudadanas. Como ya lo señalaba Kuhn (1971) existe un "contexto de pedagogía" que se caracteriza por ser el ámbito de excelencia para la ciencia normal, donde los procesos de cambio son más lentos y difíciles y se inscriben como cambios sociales y no sólo como transformaciones de la propia comunidad científica. En este contexto, de especial interés, se debe destacar que las características mencionadas permiten asumir la enseñanza-aprendizaje-evaluación como una actividad científica compleja que presenta otros desafíos. Enseñar teorías científicas, hechos, procedimientos, lenguajes o artefactos que resulten nuevos para los y las estudiantes (innovación), tanto los aspectos relacionados con su fundamento (justificación), como los de sus orígenes y problemas (descubrimiento), así como las aplicaciones y consecuencias de la ciencia en sí (aplicación) y la relación de esto con su vida como ciudadano o ciudadana, lo cual permite que se posesionen e intervengan en la ciencia como una actividad social de interés para sus vidas (valoración).

- *Contexto de innovación:* La actividad científica no sólo lleva a cabo descubrimientos, sino también innovaciones en el sentido que suponen éxito o fracaso según su utilidad, su funcionalidad, la facilidad con la que se pueda utilizar, *su capacidad de plantear y resolver problemas*. Supone por tanto,

que la producción de conocimiento científico se caracteriza por la *evolución* de los lenguajes, los instrumentos, los problemas y las ideas.

- *Contexto de evaluación y valoración:* Contempla el denominado tradicionalmente como contexto de justificación, pero supone la evaluación de dichos conocimientos en función de su poder explicativo y predictivo, su rigor, el contenido empírico, la consistencia interna, entre otros aspectos, que se asumen como importantes o no según los agentes sociales, culturales, económicos y políticos.
- *Contexto de aplicación:* La actividad científica como una actividad profundamente humana, se utiliza para explicar, intervenir y transformar la realidad, *el mundo tecnocientífico está cargado de práctica* (Hacking, 1983) *y de teoría* (Hanson, 1961), *pero también está cargado de valores* (Echeverría, 1999). Los conceptos científicos, las teorías, los instrumentos, las técnicas, los artefactos, los productos sufren cambios vinculándose entre sí actividades científicas diversas al objeto de producir transformaciones eficaces sobre el medio en que se quiere actuar, siendo la sociedad quien somete a criterio de aceptación a un juicio global a la actividad científica.

2.1.2 Cambio Conceptual en Ciencias desde el Racionalismo Moderado

Desde el racionalismo moderado, Toulmin (1977) define que el principal elemento de la racionalidad es el 'cambio' no desde la perspectiva lógica, sino como las posibilidades que tienen las personas para modificar sus ideas e incluso cambiarlas a través de una función pragmática de la resolución de

problemas. A través de la selección de ideas, conceptos y la innovación conceptual, Toulmin (1977) explica que la construcción de conocimiento se genera de forma colectiva a través de los problemas científicos, en donde influyen las capacidades intelectuales de los individuos que se encuentran en unas condiciones históricas, sociales y culturales en las que el conocimiento científico se produce.

Así este epistemólogo inglés en 1977 explica el *cambio conceptual* como una forma de dar cuenta del cambio científico, proponiendo analogías con el sistema de evolución de Darwin (1859), de esta manera plantea la evolución de los conceptos científicos como unidad básica de aproximación a los objetos y problemas de las disciplinas intelectuales.

Estos problemas científicos, que se conjugan en una *genealogía de problemas*, en la medida que son hechos históricos transitorios de cada situación problemática, que van a depender no sólo del objeto de estudio de la disciplina, sino también de las actitudes profesionales por las que se guían los profesionales, los cuales pertenecen a los ideales intelectuales y las ambiciones explicativas. Así estos problemas, toman sentido según tres aspectos los que se pueden modificar para dar cuenta de nuevos conceptos científicos a fin de otorgar mejor poder explicativo, constituyéndose en un proceso dialéctico. Para considerar la complejidad de los conceptos científicos, Toulmin (1977) propone tres aspectos o elementos en el uso de dichos conceptos, los cuales según Izquierdo (2005) y Chamizo (2007a) también son necesarios para el contexto educativo en vista que permite mejorar las explicaciones científicas haciéndolas más completas, más precisas y con una relación satisfactoria entre los conceptos de la disciplina científica. Estos aspectos son:

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

▪ **R1. La técnica de representación.**

“incluye todos los variados procedimientos por los que los científicos demuestran – es decir, exhiben, más que prueban deductivamente- las relaciones generales discernibles entre objetos, sucesos y fenómenos naturales” (Toulmin, 1977, p.171). “Modelo teórico al que pertenecen” (Izquierdo, 2005, p. 15).

▪ **R2. Los procedimientos de aplicación de la ciencia.**

“comprenden el reconocimiento de situaciones a las que son apropiadas esas actividades simbólicas” (Toulmin, 1977, p. 170) “operaciones que se pueden realizar” (Izquierdo, 2005, p. 15)

▪ **R3 el lenguaje.**

“incluye los sustantivos – los términos técnicos o nombres de conceptos- y también las oraciones, sean leyes naturales o generalizaciones directas” (Toulmin, 1977, p. 170-171). “Símbolos, representaciones gráficas, ecuaciones básicas...” (Izquierdo, 2005, p.15)

Los aspectos R1. *Técnica de representación* y R3. *Lenguaje* comprenden los aspectos <<simbólicos>> de la explicación científica, *“es la actividad científica que llamamos explicar” (Toulmin, 1977, p.170)*, de tal manera que *“los procedimientos de solución a problemas coexisten al introducir nuevas representaciones, mejorar la terminología e innovar la técnica. Los cambios se producen en alguno de estos aspectos o en todos. La solución de estos problemas provoca la innovación conceptual que hacen avanzar las ciencias y también, pueden hacer aprender ciencias” (Izquierdo, 2005, p.15).*

Para abordar el cambio conceptual Toulmin (1977) establece además, el proceso histórico en las disciplinas intelectuales, un *modelo de población que se puede representar de tres maneras alternativas* (no excluyentes entre sí). Cada una de ellas corresponde a un corte de tiempo sucesivo a través del contenido intelectual de la disciplina, es decir, mediante la evolución de cada uno de los conceptos científicos que la constituyen. I) La primera vía, denominada *transversal* analiza el proceso en una secuencia de “conjuntos representativos”, que abarquen la totalidad de los conceptos vigentes en la disciplina en tiempos sucesivos, esta vía permite enfocar la atención a cuestiones concernientes a la racionalidad, precisamente en lo que respecta a los cambios ‘no lógicos’ entre conjuntos representativos sucesivos de conceptos; II) la vía *longitudinal* o *genealógica*, considera el desarrollo posterior y el destino ulterior de conceptos particulares a lo largo de toda la Historia de su vida, esta vía hace aún más evidente la continuidad racional, y III) la vía *evolutiva* o *combinada*, que permite analizar el cambio conceptual como el resultado de un proceso dual de variación conceptual y selección intelectual, en esta vía se registra explícitamente el hecho de que sólo algunos de los conceptos corrientes de una disciplina son, en cualquier etapa en particular, temas activos de debate e innovación.

Algunos ejemplos sobre cómo evolucionan y cambian los conceptos científicos, en química se pueden apreciar en los trabajos de *Sustancias* de Henao, Stipcich & Moreira (2009); *Afinidad química* de Estany e Izquierdo (1990) y en una de nuestras propuestas sobre *Ley Periódica* de Camacho et al (2006). En otras áreas científicas también se presentan cambios conceptuales, como por ejemplo el trabajo de Vidal (2006) sobre raíz cuadrada y Uribe, Quintanilla, Izquierdo y Solsona (2010) acerca de la evolución del concepto de sangre.

Así pues es importante reconocer que este modelo de cambio científico además de proporcionar categorías para comprender el desarrollo histórico y evolutivo de las ciencias, incorpora criterios que intervienen en la selección de variantes conceptuales, en aquellos *casos claros*, es decir donde hay cambios rutinarios y estos criterios están bien definidos y en aquellos *casos nebulosos*, en donde hay casos excepcionales donde lo que se pone en cuestión son los propios criterios de racionalidad. En ambos casos, se consideran los factores internos que giran alrededor del concepto en madurez, como por ejemplo, los aspectos relacionados con los modelos matemáticos, la disponibilidad de instrumentos, entre otros, y los factores externos, como los sociales, políticos, religiosos. Esto permite afirmar que la construcción de conocimiento científico y la evolución de los conceptos, subyacen de manera compleja y que existen determinados contextos, situaciones y problemas a los que se enfrentan los científicos y las científicas a la hora de proponer determinados conceptos que le permitan describir y representar las ideas sobre el mundo, donde el juicio personal, la comunidad que integran, los contextos a los que pertenecen determinan su propia acción.

Siendo así, es importante considerar que la construcción de conocimiento científico conlleva un ‘movimiento’ de las personas a través de diferentes *planos de análisis y desarrollo* (Labarrere y Quintanilla, 2002) en un solo plano o como tránsito de uno a otro, lo que *“permite avanzar hacia representaciones más complejas y holísticas que describan y analicen la actividad “científica” de los y las estudiantes de una forma más comprensiva y amplia, al tiempo que les permitan al docente de ciencias ser más consciente de los modelos de la actividad del estudiante, de la ciencia que enseña y de sus acciones de enseñanza que subyacen y guían su actividad como*

formador en un área particular del conocimiento” (Sanmartí e Izquierdo, 1997). Estos planos según Labarrere y Quintanilla (2002, p. 126-128) son:

- **P1. El plano personal significativo.**

“se construyen los significados y sentidos de los ‘contenidos problemáticos’ vinculados con el cotidiano de la persona que aprende. Aquí adquieren relevancia los por qué y para qué del enfrentamiento a la solución de problemas; también desempeñan un papel importante los puntos de vista las representaciones y las creencias sobre los problemas, la solución esperada y acerca del propio sujeto como solucionador del problema”

- **P2. El plano instrumental – operativo.**

“Identifica aquellos momentos o fragmentos del enfrentamiento a la solución de problemas en que los recursos de la persona o del grupo que los resuelve están centrados en aspectos tales como el contenido, las relaciones que lo caracterizan, las soluciones posible y las estrategias, procedimientos, y así por el estilo.”

- **P3. El plano relacional social (o cultural).**

“Identificado como espacio generado en la solución grupal o en la interacción netamente pedagógica, hace referencia no sólo a las relaciones que constituyen la trama que se teje en los procesos comunicativos de los alumnos, sino también al conocimiento y la representación que las personas tienen de esas interacciones, así como el dominio y la conciencia que ellos alcanzan respecto a la producción de relaciones deseables, ya sea para la solución de problemas en cuestión o para los propios procesos formativos en los cuales están involucrados.”

2.2 LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA (QUÍMICA) ESCOLAR

A continuación se presentan las principales características y propósitos que tiene en la actualidad la actividad científica (química) escolar, fundamentándola desde el Modelo Cognitivo de Ciencia.

2.2.1 Características y fines de la actividad científica (química) escolar

De conformidad con lo expuesto en el literal anterior y bajo la postura de ciencia como una actividad humana, cognoscitiva que evoluciona según el contexto social, cultural, político y económico, se describe a continuación *qué es la actividad científica escolar*.

La actividad bajo un enfoque cognoscitivo como el que describen la psicología soviética, es definida como *“la transformación práctica del mundo objetivo que lleva a cabo la persona social. En la actividad tiene lugar el paso del objeto a su forma subjetiva, es decir, a la imagen, la cual constituye la base de la orientación de la persona en el mundo.”* (Davidov, 1982, p. 10) es decir, que la actividad del individuo humano constituye un sistema de relaciones en la sociedad, fuera de estas relaciones la actividad no existe en general, como lo sustenta Leontiev (1981), quien además señala, que lo que distingue una actividad de otra es el objeto de éstas, su motivo, que según este autor es lo más importante ya que siempre está la necesidad de responder.

Según Leontiev (1981), las acciones¹ mediante las cuales se realiza la actividad constituyen sus componentes fundamentales, definidos como: *necesidades y motivos, los objetivos y las acciones, los medios y operaciones, el autocontrol y la autoevaluación*, los que pueden transformarse los unos en los otros, pero que además son requisito para la actividad, porque esta se constituye en una *“unidad molar no aditiva de la vida de la persona corporal y material”* (Leontiev, 1981, p.66).

En particular la actividad docente, según lo señala Davidov (1982) tiene como fines *“la formación de conocimiento como convicciones, en el desarrollo en los escolares de la habilidad para orientarse de manera independiente en los conocimientos y aplicarlos en la práctica [...] la actividad del alumno que asimila los conocimientos que le garantizan el desarrollo intelectual”* (Davidov, 1982, p. 10). Así, la actividad escolar, entendiéndola como la transformación práctica de las teorías científicas en el contexto escolar, en donde participan dinámicamente tanto el profesorado como los y las estudiantes, debe promover acciones genuinas, que promueven *una actuación de las personas participantes en un contexto específico, dirigida hacia un objetivo mediante una serie de acciones intencionadas teóricamente, a través de las cuales se construye conscientemente significados, objetivos y personales* que le permite ser un *persona competente* que desarrolla progresivamente un pensamiento teórico, creativo y que construye conocimiento científico, por lo cual esta actividad escolar se constituye en una actividad científica.

¹ Hacen referencia al proceso subordinado a la representación de aquel resultado que habrá de ser alcanzado, es decir el proceso subordinado a un objetivo conciente.

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

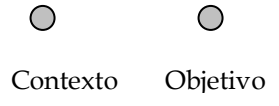
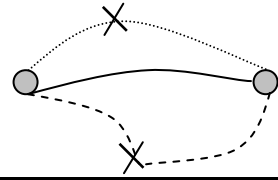
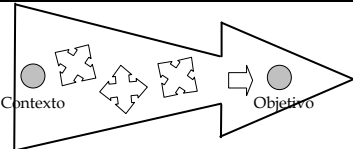
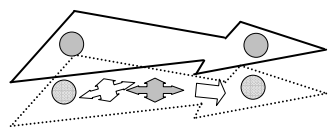
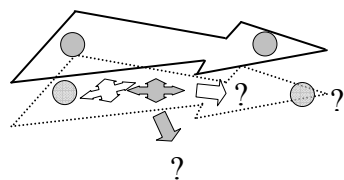
Las reflexiones a propósito de la ‘nueva’ visión de la actividad científica permiten generar fundamentos epistemológicos y didácticos sobre la actividad escolar, Izquierdo y Adúriz (2003) han señalado las siguientes características:

- La importancia de los *procesos metacognitivos*, referidos a las metas que ayudan al estudiantado a pensar de manera autónoma y autorregular sus aprendizajes. Así deben asumir que son los responsables de construir sus conocimientos y en este contexto el modelo cognitivo de ciencia comienza a ser considerado para dar cuenta de la ciencia escolar.
- La importancia de las *concepciones del estudiantado*, que se refiere a las metas de enseñanza relacionadas con cómo enseñar a pensar con teoría científica. Las teorías científicas escolares pueden ser diferentes en contenido y lenguajes a las científicas, pero conservan una relación de similitud (más no de correspondencia) la cual evolucionará al asociar aspectos experimentales, lingüísticos y procedimentales.
- La *transposición Didáctica* es la reconstrucción de la ciencia para ser enseñada (Chevallard, 1990 y Joshua y Dupin, 2004). Para ello, es necesario que los y las estudiantes comprendan que el mundo y/o la realidad presenta algunas características que pueden ser estudiadas teóricamente a partir de la construcción de modelos científicos. No es lo mismo *hacer ciencia* que *enseñar ciencias*, por tanto el profesorado debe establecer relaciones entre los modelos científicos a través del uso de analogías y metáforas para ayudar al estudiantado para moverse desde éstas a la construcción de conocimiento científico.

Las ciencias no se pueden enseñar-aprender-evaluar desconectadas de la actividad científica, en este caso particular de la actividad de los químicos y las químicas, ya que esto constituiría una visión dogmática de la ciencia y no correspondería a la visión que se ha adaptado en esta investigación *visión naturalista pragmática o transformadora de la actividad científica*. Por ello, se asume que la actividad escolar también debe producirse como una actividad científica que les permita la construcción de explicaciones de un hecho científico para entender, para construir las herramientas mentales y discursivas, para comunicar ideas, y para poder intervenir en el mundo, esta actividad científica escolar según Izquierdo y Aliberas (2004), posee tres partes fundamentales: orientadora, ejecutadora y reguladora, como se muestra a través de la Figura 2.2.

Como actividad científica, la actividad escolar tiene propósitos y valores que cambian en el tiempo, tanto para entender al mundo y transformarlo (*objetivos y valores epistémicos*), como para el o la estudiante que se forman como ciudadano o ciudadana en determinados contextos y de acuerdo con valores de convivencia y principios morales (*objetivos y valores humanos y sociales*). Así, la clase de ciencias en general y la de química en particular, debe tener sentido para el estudiantado, más que sentido en sí por los conceptos que se trabajan en el aula. Llevar a acabo una actividad científica escolar es *“llevar adelante una actividad en la cual la experimentación, la modelización y la discusión ‘reguladora’ se entrecruzan para promover una reconstrucción racional de los fenómenos”* (Izquierdo et al, 2007, p.95).

Figura 2.2. Partes de la actividad científica escolar

Parte de la acción		Operaciones	
Orientadora	Establecer condiciones y objetivos		La persona hace una representación de las condiciones del problema. El objetivo es visto como la manera necesaria y deseable de la situación planteada
	Establecer estrategias		Entre las diferentes maneras posibles de resolver el problema, establece la manera más adecuada.
	Establecer operaciones		Planifica y prevé las operaciones que hacer, procura disponer de recursos (materiales y mentales) necesarios
Ejecutadora			Es realizada por medio de las operaciones previstas (representadas abajo) teniendo como referencia el conjunto de acciones (arriba)
Reguladora			Se comparan los pasos y los resultados obtenidos (abajo) con los obtenidos (arriba). A partir de estas operaciones de control, quizás resulte la necesidad de realizar operaciones en vista de las posibles desviaciones, dudas, equivocaciones, mal entendidos o resultados imprevistos. El control se realiza relacionando cada operación, contexto objetivo parcial con los elementos de la acción de la cual forman parte

Basado en: Izquierdo y Aliberas, 2004, p. 76.

2.2.2 La Ciencia (Química) Escolar y el Modelo Cognitivo de la Ciencia

En conformidad con el objetivo de la educación científica, *enseñar a los y las estudiantes a pensar por medio de las teorías para dar sentido al mundo* (Izquierdo, 2000a) o como lo propone la OCDE (2006) *formar personas capaces de tomar decisiones fundadas y de comprender y participar de sociedades donde el conocimiento científico esta inmensamente presente*, se ha reconocido que el modelo cognitivo de ciencia (Giere, 1992) proporciona herramientas desde la epistemología naturalizada (Toulmin, 1977) y de la actividad científica escolar (Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2003), para la construcción de modelos con fines cognitivos, epistémicos y valóricos en un momento histórico, social y cultural determinado, los que permiten dar cuenta de la ciencia escolar, específicamente de la química en el contexto educativo.

La idea central de la ciencia cognoscitiva es que los hombres y mujeres producen representaciones internas de su ambiente, así como de sí mismos, *representaciones internas mentales* se denominan como 'esquemas' 'mapas cognoscitivos' 'modelos mentales'. Estas representaciones pueden ser de mayor o menor complejidad, mediante por ejemplo el uso de símbolos, fórmulas y pueden constituir teorías mediante *familias de modelos*. Esta construcción de modelos o representaciones de los hechos del mundo en hechos fundamentados con teoría científica, constituyen un proceso de *modelización científica*, en el que tanto los químicos y las químicas como los escolares atribuyen sentido a la actividad científica.

En este proceso de modelización científica, se construyen representaciones de *similitud* más no de correspondencia (no son conexiones lógicas), en vista que éstas van a caracterizarse por ajustarse a ciertos aspectos y grados, a diversos propósitos, representaciones limitadas que no son verdaderas ni falsas, sólo describen ciertos hechos para los cuales dan explicaciones. Así las representaciones que se construyen y reconstruyen pueden recurrir a analogías y metáforas que permiten la *evolución* de estas representaciones en *modelos teóricos* de diversa naturaleza que permiten comprender y explicar el mundo, desde esta perspectiva se puede asumir este proceso como *cambio conceptual*, en el cual se construyen activamente representaciones mediante procedimientos problemáticos de la misma manera como se ha visto que ocurre en la Historia de la Ciencia, por esta razón los procesos históricos proporcionan un modelo para la actividad de aprendizaje. Es decir, que las representaciones *evolucionan* admitiendo procesos de variabilidad, adaptación y selección, por lo que el estudio cognitivo de la ciencia da lugar a una epistemología evolutiva (Toulmin, 1977).

Según señala Izquierdo *et al* (2007), los procesos de modelización científica en el contexto escolar son más complejos porque tienen dos dimensiones principales que se han de considerar simultáneamente:

- La *intervención en los fenómenos* que van a ser científicos porque generan preguntas que se van a poder responder mediante los modelos científicos.
- El *desarrollo personal del estudiantado* y la superación de sus problemas de aprendizaje.

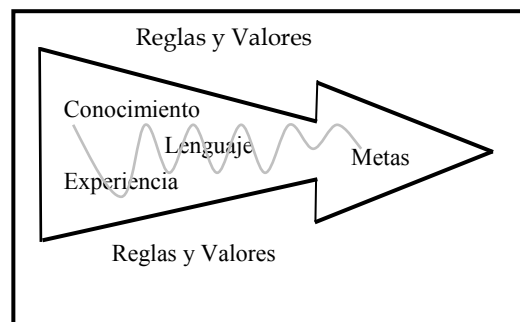
De tal manera, que la autora establece la necesidad de formular preguntas relevantes para los y las estudiantes, para llegar a comprender cómo funcionan, pero que a la vez se ha de aprender a identificar las dudas y dificultades en cada uno de ellos y ellas. Esto hace que se reconsideren los programas curriculares de educación en química particularmente, se orienten hacia la enseñanza-aprendizaje-evaluación de hechos relevantes en la disciplina y que puedan dar lugar a una intervención significativa para los participantes del proceso educativo, la formulación de preguntas (Márquez, 2006) y los procesos reflexivos de la actividad escolar. “No es la ciencia de los químicos la que decide los contenidos de la química escolar, sino una reflexión propia del profesorado de ciencias, para identificar qué cosas se van a aprender a partir de aquella actividad científica escolar que sea factible” (Izquierdo et al, 2007, p.100).

Las teorías científicas escolares son diferentes de las teorías científicas eruditas tanto en sus aspectos representacionales como lingüísticos (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001), aún en cuando ambas están caracterizadas por su poder explicativo es decir, las primeras evolucionarán cada vez a teorías más elaboradas incorporando y/o mejorando su *lenguaje, técnicas de representación y procedimientos de aplicación*. Como señala Izquierdo et al (2007), el *lenguaje* y la *experimentación* son dos elementos importantes para el modelo cognitivo de la ciencia escolar, son instrumentos para construir ideas científicas en la medida en que se piensa, se actúa y se comunican.

La actividad científica (química) escolar bajo el modelo cognitivo considera además una *relación reticular* entre los elementos cognitivos que intervienen en el razonamiento científico *conocimiento, experiencia y lenguaje* (Guidoni i Mazzoli, 1990 citado en Izquierdo y Aliberas, 2004). La experiencia es

el camino de interacción directa con la realidad, el conocimiento viene cuando la realidad material es reconstruida a través del lenguaje de manera autónoma, cada uno de estos elementos requiere del otro para lograr una actividad científica funcional. *La construcción del hecho científico*, que es la tarea cognitiva más compleja requiere de actuación material, el modelo instrumental y el modelo del fenómeno (teórico), pero además, como lo señala Laudan (1986) estos elementos se encuentran relacionados para cumplir una meta '*saber para qué*' al reconocer que la actividad científica es una actividad humana intencionada y por ello también se consideran *valores y reglas* que garantizan el proceso (Figura 2.3).

Figura 2.3. Conocimiento, lenguaje, experiencia, valores y reglas: elementos que se interrelacionan e intervienen en el razonamiento científico.



Tomado de: Izquierdo y Aliberas, 2004, p. 42.

2.3. FORMACIÓN CONTINUA DEL PROFESORADO DE QUÍMICA

En este apartado se da cuenta sobre los principales retos y desafíos que se proponen para la formación continua de docentes de ciencias, estableciendo como un aspecto relevante las concepciones del profesorado, en particular sobre la actividad científica desde una visión racionalista moderada y naturalista pragmática. Posteriormente, se fundamenta teórica y epistemológicamente el modelo de intervención, como una estrategia de formación importante para contribuir al cambio de concepciones en el profesorado y a una práctica profesional docente que permita promover y desarrollar competencias de pensamiento científico.

2.3.1. Retos y Desafíos de la Formación Continua del Profesorado de Ciencias

Existe consenso en asumir la formación del Profesorado en general y de Ciencias en particular, como uno de los aspectos más importantes en la educación, así en los últimos años se ha señalado como una Meta Educativa en la agenda de la generación de los Bicentenarios (OEI, 2008), en vista que se considera que *“sin la competencia y la colaboración de la mayoría del profesorado, no es posible el cambio y la mejora de la educación”* (OEI, 2008, p. 92).

Según se expone en las META EDUCATIVAS 2021, la formación del profesorado es compleja y es un problema aún no resuelto en el que intervienen diferentes factores.

“la situación del profesorado está inmersa en un conjunto de tensiones difíciles de resolver [...] La principal contradicción con la que se enfrentan los docentes es la que deriva del nuevo rol que se les exige pero sin que se altere su estatus profesional. Se les pide que sean competentes para dar una respuesta eficaz a la diversidad de los alumnos, que integren su enseñanza en los parámetros de la sociedad de la información, que sean capaces de interesar a sus alumnos, de orientarlos y de colaborar con las familias para que se impliquen en la acción educadora. Sin embargo, su formación, sus condiciones de trabajo, su valoración social y su desarrollo profesional se mantienen invariables en la mayoría de los casos”.

(OEI, 2008, p. 92).

Así, se establece como un reto prioritario establecer nuevas estrategias de formación docente enfocadas a los nuevos desafíos de la sociedad, pero también orientadas hacia un perfil profesional competente, que conlleve a un profesorado que desarrolle habilidades metacognitivas que le permitan tomar decisiones para desempeñar su práctica docente.

Desde esta perspectiva se definen retos y metas para una nueva cultura de la Educación Científica, más específicas asociadas con: a. El mejoramiento del conocimiento del profesorado en relación con la disciplina científica que enseñan, en particular lo que tiene que ver con el conocimiento del contenido de enseñanza y el conocimiento didáctico; b. El cambio en las concepciones del profesorado hacia enfoques constructivistas; c. El rol del profesor como diseñador de proyectos curriculares e investigador de su quehacer profesional y, d. El desarrollo de actitudes y prácticas docentes colaborativas, críticas y autónomas (Sánchez y Valcárcel, 2000).

En particular, a continuación se hará mención al cambio en las concepciones del profesorado de química y la relación de estas con su quehacer en la actividad científica escolar, citando algunos antecedentes y mostrando

propuestas que permiten contribuir al mejoramiento de la formación continua docente.

2.3.2 Concepciones del Profesorado de Ciencias

Los resultados de los Proyectos FONDECYT 1070795 y FONDECYT 1095149 (Quintanilla *et al*, 2009; Quintanilla *et al*, 2010), así como otras investigaciones en el campo de la Didáctica de las Ciencias Experimentales (Copello y Sanmartí, 2001; Angulo, 2002; Mellado, 2001; Contreras, 2009; Ravanal y Quintanilla, 2010) sustentan que existe una distancia entre las propuestas curriculares y la actividad científica escolar, ya que el profesorado de ciencias tiene visión de ciencia, sus métodos y naturaleza de carácter positivista, una imagen de ciencia descontextualizada y ahistórica, dando poco énfasis a las dimensiones sociales, valóricas, culturales y creativas de la ciencia (Izquierdo, 2000b; Matthews, 1994; Mellado, 2001; Quintanilla *et al*, 2006).

Esta distancia según varios autores persiste a pesar que el profesorado haya vivido momentos de reformas o cambios en el currículo escolar o cambios en la estructura del currículo y los contenidos a enseñar, siendo posible afirmar que las concepciones del profesorado constituyen obstáculos para introducir novedades en las prácticas docente (Astudillo, Rivarosa y Ortiz, 2008) o cambios curriculares (Gluber & Williamson, 2009) y por tal razón, se concibe la urgencia de proponer estrategias que permitan el cambio conceptual de las concepciones del profesorado desde una visión tradicional hacia una visión de ciencia, bajo el modelo cognitivo (Giere, 1992).

Al respecto se han elaborado propuestas donde se establece la focalización del profesor de ciencias en el proceso de cambio conceptual, es decir un papel fundamental de la metocognición del profesorado de tal manera que se promuevan cambios apropiados (Angulo, 2002) no sólo relacionado con sus ideas acerca de la enseñanza y el aprendizaje y los roles, docente y estudiante, sino que le permita a las personas cuestionar el saber erudito y el saber hacer relacionado con su acción docente y profesional (Quintanilla *et al*, 2006).

En consecuencia con lo señalado, se percibe la necesidad de identificar y caracterizar concepciones acerca de la ciencia, principalmente en relación a la Naturaleza e Historia de la Ciencia, para luego comprender su noción de Competencias de Pensamiento Científico y evaluar si dichas concepciones están correlacionadas o no, así como si son coherentes con lo que la sociedad actual demanda.

A continuación, se describen cada una de estas concepciones, según lo señalado por Quintanilla *et al*, (2006).

- *Naturaleza de la ciencia*: 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 crítica en función de una finalidades humanas.

Se indaga acerca de lo que el profesorado considera en cuanto: la objetividad de la ciencia; la metodología de la investigación científica, la evolución y transformación del conocimiento y la confiabilidad, el carácter experimental y rigurosidad de la ciencia.

- *Historia de la Ciencia:* Se considera 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 científico; permite que tanto profesorado como estudiantes expliciten, comuniquen y estructuren sus ideas acerca de la ciencia, comprenda que los modelos científicos son modificables y que por tanto, el conocimiento científico actual es susceptible de ser evaluado y transformado. Se propone identificar las concepciones que el profesorado de química tiene en cuanto la construcción histórica de las ciencias, la relación entre el modelo cognitivo de ciencia y la actividad científica, así como la relación con la construcción del conocimiento científico, su valoración, elaboración y divulgación.

2.3.3 Modelos de Intervención en la Formación Profesional Docente

Para el cambio en las concepciones y la práctica docente, Copello y Sanmartí (2001) declaran que son importante las acciones formadoras que *“partan de sus concepciones y prácticas, favorezca una toma de conciencia y de decisiones que, a su vez genere mejoras en el proceso de enseñanza – aprendizaje en el aula”* (p. 270), de forma tal que el profesorado alcance una fundamentación teórica de su actuación, congruente con los nuevos conocimientos que sobre el

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias se van elaborando. Con este objetivo se han propuesto diferentes modelos de formación continua del profesorado de ciencias de los que se distinguen dos grandes tipologías:

- *Modelos de formación específica o sobre nuevas orientaciones:* Realizados habitualmente fuera del campo de actuación del docente, corriendo el riesgo de ser algo externo y donde posteriormente, el profesorado deberá integrar luego por su cuenta la dicha formación. Según Copello y Sanmartí (2001) y Mellado (2001), suelen ser poco eficaces, excepto para una minoría que comparta el marco teórico, el discurso y que ya este dispuesta a cambiar, los cambios asociados suelen estar más relacionado con la discusión o colaboración entre los participantes que por la transmisión del experto de nuevos modelos (Garriet *et al*, 1990, citado en Mellado, 2001).
- *Modelos de Intervención:* Cuya finalidad es transformar la práctica, según Mellado (2001), es necesario una cierta insatisfacción y conflicto por ello, es necesario considerar temáticas propias a los participantes, en donde se promueven procesos de reflexión epistemológica en relación a su saberes y su práctica, favoreciendo la autorregulación de sus concepciones y la mejora de su práctica.

Los modelos de intervención, se caracterizan por ser desarrollados en la institución del docente, en donde se reconoce el valor del discurso del profesorado en la movilización de concepciones acerca de la ciencia, su enseñanza y aprendizaje, los cuales se centran en la problematización del pensamiento y su práctica de ciencias o química en este caso. En

correspondencia con la visión epistemológica asumida en la investigación, se opta por asumir este modelo de formación ya que permite proponer acciones *orientadoras* que les permiten a los participantes establecer condiciones, objetivos, estrategias, operaciones, así como también acciones *ejecutadoras* y *reguladoras*, generando espacios de metacognición y promoviendo así nuevas miradas sobre las prácticas profesionales docentes.

Estos modelos de formación que promueven un desarrollo profesional centrado en la reflexión en y sobre la práctica para problematizar y reformular esquemas y concepciones que subyacen a la misma (Astudillo, Rivarosa y Ortiz, 2008), son considerados como sistemas dinámicos de interrelaciones entre personas y la cultura, como manifestación histórica, simbólica y subjetiva, mediada discursivamente (Coll y Edwards, 1996; De Longhi, 2000 citado en Astudillo, Rivarosa y Ortiz, 2008), donde las concepciones suponen la interrelación entre el lenguaje y los modos y procesos de pensamiento, comprensión y representación del mundo (Martins, 2001 citado en Astudillo, Rivarosa y Ortiz, 2008).

Por ende, se asume que los espacios de formación docente, configuran un escenario social y comunicativo, en donde el discurso de los participantes genera un proceso de construcción de significados, determinado por el contexto, es decir, por el grupo profesional en cuestión, así la construcción de significados conlleva a la movilización y reconstrucción de las concepciones de los docentes.

De esta manera dichos escenarios se desarrollan a través de diversas actividades secuenciadas que se caracterizan por promover instancias metacognitivas en donde el profesor piensa alternativamente como persona que

aprende y que enseña, lo que según Astudillo, Rivarosa y Ortiz, (2008) pone en juego el dominio de conocimientos de la ciencia para luego desde la experiencia re-pensar su práctica y elaborar propuestas alternativas. Según Sanmartí (2000), en este esquema secuenciado se incluyen actividades de iniciación; actividades para promover la evolución de los modelos iniciales; actividades de síntesis y actividades de generalización y transferencia a otros contextos.

Entre las estrategias propuestas para desarrollar actividades en los modelos de intervención docente, Astudillo, Rivarosa y Ortiz, (2008) señalan con gran interés el potencial epistémico de la producción escrita, la lectura de textos específicos y la producción discursiva en base a fuentes, entre otras que permitan explicitar, revisar y reformular las concepciones del profesorado, como la socialización de las producciones escritas; la redefinición de problemas extraídos de artículos; actividades de metarreflexión escrita; definiciones espontáneas; síntesis de nuevas ideas; registro escrito de actividades proyectivas; producción de relatos; lectura de relatos históricos; análisis de textos escolares; elaboración de secuencias Didácticas, etc.

2.4 COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO (CPC) EN LA QUÍMICA ESCOLAR

A continuación se discuten la noción teórica de competencias científicas y Competencias de Pensamiento Científico, asumiendo la complejidad de este proceso y el papel protagónico de la persona en el logro de dichas competencias. También, se señala la importancia de continuar con la discusión teórica al respecto, ya que es un tema emergente y de gran valor para los desafíos de una nueva cultura docente. Finalmente, se discute la noción de explicación científica desde diferentes puntos de vista y se propone algunas características que permiten redefinirla como una Competencias de Pensamiento Científico.

2.4.1 ¿Qué son las Competencias de Pensamiento Científico?

El significado de la palabra competencia proveniente del latín *competentia*, ha evolucionado y cambiado en los últimos años. Al principio se relacionaba con *disputa o contienda entre dos o más personas sobre alguna cosa*; posteriormente, con *saber hacer algún oficio determinado*, es decir, con la realización de un trabajo específico de alguien, de allí que toma su carácter de *acción*, la cual es intencionada y tiene correspondencia con los objetivos tanto individuales como colectivos, de allí que la competencia se vaya inscribiendo en un carácter social y comunitario. Si bien este concepto ha evolucionado y se ha resignificado, al parecer no existe un consenso sobre su significado en la actualidad (Gimeno, *et al* 2008), al respecto señala Perrenoud (2008, p.23) *“no existe una definición clara y unánime de las competencias. La palabra se presta para usos múltiples y nadie podría tener LA definición”*. Tobón *et al* (2006) además incorpora a esta controversia las

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

concepciones que subyacen en las distintas áreas disciplinares como la lingüística, la psicología, sociología entre otras.

Debido a esta polisemia de significados para el término competencia se asume en conformidad con lo que describe Tobón *et al* (2006), que estas son procesos complejos de desempeño, es decir, que se abordan de manera integral, como un tejido sistemático y no fragmentado; se requiere un desempeño tanto en actividades, como con respecto al análisis y resolución de problemas, y referencia a la idoneidad en el actuar. Así Tobón (2005) define una competencia como *“procesos complejos de desempeño con idoneidad en determinados contextos, tendiendo como base la responsabilidad”*. Es decir, que la competencia no está sólo reducida al saber hacer, sino que además está relacionada con la dimensión *afectiva y motivacional* y la dimensión *cognoscitiva*.

En cuando las competencias en ciencias, desde los últimos años se ha aludido bastante en relación a estas y el aprendizaje científico. Sí bien durante los años 2000-2005 estas se enfocaron sólo a la capacidad de emplear conocimiento científico, desde una perspectiva instrumental – pragmática como lo señalaban las definiciones de la OCDE entre 1999 y 2003

“La competencia científica es la capacidad de emplear el conocimiento científico para identificar preguntas y extraer conclusiones basadas en hechos con el fin de comprender y de poder tomar decisiones sobre el mundo natural y sobre los cambios que ha producido en él la actividad humana”

(OCDE, 1999, 2000, 2003).

En la actualidad se evidencia una gran movilidad hacia el plano personal significativo, es decir hacia los procesos cognitivos y afectivos de la persona, así la OCDE en el 2006 propone un nuevo enfoque para las competencias

científicas, recuperando lo que ya se mencionaba por Izquierdo (2000a), una actividad con valor y sentido para las personas que construyen y reconstruyen su conocimiento.

“PISA 2006 se propone evaluar los aspectos cognitivos y afectivos de la competencia científica de los alumnos. Los aspectos cognitivos incluyen el conocimiento al que han de recurrir los alumnos, así como su capacidad de hacer uso del mismo de forma eficiente cuando llevan a cabo ciertos procesos cognitivos propios de las ciencias y de las investigaciones científicas que tienen relevancia a nivel personal, social y global. A la hora de evaluar las competencias científicas, PISA se interesa particularmente por aquellas cuestiones a las que el conocimiento científico puede realizar una aportación y que, ahora o en un futuro, harán que los estudiantes se vean involucrados en los procesos de toma de decisiones”

(OCDE, 2006, p.22)

Sí los fines de la evaluación PISA están orientados con la competencia científica y relacionan algunas de las dimensiones de Delors (2002) en cuanto al *aprender a conocer* del conocimiento científico (de la ciencia y sobre la ciencia); el *aprender a hacer* de los procedimientos y técnicas de la ciencia y el *aprender a ser* en relación con las decisiones que se toman; también es cierto que esta ‘nueva’ definición sugiere a alguien que tenga la *“capacidad de responder con éxito a las exigencias personales y sociales que nos plantea una actividad (científica en este caso) o una tarea cualquiera en el contexto del ejercicio profesional e implica dimensiones de tipo cognitivo, como cultural o valórico”* (Quintanilla, 2006, p.27-28), y desde esta perspectiva tiene sentido hablar de *persona competente* y relacionarlo con sus *Competencias de Pensamiento Científico* .

2.4.2 Competencias de Pensamiento Científico. Un enfoque Cognoscitivo

Aún en cuando es difícil establecer LA definición precisa de competencias según la literatura especializada, es posible definir algunas características que permiten evidenciar que es lo que se espera que *la persona competente* haga en torno a una situación problemática específica. Por ejemplo, como lo propone Quintanilla, (2006), las competencias, especialmente en el campo de la educación científica, corresponden a 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), dependen de la persona y de su contexto: *“Los conceptos y las aproximaciones son voces y discursos que tienen significados distintos para contextos distintos”*.

Es decir, que la competencia *“expresa cierta expectativa de la actuación que la sociedad o un grupo determinado espera de las personas”* (Labarrere, 2006). Por ello, algunos autores (Gonzci y Athanasou, 1996) la conciben como una compleja estructura de atributos necesarios para el desempeño de situaciones específicas, como una compleja combinación de atributos (conocimientos, actitudes, valores y habilidades) y acciones que se deben ejecutar para enfrentarse a determinadas situaciones. Este carácter holístico, integra y relaciona las acciones (orientadoras, ejecutaras y reflexivas) de manera intencionada por la persona, tomando en cuenta las características de la propia actividad. Dada a esta complejidad que supone el concepto de competencia, se enuncian diferentes pero integradas dimensiones de las competencias según algunos autores (Delors, 2002; Quintanilla, 2006; Chamizo e Izquierdo, 2007) las cuales son: a) *ser*, b) *saber*, c)

saber hacer, d) saber comunicar y e) querer hacer que permiten que la persona competente transite de uno a otro plano de desarrollo.

A partir de estas características es posible afirmar que, la persona *competente* que se desea formar mediante la actividad científica escolar debe entre otros aspectos, *ser capaz de representar, explicar, intervenir y transformar el mundo en el que convive con teoría científica, de manera autónoma, autorregulada, creativa e independiente, según sus necesidades y motivos, sus objetivos y acciones, los medios y operaciones que utiliza para enfrentar la situación problemática.*

2.4.3 Competencias de Pensamiento Científico en la Actividad Química Escolar

Chile ha participado en diferentes evaluaciones internacionales como PISA 2006 y TUNIG 2003 para evaluar el desempeño de sus estudiantes en Ciencias. Si bien el objetivo de esta sección no es discutir los resultados, pues ya se comentaron en el capítulo 1, a continuación se hace una breve descripción sobre cuál es la noción de competencias científicas que se evalúan en estos ámbitos internacionales.

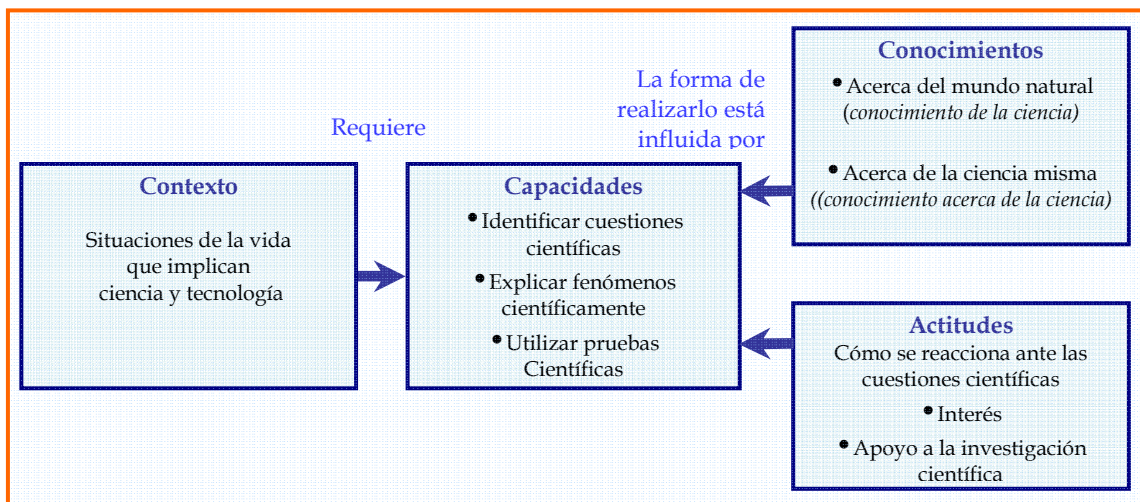
Al respecto de esta noción, en PISA 2006 se define *la competencia científica* como:

“La capacidad de utilizar el conocimiento y los procesos científicos, no solo para comprender el mundo natural, sino también para intervenir en la toma de decisiones que lo afectan”.

(OCDE, 2006, p. 13)

La cual puede caracterizarse por cuatro aspectos interrelacionados (Figura 2.4) a. *Contexto*, referido a situaciones de la vida que implican ciencia y tecnología, relacionadas con el yo la familia y sus compañeros (personal), la comunidad (social) y la vida a escala mundial (global); b. *Conocimientos*, de la ciencia (sistemas físicos, sistemas vivos, sistemas de tierra y espacio, sistemas tecnológicos) y acerca de la ciencia misma (investigación científica y explicaciones científicas); c. *Capacidades*, de las que señala tres específicas (identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos científicamente y utilizar pruebas científicas) y d. *Actitudes*, es decir cómo el estudiantado reacciona ante las cuestiones científicas (interés, apoyo a la investigación científica y sentido de la responsabilidad). Así a través de diferentes situaciones se interrelacionan los cuatros aspectos a fin de evaluar la competencia científica de los y las estudiantes.

Figura 2.4. Marco de la evaluación de PISA 2006



Tomado de: OCDE, 2006, p. 27.

Sí bien el Proyecto Tuning tiene su última versión en el 2007, donde se evaluaron competencias profesionales, no se considera este análisis al no situarse en el contexto de la actividad científica escolar. Por tal razón, sólo se hace alusión seguidamente a las competencias que se señalaban en Tuning (2003) donde se describían las siguientes competencias que el estudiantado debía alcanzar una vez terminara el primer ciclo, así él o la estudiante debería ser capaz de:

- *demostrar su familiaridad con las bases de fundamentales y la historia de su propia disciplina de especialización*
- *comunicar de forma coherente el conocimiento básico adquirido*
- *colocar la información nueva y la interpretación en su contexto*
- *demostrar que comprende la estructura general de la disciplina y la conexión con sub-disciplinas*
- *demostrar que comprende y que es capaz de implementar métodos de análisis crítico y desarrollo de teorías*
- *implementar con precisión los métodos y técnicas relacionados con su disciplina.*
- *demostrar que comprende la investigación cualitativa relacionada con su disciplina*
- *demostrar que comprende las pruebas experimentales y de observación de las teorías científicas.*

(Tuning, 2003, p. 43- 44)

Con respecto a las competencias del área temática (química) Tuning (2003, p. 128-129) propuso más que competencias en sí, desde lo que se ha aludido aquí como tal, contenidos conceptuales relacionadas sólo con la dimensión del *saber*, en especial relacionadas con el conocimiento de la química, así:

- *aspectos principales de terminología química, nomenclatura, conversiones y unidades.*
- *tipos principales de reacción química y sus principales características asociadas.*

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

- *principios y procedimientos empleados en el análisis químico y la caracterización de compuestos químicos.*
- *características de los diferentes estados de la materia y las teorías empleadas para describirlos.*
- *principios de la mecánica cuántica y su aplicación en la descripción de la estructura y propiedades de átomos y moléculas.*
- *principios de termodinámica y sus aplicaciones en química.*
- *cinética del cambio químico, incluyendo la catálisis y los mecanismos de reacción.*
- *principales técnicas de investigación estructural, incluyendo la espectroscopia.*
- *propiedades características de los elementos y sus compuestos, incluyendo las relaciones entre grupos y sus variaciones en la tabla periódica.*
- *propiedades de los compuestos alifáticos, aromáticos, heterocíclicos y organometálicos.*
- *naturaleza y comportamiento de los grupos funcionales en moléculas orgánicas.*
- *rasgos estructurales de los elementos químicos y sus compuestos, incluyendo la estereoquímica.*
- *principales rutas de síntesis en química orgánica, incluyendo las interconversiones de grupos funcionales y la formación de los enlaces carbono – carbono y carbono – heteroátomo.*
- *relación entre propiedades macroscópicas y propiedades de átomos y moléculas individuales, incluyendo las macromoléculas.*
- *química de las moléculas biológicas y sus procesos.*

No obstante a la propuesta explícita de las competencias a nivel institucional, se ha evidenciado que existe poca relación entre las Competencias de Pensamiento Científico que se evalúan y la noción teórica que se maneja en la actividad científica escolar, retomando de nuevo el hecho que existe una distancia entre las propuestas curriculares, en este caso sobre las competencias y la actividad científica escolar, tal como se había señalado anteriormente acerca de las concepciones del profesorado. Por ejemplo, los resultados de los proyectos FONDECYT 1070795 y FONDECYT 1095149, han demostrado empíricamente, que en el discurso del profesorado hay dificultad para caracterizar las Competencias de Pensamiento Científico y que dicha noción,

está relacionada con ‘estar por sobre los otros’, noción de competencia como competición; sin relacionarla con una dimensión cognitiva y axiológica, asumiéndola sólo desde un plano del desempeño, *saber hacer*, dejando de lado la noción de *persona competente* (Quintanilla *et al*, 2009).

Así mismo estos proyectos han demostrado que el profesorado, a través de su discurso hace una distinción entre Competencias de Pensamiento Científico específicas y genéricas, distinción confusa en la medida que relaciona estas últimas como habilidades generales; conocimientos; soluciones y/o niveles de comprensión. De igual forma la evaluación de dichas competencias es caracterizada por el profesorado como un proceso para saber cuánto conocen o han aprendido sus estudiantes, es decir, se concibe fundamentalmente como un producto del ‘proceso educativo’ (Quintanilla *et al*, 2010).

Estos resultados demuestran claramente la insuficiente representación de la competencia de pensamiento científico en la actividad científica escolar, como:

Competencia de Pensamiento Científico: “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 teorías (racionalidad moderada) con el mundo (razonabilidad compartida)”

(Quintanilla, *et al*, 2009).

2.4.4 La explicación Científica. Una Competencia de Pensamiento Científico

La idea de la *explicación científica* ha sido una preocupación teórica importante durante la historia y epistemología de la ciencia (Hempel 1965; Giere, 1992; Rosenberg 2000); así han surgido investigaciones en el campo de la Didáctica de las Ciencias que buscan profundizar al respecto en las aulas de ciencias, estableciendo diferentes diseños a fin de comprender el papel de la explicación (junto con la argumentación y justificación) en la metodología científica, la teoría de la elección, cambiar la teoría, y la comunicación de la ciencia (Izquierdo & Adúriz- Bravo, 2009).

Sanmartí e Izquierdo (1998) consideran que hay una actividad que se considera básica, la cual es la *explicación* porque *“lo que nos interesa es la comprensión el establecimiento de relaciones, la negociación de significado en el aula”* (p.184). Wartofsky (citado en Sanmartí e Izquierdo, 1998) señaló que *“explicar algo es haber llegado a entenderlo de tal manera que uno sea capaz de hacer que otro lo entienda”*.

En este sentido Welsh (2002) afirma la importancia de hacer hincapié en la estructura de las explicaciones en la enseñanza de la química, en vista que esta ciencia se ha construido a través de explicaciones científicas que por lo general ayudan al estudiantado a comprender mejor lo que aprenden. Él propone que muchas explicaciones correlacionan diferentes partes, estructura a la que ha denominado *FaCTs*, (Hechos) donde la "F" significa "forma"; "C", su composición, y "T" la teoría. Entonces, *“una explicación científica tiene cuatro partes de acuerdo a los FacTs que se pretenden establecer. Cuando una "teoría" (Parte 1)*

correspondiente a la química es aplicada a la "composición" (Parte 2) y "forma" (Parte 3) de uno o más átomos de interés, entonces las conclusiones o deducciones resultantes de la aplicación de lo que la teoría debe ser coherente con los "hechos" (Parte 4) observados" (Welsh, 2002, p. 94)

Sin embargo, existen diferencias entre identificar la explicación como una habilidad cognitivo lingüística indispensable para *hablar y escribir para aprender ciencias*, y como una *capacidad relacionada con Competencias de Pensamiento Científico*. Con respecto a la explicación como habilidad cognitivo lingüística, Jorba (2000) propone que esta consiste en *"producir razones o argumentos de manera ordenada. Establecer relaciones entre las razones y argumentos que lleven a modificar un estado de conocimiento"* (p. 43).

Además, Sanmartí e Izquierdo (1998) precisan otros atributos necesarios para la construcción de una explicación científica, que son:

- Estructurar el texto de una manera expositiva, con un inicio, un desarrollo y una conclusión.
- Desarrollar una situación inicial mostrando los hechos nuevos que después permiten llegar a una conclusión.
- Relacionar los hechos nuevos y los conocidos de manera fácil de aceptar, porque se ha aplicado a situaciones analógicas; la novedad está en las informaciones concretas que se ofrecen o en las conexiones entre estas informaciones, pero no en los dos aspectos a la vez. En general estas relaciones son causa-efecto.
- Seleccionar hechos relevantes e interesantes; el alumnado puede ser muy creativo al ofrecer una explicación y elaborar textos parecidos a los literarios.

- Situar toda la explicación en un contexto temático bien caracterizado.
- Ofrecer una nueva perspectiva que permite hacer inferencias, siempre a nivel factual de “cosas que pueden pasar o no pueden pasar”

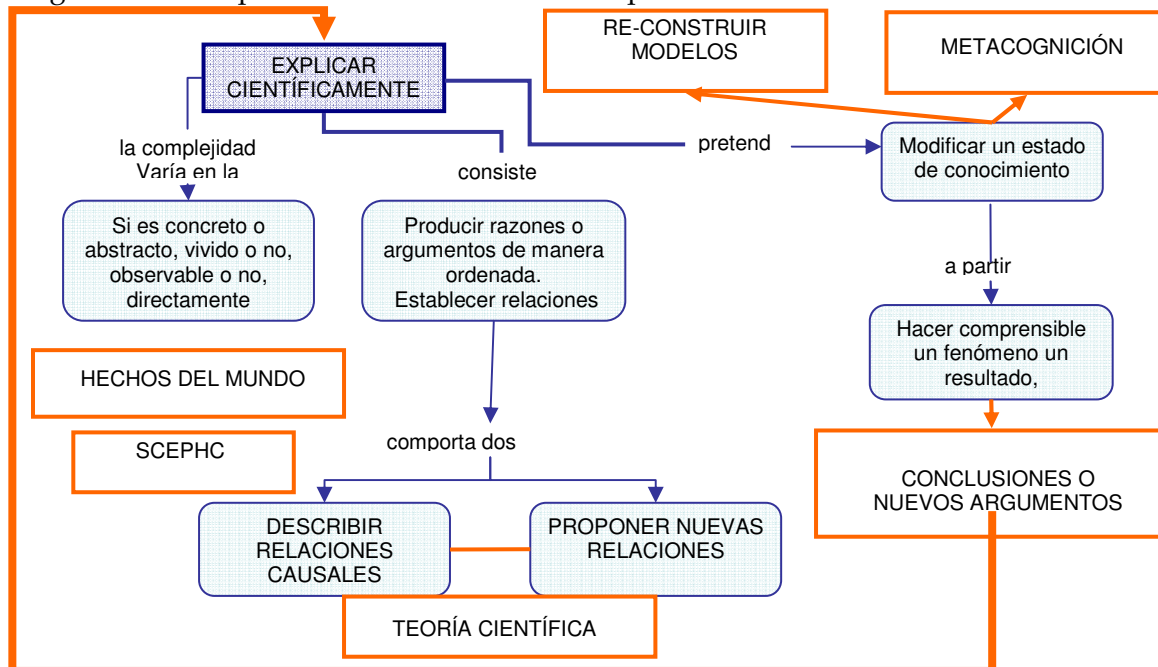
Como competencia científica, la explicación ha llamado la atención de la OCDE, como una capacidad importante de desarrollar en la educación científica, así esta ha sido *“aplicar el conocimiento de la ciencia a una situación determinada; describir o interpretar fenómenos científicamente y predecir cambio e identificar las descripciones, explicaciones y predicciones apropiadas”* (OCDE, 2006, p. 30).

En general se observó que la explicación científica está asociada con la capacidad que tiene el estudiantado de construir relaciones teóricas coherentes sobre distintos fenómenos naturales y que este proceso implica proponer relaciones nuevas, elaborar conclusiones las cuales suponen modificaciones de un estado de conocimiento. No obstante, en el desarrollo de la competencia también se contempla la complejidad de estos procesos dentro del pensamiento de la persona que construye su competencia y cómo esta toma decisiones sobre lo que debe saber hacer, saber conocer, saber comunicar y saber ser. Así la *Persona competente debería ser capaz además de representar el mundo en el que convive con teoría científica, tomar decisiones que le permitan intervenir y transformarlo de manera autónoma, autorregulada, creativa e independiente, según sus necesidades y motivos, sus objetivos y acciones, los medios y operaciones que utiliza para enfrentarse a una situación problemática.*

De esta manera la explicación científica se puede caracterizar como una Competencia de Pensamiento Científico (Figura 2.5), esencial para la actividad

química escolar, ya que la persona competente construye y reconstruye sus explicaciones a través de procesos de modelización que demuestran la comprensión conceptual que tiene de un fenómeno a través de la teoría científica. Para esto desarrollará diferentes procesos relacionados con sus conocimientos, el contexto, su ser y su actuar. Esta visión de la explicación científica sugiere además, como un aspecto relevante el rol significativo y personal, metacognitivos, afectivos y emocionales, que le otorgue la persona durante la construcción de su competencia. Para la promoción y desarrollo de esta competencia es importante proponer verdaderas situaciones científicas escolares problematizadoras, las cuales pueden considerar aspectos desde la historia de la ciencia como se cita en Camacho y Quintanilla (2008).

Figura 2.5. La explicación científica como Competencia de Pensamiento Científico



Modificado de Jorba, 2000, p. 43.

2.5. LA HISTORIA Y LA EPISTEMOLOGÍA DE LA CIENCIA (HC). UNA PERSPECTIVA PARA LA QUÍMICA ESCOLAR

En este apartado se da cuenta de la noción teórica de Historia de la Ciencia como una metaciencia científica que aporta favorablemente a la Química Escolar y por ende, puede ser una manera significativa de considerar al enseñar química, en particular la teoría electroquímica, de una visión racionalista moderada y naturalista pragmática, promoviendo competencias de pensamiento científico.

2.5.1 Historia de la Ciencia y Epistemología de la Ciencia como metaciencias

Antes de mencionar y explicar los aportes de la Historia de la Ciencia a la promoción y desarrollo de Competencias de Pensamiento Científico en el aula de química, es importante situarse teóricamente para dar cuenta del concepto de Historia de la Ciencia apropiado para la actividad científica escolar. En concordancia con lo mencionado en los párrafos anteriores, se concibe la ciencia y por ende, la actividad científica desde una perspectiva profundamente humana, una construcción social que se desarrolla y aplica en diversos ámbitos para producir transformaciones; no hay descubrimiento ni justificación del conocimiento de manera 'ahistórica'. Existen diferentes contextos que interactúan y se desarrollan entre sí para hacer posible la ciencia como actividad humana (Echeverría, 1995). Tales conocimientos se desarrollan y evolucionan en momentos particulares, situaciones específicas que históricamente se transforman según las necesidades de las instituciones, las personas, los ámbitos sociales, políticos, valóricos y culturales.

Desde la posición naturalista pragmática, la Historia de la Ciencia como metaciencia, según la analogía que propone Barona (1994, p.41), corresponde a una “*imagen cartográfica de la ciencia, un mapa físico o terrestre, en el que los objetos representados sólo alcanzan sentido en relación con los otros objetos que forman parte del mapa*”, en consecuencia los datos no tienen significado de manera aislada en las comunidades científicas, sino entre ellos y las teorías que existen en función de las concepciones y finalidades del momento, las que permiten o no su desarrollo y consolidación (Toulmin, 1977; Lakatos,1983).

Así, la Historia de la Ciencia concebida desde una *visión diacrónica* considera el contexto social, político, valórico y cultural a partir de los cuales se desarrollaron dichos conocimientos científicos, como señala Kragh (2007) se considera ideal, en vista que como personas históricos que somos no es posible liberarnos de los valores de nuestro tiempo ni evitar completamente el empleo de patrones contemporáneos en su análisis. Debido a esto, se hace necesaria la elaboración de reconstrucciones históricas que sin haberse dado en el pasado, son interpretaciones serias, rigurosas e intencionadas y que pueden utilizarse como aporte para la enseñanza-aprendizaje-evaluación de la ciencia y la promoción de Competencias de Pensamiento Científico, debido a que corresponden a situaciones que se desarrollaron en contextos científicos reales y que se enmarcan en contextos específicos.

2.5.2 Historia de la Ciencia y Epistemología de la Ciencia en la Actividad Química Escolar

En la Actividad Química Escolar, la historia ha jugado un papel fundamental, ya que como afirma Chamizo (2007b), nosotros como profesorado de química, *enseñamos historia de la química*, porque no estamos trabajando con los últimos conocimientos de esta disciplina científica en el contexto escolar. Si bien los propósitos de la actividad química escolar, están relacionados con la formación de personas competentes en química que sepan acerca y sobre la química, también es cierto que esta actividad debe establecer una imagen de ciencia menos dogmática y más relacionada con la actividad de hombres y mujeres para la resolución de sus problemas cotidianos.

El objetivo de la incorporación de la Historia de la Ciencia en la actividad química escolar, no consiste en transformar al estudiante o al docente en historiadores de la ciencia. Sino que se orienta a promover y desarrollar Competencias de Pensamiento Científico que permitan un conocimiento y comprensión sobre la actividad química. Así a través de la lectura e interpretación de fuentes primarias (por ejemplo, *Conversations on Chemistry* de J. Marcet); la réplica de experimentos (por ejemplo, la Pila de Daniell); la propuesta de debates en el aula (Davy Vs Berzelius) entre otras actividades; el estudiantado es capaz de comprender cómo se construye el conocimiento científico; cómo se elaboran las explicaciones científicas; explicar por qué una teoría científica se desarrolló con más éxito que otra; qué hizo posible que evolucionará dicho conocimiento; cómo era el contexto en el que se desarrolló y cómo influyó ese nuevo conocimiento en dicho momento; cómo se enfrentaban las personas a los problemas teóricos, experimentales y profesionales; cómo

argumentaban sus ideas científicas; qué instrumentos disponibles hicieron posible el desarrollo y consolidación de determinados conceptos; qué les permitieron concluir en su momento; cómo estas son evaluadas por las comunidades de especialistas, entre otros aspectos relacionados con la ciencia y el género, la cultura material, la socialización y popularización de la ciencia, etc.

Las diferentes estrategias didácticas que incorporan la Historia de la Ciencia, permiten aprender sobre la vida de estas personas, su vida y trabajo, así como reconocer el estudio de sus orígenes y el proceso que le permite alcanzar o no sus logros. Al respecto, es bastante relevante reconocer que mediante el estudio de estas fuentes, en particular de las mujeres científicas, se resignifica el valor de los trabajos de las mujeres en química, así como su rol durante el desarrollo de las ciencias (Solsona, 2007; Álvarez, 2006).

Estos aspectos según Gooday *et al* (2008), son probablemente más eficaces que simplemente aprender y reproducir el contenido de libros de texto de ciencias y las rutinas de laboratorio, ya que permite apreciar el carácter incompleto y falibilidad de los modelos y teorías, así como una comprensión amplia que caracterizan la complejidad de cómo la ciencia cambia, modificando la imagen estática que muestran los libros de texto (Camacho y Martínez, 2003; Camacho, 2005; Camacho, Gallego, Pérez; 2007).

Bajo esta perspectiva se puede afirmar que la Historia de la Ciencia en la Actividad Química Escolar invita a desarrollar nuevas prácticas docentes, nuevos caminos en los cuales el profesorado puede reorientar sus prácticas y promover personas competentes científicamente, que comprendan cómo se construye conocimiento científico y que sean capaces de construir explicaciones

o argumentos científicos para dar cuenta de la naturaleza humana y pragmática de la ciencia (Toulmin, 1977).

Así, la actividad química escolar se puede desarrollar a través de *situaciones problemáticas científicas escolares* (SPCE) (Camacho & Quintanilla, 2008) susceptibles de evaluar y discutir en la clase de química. Dichas *situaciones problemáticas para aprender ciencias*, pueden caracterizarse, por ser problematizadoras, auténticas y similares a situaciones que se desarrollan en los contextos científicos reales; pero también significativos para los y las estudiantes que aprenden; relevantes para la disciplina científica que se enseña; que promuevan los procesos reflexivos y que sean factibles de ser enfrentados por los estudiantes de manera similar a como han sido abordados por los químicos en la Historia de la Ciencia, a través de procesos de *modelización científica* donde se conjugan, mediante una dialéctica heurística, el problema presentado a las personas con el modelo teórico, haciendo emergente las hipótesis que permiten abordar la nueva situación de aprendizaje.

Las fuentes que se pueden emplear para la elaboración de situaciones con los atributos anteriores, según Garret (1989) y Cortés (1989) son: a) *los procesos de resolución de problemas actuales*, situaciones que en este momento sean relevantes tanto para el ámbito científico como para el social; b) *los procesos pasados*: qué hicieron los científicos, en otros tiempos, cuáles fueron sus intereses y problemas, cómo trataron de resolverlos y por qué, teniendo en cuenta las precisiones mencionadas previamente, a propósito de cómo intencionar el episodio histórico y desde qué visión de Historia de la Ciencia y c) *los procesos históricos*: cómo han cambiado las ideas, preguntas y técnicas a lo largo de los años. Aquí es importante señalar, que estas *situaciones problemáticas científicas*

desde la *Historia de la Ciencia para la actividad científica escolar* (SPCEHC) se pueden considerar con bastante rigurosidad y coherencia teórica y epistemológica, desde el modelo de Toulmin (1977) al que se ha aludido anteriormente.

Algunas propuestas sobre la incorporación de la Historia de la Química en la enseñanza de los principales conceptos, se puede apreciar en la siguiente Tabla 2.2. Esto sugiere, que se están haciendo grandes esfuerzos en la actualidad, que reconocen los aportes de la Historia de la Ciencia y que existe una serie de directrices metodológicas para trabajar en la enseñanza básica, media y universitaria; a pesar de evidenciarse poco sustento empírico.

Tabla 2.2. Algunas propuestas para la enseñanza de conceptos químicos desde la Historia de la Ciencia

Concepto Químico	Autores
Calor y Temperatura	De Berg (2008)
Cambio químico	García (2009) Solsona (2006)
Combustión	Marzabal y Jara (2007) Camacho y Quintanilla (2008)
El Carbono	Sepúlveda <i>et al</i> (En Prensa)
Ley Periódica	Camacho <i>et al</i> (2007)
Mezclas y disoluciones	Solsona (2009)
Modelo atómico de Dalton	Quintanilla (2007)
Peso y Masa	Solsona (2009)
Tabla Periódica	Linares (2009)
Teoría Cinética Molecular	<ul style="list-style-type: none"> ▪ González, Quintanilla y Camacho (En Prensa) ▪ Gallego, Pérez y Gallego Torres (2009)
Teoría Electroquímica	Camacho <i>et al</i> (En Prensa)

2.6 ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA TEORÍA ELECTROQUÍMICA

En este apartado final del Marco Teórico se describen algunos antecedentes que dan cuenta sobre las tendencias y obstáculos en la enseñanza-aprendizaje de la teoría electroquímica. A partir de esto, se evidencia que estas dificultades pueden estar relacionadas con la propia construcción histórica de este conocimiento y por ello, se presenta un estudio historiográfico que permite comprender cómo se construye la química como una ciencia para todas las audiencias a partir de una visión evolutiva (Toulmin, 1977), asumiendo principalmente los aportes de Jane Marcet, además de otras fuentes bibliográficas primarias y especializadas en Historia de la Química, las cuales permiten comprender cómo se construyó la teoría electroquímica durante la primera mitad del S.XIX. A partir de este estudio historiográfico, se propone una nueva mirada para la enseñanza de la teoría electroquímica en la actividad química escolar, fundamentada desde el Ciclo Constructivista de Aprendizaje, la cual permite no sólo la comprensión conceptual, sino también propone una comprensión hacia la manera en cómo se construyen la química como una actividad científica humana en donde influyen diferentes aspectos socio culturales.

2.6.1 Tendencias y obstáculos en la enseñanza-aprendizaje de la teoría electroquímica

La electroquímica se ha caracterizado como una de las temáticas más complejas de enseñar y aprender en la química escolar (Davies, 1991; Griffiths, 1994; De Jong, Acampo & Verdonk, 1995; Níaz & Chancón, 2003; Özkaya, 2002).

Tradicionalmente la enseñanza de este concepto químico en las aulas y a través de los libros de texto según De Jong & Treagust (2002) ha estado dividido en los procesos de oxido reducción y las pilas electroquímicas o celdas galvánicas, en particular la Pila de Daniell. Además, existe poca evidencia empírica, comparada con otras temáticas químicas, que relacionen las dificultades de aprendizaje del estudiantado estudiantes, señalen los principales obstáculos en la enseñanza y presente nuevas propuestas de innovación en el aula.

En un estudio detallado De Jong & Treagust (2002) señalan con respecto a las dificultades de las reacciones de oxido reducción los siguientes aspectos: *conceptuales* entorno a la dependencia mutua de las reacciones de oxido reducción, el significado del número de oxidación, el proceso de transferencia de electrones, la carga del ánodo y el cátodo en las pilas electroquímica; así como en *procedimentales*, en relación a la identificación de reactantes como agentes oxidantes o reductores, de ecuaciones químicas en términos de oxido reducción. En cuanto a las dificultades relacionadas con las pilas electroquímicas desde una perspectiva *procedimental*, proponen la dificultad de predecir los productos y la magnitud de diferentes potenciales en las celdas galvánicas, y desde lo *conceptual*, se señalan los obstáculos que existen para comprender la conducción de la electricidad, la neutralidad eléctrica en la electricidad, identificar el ánodo y cátodo en una pila y sus respectivas cargas.

La complejidad de la enseñanza y aprendizaje de la electroquímica radica entre otras cosas en el uso de múltiples definiciones y modelos, los cuales están relacionados con la propia evolución de los diferentes conceptos científicos. Por ejemplo acerca de los conceptos de oxidación y reducción.

“el campo de las reacciones redox ha variado en los distintos períodos de la historia de la química, a finales del S. XVIII, los términos de oxidación y reducción fueron presentados por el científico francés Lavoisier en relación con sus estudios de combustión. Él utilizó estos términos para describir la reacción del oxígeno con otras sustancias en particular, y la eliminación de oxígeno de los productos formados. En el principio del siglo XIX, el alemán científico Liebig propuso otra definición, desde sus estudios sobre el proceso deshidrogenación de alcoholes a aldehídos. Él prefirió definir la oxidación y reducción con respecto a la pérdida y ganancia de hidrógeno. En el comienzo del S.XX, el científico estadounidense Lewis, con su teoría electrónica de la valencia, propone definir una reacción redox como una combinación de dos medias reacciones incluyendo la transferencia de electrones. Más tarde, el científico estadounidense Latimer introdujo el término de número de oxidación como una noción completamente formal, describir una reacción redox como una reacción vinculada al cambios de los números de oxidación”

(De Jong & Treagust, 2002, p. 318)

Y también en las prácticas experimentales asociadas, provenientes de diferentes áreas científicas como la fisiología, física, la química y la matemática. Además, del componente instrumental y algorítmico, al cual muchas veces se reduce su enseñanza, favoreciendo así actividades hacia la memorización de los números de oxidación; el balanceo de ecuaciones y la resolución de ejercicios cuantitativos, con una débil comprensión conceptual.

Enfocándose a la relación entre el desarrollo conceptual de la teoría electroquímica y los obstáculos y dificultades que se presentan en la enseñanza-aprendizaje, se estudió a continuación la evolución histórica de la teoría electroquímica.

2.6.2 Acerca de la evolución histórica de la Teoría Electroquímica

Según Grapí i Vilumara (2008), *“el descubrimiento de la pila eléctrica de Volta al principio del S. XIX va a abrir a los químicos las fronteras de un nuevo territorio que va a resultar fuertemente fructífero en diversos campos”*. Sí bien es en el S. XVIII la preocupación de la comunidad científica, con respecto a la electricidad, estaba enfocada hacia la producción está a través de medios artificiales (a través de la fricción) o naturales (pez torpedo o la contracción muscular); es hasta el S. XIX que se empieza a evidenciar una relación entre la producción de electricidad a través de la descomposición química.

A través del experimento de Galvanic con las ancas de rana (Galvanismo), se tiene en cuenta la acción de los metales, hecho que aprovecharía favorablemente Volta para la elaboración de su Pila y la explicación de la producción de electricidad en relación a los fluidos. Sin embargo, Davy es quien va a establecer una relación entre la electricidad y la descomposición química de las sustancias, otorgando un significado importante en relación a la afinidad o no de las sustancias según su naturaleza eléctrica. Los aportes de otros científicos como Oersted, Ampère y Liebig van configurando la teoría electroquímica que posteriormente Berzelius logra interpretar en función de las proporciones de materia que se combina y de los flujos eléctricos que estaban implicados *“Es claro que la misma causa, que produce las combinaciones o las descomposiciones como la pila eléctrica, deben cooperar también en los mismos fenómenos fuera de esta”* (Berzelius, 1811, p. 257). Así él pretendía no sólo explicar el cambio químico sino el carácter electropositivo o negativo que tenían las sustancias en relación a las otras sustancias con las cuales reaccionaba.

Berzelius, de esta manera atribuyó al oxígeno, que ya había sido descubierto por Lavoisier quien hablaba de oxidación, la mayor electronegatividad y el carácter dual de otras sustancias como los no metales con respecto al oxígeno (electropositivo) o con respecto a metales (electronegativo). Sin embargo, es importante además considerar los trabajos de Liebig en relación a la deshidrogenación de los alcoholes en aldehídos, que definían la oxidación y reducción en función en función del hidrógeno. También, los aportes de Lewis, ya que en el S.XX según la teoría electrónica de valencia describe la reacción redox relacionada como una combinación de dos medias reacciones, incluida la transferencia de electrones, a la que posteriormente fue introducida el número de oxidación en relación a los cambios de oxidación. Finalmente, otro aspecto importante para la fundamentación y propuesta de la teoría electroquímica lo constituyen la relación proporcional entre el cambio químico producido por la cantidad de electricidad, propuesta que señaló Michael Faraday.

A través del libro de *Conversation on Chemistry* de Jane Marcet (1806 – 1853) se muestra una visión historiográfica y Didáctica sobre cómo cómo evoluciono la teoría electroquímica en la primera mitad del S.XIX, período fructífero para la comprensión del cambio químico y la propuesta de diferentes técnicas e instrumentos para su estudio (Marcet, 1917, 1932 y 1953).

2.6.2.1 Una visión historiográfica de Jane Marcet y *Conversations on Chemistry* en el S.XIX

A finales del S. XVIII la química era enseñada desde la filosofía natural, era reconocida como una parte importante de la educación de caballeros e interesante para el público en general. Las conversaciones en la calle al respecto,

comentaban el uso de algunos químicos que suplían a los remedios farmacéuticos cuando el tratamiento casero fallaba (Armstrong, 1938). El conocimiento químico se ofrecía en diferentes estancias como las demostraciones experimentales y las conferencias dirigidas al público general, en particular las ofrecidas por la Royal Institution en Londres fundada en 1799 por un grupo de aristócratas, quienes determinaban por intereses económicos e intelectuales los temas a discutir. Desde 1801 las conferencias en la Royal Institution fueron ofrecidas por Sir Humphry Davy (1778 - 1829), estas estaban dirigidas a diferentes audiencias, entre público de las clases medias hasta químicos especialistas, allí se creó un espacio de comunicación de los últimos trabajos acerca de la química. El estilo de los discursos de Davy al tratar de situar la importancia y relevancia de la química, fue controvertido por sus innovaciones retóricas, la que según Golinski (1999), se pueden resumir en tres aspectos: teología natural; "cortesía" y conservadurismo político.

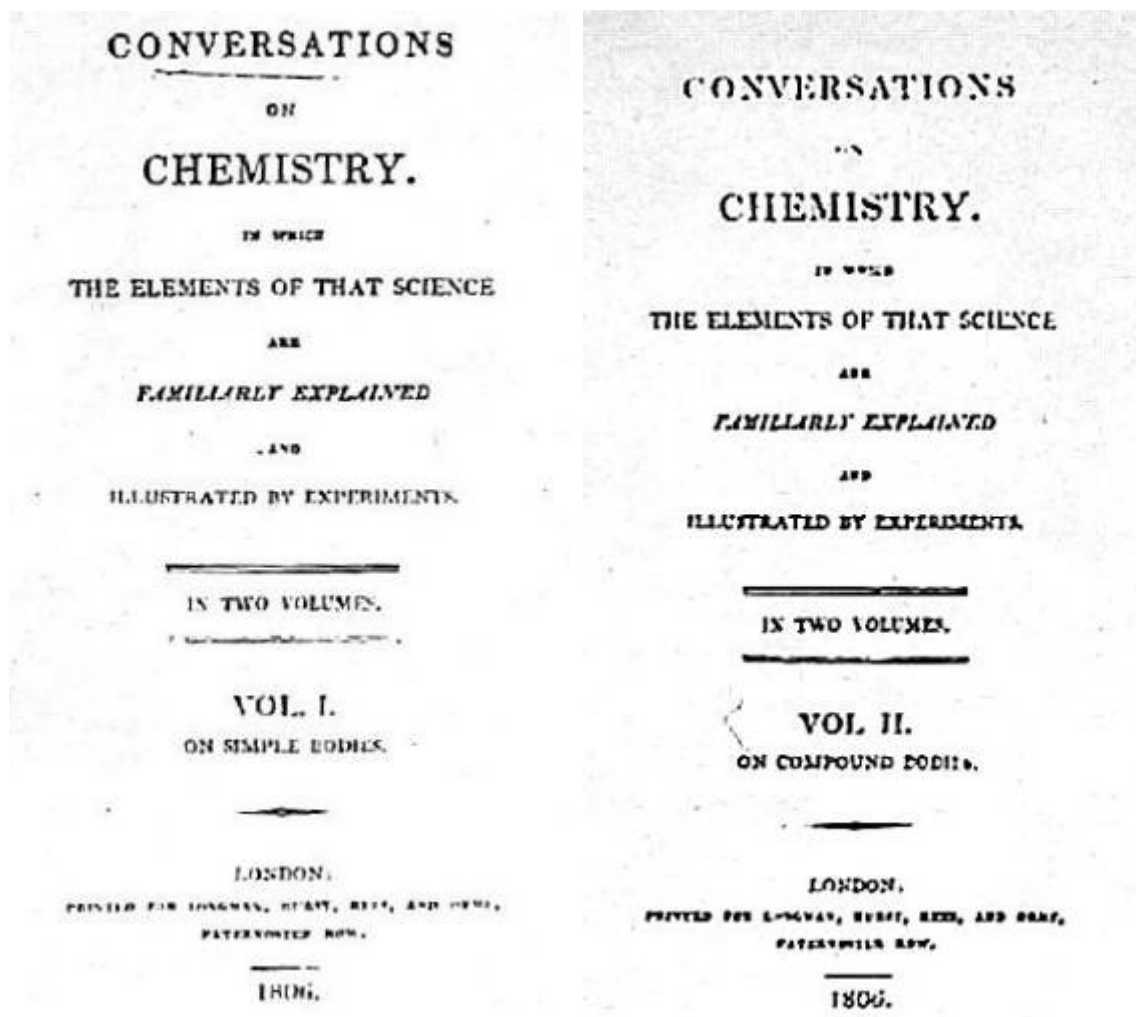
Así era reconocido que el conocimiento en esta área científica podría constituir un beneficio material confortable o proveer bases para el desarrollo industrial y por ello, se establecían estos puentes de comunicación para hacer participe de los conocimientos químicos actuales a la ciudadanía en general. No obstante, se evidenciaba que la formación en esta área estaba más orientada hacia los hombres, aunque existía participación activa de otras audiencias, como las mujeres.

En 1806 se publica en Londres *Conversation on chemistry in which the elements of that science are familiarly explained and illustrated by experiments*, un libro sobre los principios de química, impreso por Longman, Brown, Green & Longmans. Dos volúmenes de aproximadamente 300 páginas cada uno (Figura

2.6), en donde se presentan separadamente conversaciones entre una tutora y dos alumnas sobre temas de química.

En el mismo año, 1806, Samuel Parker (1761-1825), también inspirado por los discursos de Davy, publicó en Inglaterra *Chemical Catechism*, un libro de divulgación química. Ninguno de estos dos libros fueron exactamente libros de texto, según lo que caracterizaron en 1830 J. F. Daniell y Edward Turner; no pretendían ser un curso formal, nada parecido a una clasificación o sistematización del conocimiento, ambos pertenecieron a una época en que la instrucción elemental científica a través de este medio era muy difícil de encontrar, ya que las conferencias eran extremadamente populares.

Figura 2.6. Portadas de los dos volúmenes de *Conversations on Chemistry* 1806 (primera edición).



Cortesía de la Biblioteca de Ciencias de la Universitat Autònoma de Barcelona
Ambos libros estaban profundamente cargados de teoría y por ello, Knight (1986) los sugiere como excelente guía para conocer el estado de la teoría química en 1806. El libro de Parker estuvo centrado en la química aplicada, mostrando gran cantidad de detalles de los procesos industriales de importancia en Londres, su estilo fue dogmático, lo que lo hizo particularmente difícil de leer, según comenta Lindee (1991).

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

En *Conversations on Chemistry*, el propósito de la autora, identificada así misma como una mujer, fue “ofrecer al público, en particular el sexo femenino, una introducción de la química”². Ella brindaba el libro para las mujeres, como fuente útil de información, ya que la “educación de ellas, rara vez se destina a preparar sus mentes para resumir ideas o un lenguaje científico”. Además, las mujeres tenían poco acceso a esta modalidad de instrucción y “no se conocía ningún libro que pudiera sustituir esto”. Sí bien la autora pensó que podría ser útil para principiantes, así como satisfactorio para las mujeres, “para rastrear los pasos por los cuales ella había adquirido su pequeño conjunto de conocimientos químicos, y registrar en forma de diálogo, esas ideas que habían derivado inicialmente desde una conversación”. También, fue un importante intento de sustentar que el conocimiento filosófico, que se impartía en instituciones públicas abiertas a ambos sexos, demostrando “claramente que la opinión general ya no excluía a la mujer de los elementos de la ciencia”. Además, ella como mujer se halagaba por las impresiones que tenía “por las maravillas de la naturaleza, al estudiarlas desde un nuevo punto de vista, todavía fresco y fuerte, que podría ser tal vez el mejor en comunicar a los otros sentimientos que ella misma había tenido”.

La autora anónima, era una mujer, que alto interés por la química, aunque no poseía título de químico. Según lo que describía en el prólogo de su libro, ella asistía a las “excelentes conferencias ofrecidas en la Royal Institution por el profesor Sir Humphry Davy” y la primera vez que fue “encontró que era casi imposible obtener alguna información clara o satisfactoria a partir de las rápidas demostraciones”. Repetía una variedad de experimentos y tenía conversaciones

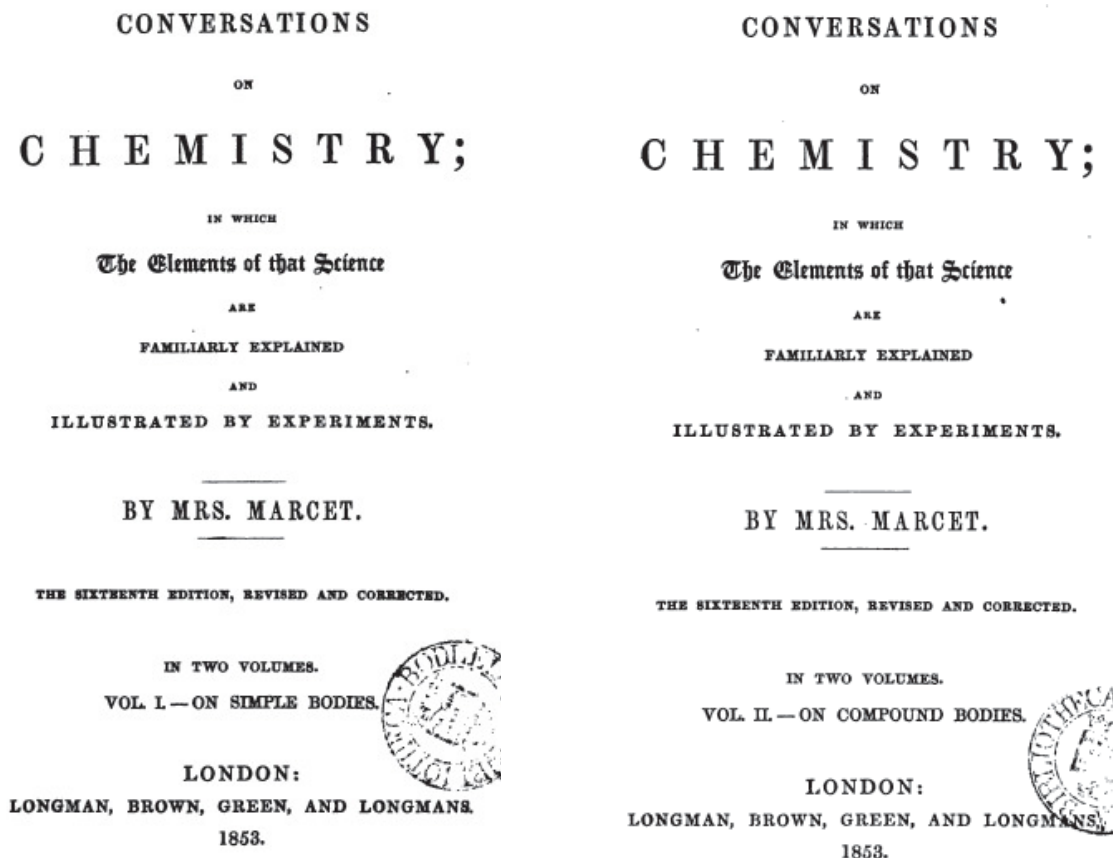
² Las anotaciones que están entre comillas, corresponden a aspectos declarados por Marcet, J. en el prólogo de su libro.

familiares con sus amigos sobre los temas más recientes de la química, así se dio cuenta que en estudios de este tipo, el diálogo era una fuente útil de información, especialmente para las mujeres, pues ella había adquirido de esta manera “su pequeña reserva de conocimientos químicos, y grabado, esas ideas que habían derivado inicialmente de una conversación”.

Este libro sobre química, fue atribuido a varias mujeres que escribían sobre ciencia incluidas Sarah Mary Fitton, quien escribió *Conversation on Botanical* en 1817. El nombre de la tutora Sra. Bryan, llevó a la especulación sobre la autoría del libro a Margaret Bryan. La autora pudo bautizar a la Sra. B en alusión a ella, por su reconocida trayectoria en la época para divulgar la ciencia a diferentes audiencias (Lindee, 1991).

En 1837 apareció eventualmente el nombre de Mrs. Marcet en la portada de la 13th edición inglesa (Rosenfeld, 2001), su identificación se mantuvo hasta la última edición en 1853 (Figura 2.7).

Figura 2.7 Portada de los dos volúmenes de la última edición de *Conversations on Chemistry* en 1853



Cortesía de la Biblioteca de Ciencias de la Universitat Autònoma de Barcelona

Jane Haldimand Marcet (Figura 2.8) nació en 1769, hija mayor de un financiero suizo y una inglesa que vivía confortablemente en Londres. Fue educada en su casa por profesorado particulares, quienes le enseñaban temas sobre filosofía natural y física, este sistema era tradicional en las familias aristócratas de Ginebra.

Figura 2.8. Jane Haldimand Marcet



Tomado de Rossotti, 2007, p.59.

A los 15 años murió su madre y ella debió asumir responsabilidades en el hogar, entre otras funciones debía supervisar la educación de sus cinco hermanos menores y atender a los clientes de su padre con quienes tenía la

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

oportunidad de disertar y conversar sobre temas del día. Entre esta lista de clientes habían notables políticos, figuras literarias y científicos (Rossotti, 2007). Cuando tenía 17 años viajó a Italia y allí empezó a desarrollar su talento para el dibujo, aspecto importante en la elaboración de las ilustraciones de sus libros (Armstrong, 1938).

En 1799 se caso con uno de los clientes de su padre, Alexander Marcet quien durante los conflictos de finales del S. XVIII en Ginebra, su ciudad natal, había viajado a Edimburgo a estudiar medicina y posteriormente, se había convertido en Físico del Royal College de Londres. Él trabajo sobre los cálculos urinarios y su análisis fue muy relevante para diagnosticar y controlar las causas de esa enfermedad. Realizó conferencias acompañadas de demostraciones experimentales sobre química a estudiantes de medicina. Rosenfeld (2001), señala que Berzelius copió las conferencias ilustradas con demostraciones experimentales de Alexander Marcet, cuando trabajó como profesor de medicina y farmacia en el Instituto Karolinska en Estocolmo y así este método se comenzó a instaurar como modelo para otras escuelas químicas europeas. Mr. Marcet también fue cofundador de la Royal Society de Medicina.

El círculo de amigos de la pareja incluía a Berzelius (1779-1848), Wollaston (1776-1828), Humphry Davy (1778-1829), Pierre Prevost y Marc Auguste Pictet, el botánico Augustin de Candolle (1778-1841), el matemático Horace Benedict de Saussure (1740-1799), los escritores Maria Edgaworth y Harriet Martineau, el físico Auguste de la Rive (1801-1873), el político y economista Thomas Malthus (1766-1834), Jeffrey and Sydney Smith fundadores de *Edinburgh Review*; entre otros nombres relevantes de la época. Antes de su

muerte en 1822, Alexander tuvo la satisfacción de ver como se establecían exitosamente los libros populares sobre ciencia de su esposa.

Jane Marcet conversaba frecuentemente con sus amigos sobre los principios de la ciencia y las conferencias de interés general en la Royal Institution, a la que asistió desde 1802 (Rossotti, 2007). Las conferencias de Davy ofrecidas desde 1790, en algunos casos eran genuinas obras de teatro con el fin de ser entretenidas, “*La Royal Society era un centro moderno racional de entretenimiento*” (Forgan, 1986, citado en Knight, 1986), éstas atraían la atención de grandes y variadas audiencias.

La señora Marcet tuvo una rápida adopción por las teorías y descubrimientos presentados en la Royal Society³. Interesada por las temáticas químicas decidió hacer un libro para las mujeres, quienes carecían de instrucciones particulares, las que le habían permitido a ella poder educarse en ciencias. La colaboración por parte de su esposo Alexander jugó un papel fundamental en esta decisión, ya que no sólo la animó y alentó a hacerlo, sino que además discutía junto con ella cada una de los temas que trataba y ponía en consideración con sus amigos el trabajo de Jane.

Este apoyo hizo que Jane no tuviera que lidiar entre lo que era su carrera científica y su vida familiar, aspecto que era bastante problemático para el desempeño científico de las mujeres en el S. XIX, sino que por el contrario, su matrimonio le permitió abrir una puerta para poder ingresar al mundo de la ciencia y su rol fue privilegiado, ya que no se desempeñó como la esposa

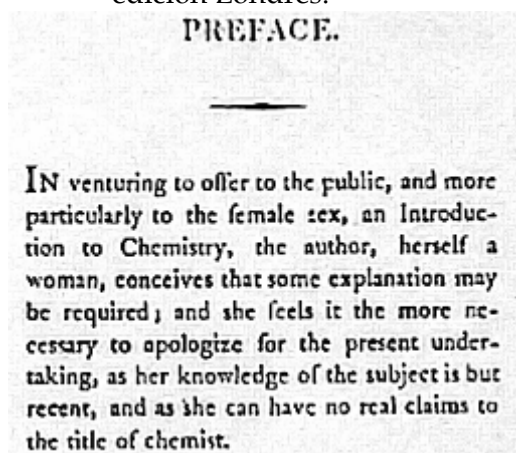
³ Aspecto que fue particularmente criticado por los editores americanos de su libro *Conversations on Chemistry*

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

colaboradora de un esposo creador, ni como coautora (dependiente o independiente) de los trabajos maritales⁴, sino como científica propia, a pesar de haber adoptado el anonimato en su obra para evitar un conflicto de intereses con la investigación en química de su esposo (Rosenfeld, 2001), divulgó su sexo y admitió que no tenía el título de químico (Figura 2.9), profesión asumida por los hombres⁵.

Jane Marcet, empezó a escribir su libro en 1803, una vez terminado a principios del otoño de 1806, fue entregado a su amigo John Yelloy (1774 - 1842), físico inglés, quien gestionó la edición, impresión y publicación de *Conversations on Chemistry* en dos volúmenes de tamaño de bolsillo.

Figura 2.9. Fragmento del prefacio de *Conversations on Chemistry* (1806), primera edición Londres.



Tomado de: Marcet, 1806, p. 5

Cortesía de la Biblioteca de Ciencias de la Universitat Autònoma de Barcelona

En el primer fragmento de la correspondencia entre J. Yelloy y Jane Marcet, que se presenta a continuación, se muestra el apoyo que él dio para

⁴ Bayley Ogilvie, M. (1989), presenta algunos ejemplos de mujeres científicas del S. XIX cuya relación conyugal fue fundamental para ingresar al mundo de la ciencia.

⁵ En la conversación I, sobre principios fundamental Mrs.B señala "That is only a branch of chemistry which is called Pharmacy; and, though the study of it is certainly of great importance to the world at large, it belongs exclusively to professional men, and is therefore the last that I should advise you to pursue".

editar su libro y la constante participación de su esposo “el amigo” en la elaboración de este. En el segundo, Yelloy le comunica la respuesta favorable para su posterior publicación.

Aldersgate Street
Tuesday Evening

My Dear Sir,

I now send you half a dozen of Mrs. M's books, which I have examined carefully, and in which I have noted such alterations as seemed to me in any degree likely to improve her work. You will have no difficulty, from the references which I have made, of understanding precisely the alterations which I have taken the liberty to suggest-It may be proper however to remark, that wherever a pencil line is under a word or words, such are to be omitted, and also that the sentences between brackets [] are to be omitted -But you must notice that there are some of Mrs. Marcet's lines under words which are intended to be in Italics, and that care must be taken not to confound them her lines are however in Ink-

It is extremely difficult, in a work of this kind, to accommodate the language to the females for whose use it is intended, and to avoid on the one hand, the familiarity which derogates from the Dignity of Science, and the abstruseness which has a tendency to make it for bidding-upon the whole I think it is better to elevate the minds of the young ladies too high, than to depress them too low; and on that account I have recommended you to omit... remarks [which] tho' they may be sufficiently natural from young Ladies to their governess, are not in complete accordance with the Philosophical views which they do easily comprehend. At the same time, however, whenever philosophical or technical expression has a corresponding familiar one, it is in general better to avoid it.

The alterations which I have noted I have only done as suggestions for your consideration & that of Mrs. M: I don't wish you to imagine, that they are always matters in which **strict propriety** is concerned. Here opinion has so much to do with the fabrication of sentences that I should **wonder extremely** if there were not frequent differences in sentiment between persons equally well able to judge-This circumstance, with a portion of fastidiousness which I sometimes carry too far, will account for many of the remarks which I have made and which I by no means wish to be followed, unless Mrs. M and you are perfectly convinced of their propriety.

I am very happy, my good friend, in having this opportunity of showing you that I take a familiar interest in every thing in which you are concerned. At the same time, however, I cannot help expressing a wish, that I were better qualified to assist you in this little business. Without at all meaning to go into any complimentary strain, (which however could have few better opportunities of indulging itself) I **must** observe to you, that I am very much pleased with the work, and that Mrs. M. possesses in a high degree the valuable tho' rare faculty of making an abstruse and obscure subject familiar.

I shall proceed in the business with as much expedition as I can, tho' fear that will not be very quick-

I remain My dear Doctor

Yours faithfully
J. Yelloy
23 Dec. 1803

(Fragmento tomado de Crellin, 1979, p. 460.)

My Dear Sir,

I have the satisfaction to acquaint you, that the report of the gentlemen to whom Mess Longman & Co submitted the Mss is so satisfactory, that they will with pleasure print it upon the terms mentioned, viz to take the responsibility and divide the profits -they will print in one 8⁹⁹ or 2 duodecimo volumes as you and Mrs. Marcet may determine. When you have made up your minds let me know and it may go to the press.

Yours ever
JY

Thursday [dated on reverse 1805]

(Fragmento tomado de Crellin, 1979, p. 460.)

Jane Marcet también publicó *Conversations on Political Economy* (1816), *Conversations on Natural Philosophical* (1820) dedicado a sus hermanos, *Conversations on Evidences of Christianity* (1826), *Conversations on Vegetable Physiology* (1829) y *Conversations on the History of England* (1842).

El público al que esta dirigido *Conversations on Chemistry*, se explicita en el prefacio. Desde el inicio, se destaca que los destinatarios, en particular, “*son las mujeres*” y el autor se identifica como una de ellas. También, aparece que está dirigido a jóvenes estudiantes, “*quienes pueden sólo recurrir ocasionalmente con el fin de adquirir información sobre temas particulares*” y que puede ser útil para principiantes. Sin embargo, en las ediciones americanas el público destinatario, declarado por los editores, fueron los estudiantes que inician sus conocimientos sobre química, tanto hombres como mujeres.

El prefacio, se mantiene desde la primera publicación en 1806, hasta la última en 1853, con una pequeña modificación al final. En las primeras ediciones la autora menciona que “*la intención original era comenzar el libro explicando los elementos más esenciales de la ciencia, ya que los considera convenientes para iniciar en*

el estudio de la química, sin embargo, esta idea fue abandonada y dado a que el manuscrito ya está listo, sugiere que en el futuro se podrá hacer una descripción de estos aspectos bajo el título "Diálogo Científico". Efectivamente, en 1820 publica el libro *Conversations on Natural Philosophy* y a partir de esta fecha lo sugiere en el prefacio de las ediciones posteriores de *Conversations on Chemistry*.

El libro fue objeto constante de revisión, modificación y adición por parte de Mrs. Marcet, de acuerdo con los principales descubrimientos que había tenido la química y de las variadas e importantes aplicaciones de algunos temas, como la máquina de vapor, de importancia en Londres. Por ejemplo, en la dieciseisava edición se cita:

"en la décima edición de este trabajo se ha agregado una conversación sobre la máquina de vapor [...] En la onceava edición, el cloro ha sido sustituido en el lugar del ácido oximuriático; la teoría fue considerada más tarde como errónea [...] en la doceava edición, la conversación sobre electroquímica tuvo alteraciones considerables y las ediciones treceava y catorceava fueron totalmente revisadas. En la presente edición la autora ha tratado de dar un bosquejo de los principales descubrimientos que se han hecho en la química [...] resultado de esta conexión con la química, ella ha encontrado la necesidad de agregar una nueva conversación (la 22ava) sobre este tema⁶".

En la edición de 1832 se presentaron alteraciones considerables sobre electroquímica y en la última edición, 1853, se incorporó una nueva conversación sobre la agricultura, por señalar sólo algunos casos.

En la elaboración de las páginas de la autora, "comprobó más de una vez su progreso por el temor que este intento pueda ser considerado por algunos, ya sea como no aptos a los fines ordinarios de su sexo, o mal justificados por su reciente e imperfecto

⁶ La agricultura

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

conocimiento del tema". Después de mucha validación y un grado de cierta vergüenza, decidió dividir los contenidos de *"una manera natural, aunque no siempre admitida"*, en cuerpos simples (Tabla 2.3) y cuerpos compuestos (Tabla 2.4). Varias partes están *"conectadas unas con otras de forma interrumpida como una cadena de hechos y razonamientos"*. Algunas veces la autora considero necesario introducir comentarios agudos para los jóvenes a los que *"se suponía estaban hechos"*, con el fin de evitar que el trabajo fuera tedioso y perdiera su propósito, prefirió *"omitir una variedad de útiles ilustraciones"*, considerando que *"rara vez producen el efecto para lo que fueron destinada"* y presentar frecuentemente repetidas explicaciones al igual que se había hecho en trabajos considerados tediosos.

Tabla 2.3. Índice de contenidos del volumen I la edición inglesa de *Conversations on Chemistry* (1853).

VOLUMEN I. SOBRE LOS CUERPOS SIMPLES	
Conversación	Título
I	Sobre los principios generales de la química
II	Sobre la luz y el calor
III	Continuación del tema
IV	Sobre el calórico, la comprensión específica y calor latente
V	Sobre la máquina de vapor
VI	Sobre la química de los agentes eléctricos
VII	Sobre el oxígeno y el nitrógeno
VIII	Sobre el hidrógeno
IX	Sobre el azufre y el fósforo
X	Sobre el carbono
XI	Sobre los metales

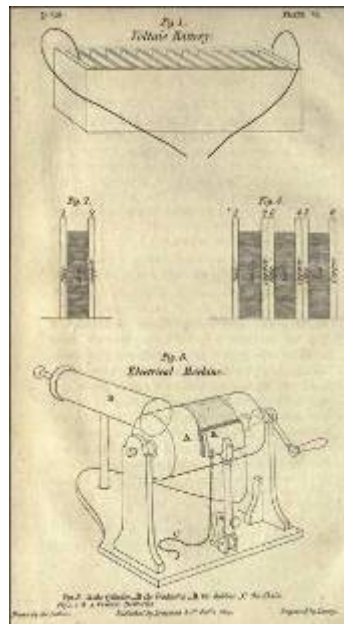
Tabla 2.4. Índice de contenidos del volumen II la edición inglesa de *Conversations on Chemistry* (1853).

VOLUMEN II. SOBRE LOS CUERPOS COMPUESTOS	
Conversación	Título
XII	Sobre la atracción de la composición.
XIII	Sobre los alcalinos.
XIV	Sobre las tierras.
XV	Sobre los ácidos.
XVI	Sobre los ácidos sulfúrico y fosfórico; o, la combinación del oxígeno con el azufre y el fósforo y, de los sulfatos y fosfatos.
XVII	Sobre los ácidos nítrico y carbónico; o, la combinación del oxígeno con el nitrógeno y el carbono y, de los nitratos y carbonatos.
XVIII	Sobre los ácidos bórico, fluorhídrico y muriático; y sobre los muriatos. - Sobre el cloro y los cloratos.-Sobre el yodo y el ácido yódico. - Sobre el bromo.
XIX	Sobre la naturaleza y composición de los vegetales.
XX	Sobre la descomposición de los vegetales.
XXI	Historia de la vegetación.
XXII	Vegetación continúa.
XXIII	Sobre la composición de los animales.
XXIV	Sobre la economía animal.
XXV	Sobre la animalización, nutrición y respiración.
XXVI	Sobre el calor animal y sobre varios productos animales.

Las teorías en las que se fundamentó Jane Marcet fueron principalmente la de Lavoisier, quien había publicado el sistema de clasificación en el *Traité Élémental de Chimie*, cuando ella tenía 20 años, también se basó en la teoría corpuscular de la materia de Newton, la cual utilizaba para explicar las reacciones química en términos de afinidad, agregación y repulsión (Rosenfeld, 2001, Lindee, 1991). Sus diálogos describían los descubrimientos de Galvanic, Volta, Franklin, Count Rumford, Priestley, Cavendish, Davy entre otros. No hizo alusión sobre la trabajos desarrollados por Dalton (1766-1844), a pesar de que él en 1826 obtuvo la medalla de la Royal Society por sus leyes sobre la combinación química, ella tenía dudas al respecto de su validez compartidas con Davy hasta mediadas del S. XIX (Lindee, 1991).

Los contenidos fueron complementados con ilustraciones, citadas en el texto y ubicadas en otras páginas, todas las ilustraciones fueron elaboradas a partir de los grabados elaborados por la autora. Las ilustraciones incorporadas en el libro fueron grabados desde los elegantes dibujos de Marcet (Figura 2.10), quien había aprendido a dibujar con Joshua Reynolds (1723-1792) miembro de la Royal Academy, de la Royal Society y la Royal Society of Arts y Thomas Lawrence (1769-1830) alumno en la Royal Academy de Londres, reconocidos retratistas ingleses.

Figura 2.10. Pila de Volta



Tomada de: Marcet, J. (1932)

Cortesía de la Biblioteca de Ciencias de la Universitat Autònoma de Barcelona

El libro de Jane Marcet llegó a Estados Unidos meses más tarde de la primera publicación inglesa. Desde 1806 hasta 1850 se hicieron 23 impresiones de varias ediciones en distintas ciudades, Hartford, Boston, Filadelfia, New Haven y New York (Lindee, 1991), incluso con cambios en el trabajo original eliminando, por ejemplo, el humor y los comentarios personales de la Señora B.

La edición inglesa fue titulada resaltando el uso de ilustraciones y planchas (Figura, 2.11).

Figura 2.11. Portada de las ediciones americanas de 1809 y 1841 de *Conversations on Chemistry* en Estados Unidos.

Conversations
ON
CHEMISTRY,
In which the Elements of that Science are familiarly
explained and illustrated
BY EXPERIMENTS AND PLATES.
—
TO WHICH ARE ADDED,
Some late Discoveries on the subject of the
FIXED ALKALIES,
BY H. DAVY, ESQ.
Of the Royal Society.
—
A Description and Plate of the
PNEUMATIC CISTERN
Of Yale College.—
AND,
A short Account of
ARTIFICIAL MINERAL WATERS
In the United States.
—
With an APPENDIX
Consisting of TREATISES ON
DYEING, TANNING AND CURRYING.
—
From Sidney's Press.
FOR INCREASE COOKE & CO. BOOK-SELLERS, N. HAVEN.
1809.

CONVERSATIONS
ON
CHEMISTRY:...
IN WHICH THE
ELEMENTS OF THAT SCIENCE
ARE
FAMILIARLY EXPLAINED,
AND
ILLUSTRATED BY EXPERIMENTS,
AND THIRTY-EIGHT ENGRAVINGS ON WOOD.
—
THE FIFTEENTH AMERICAN, FROM THE LAST LONDON EDITION,
WITH ADDITIONS AND CORRECTIONS.
—
TO WHICH ARE NOW ADDED,
EXPLANATIONS OF THE TEXT—DIRECTIONS FOR SIMPLIFYING
THE APPARATUS, AND A VOCABULARY OF TERMS;
TOGETHER
WITH A LIST OF INTERESTING EXPERIMENTS,
BY J. L. COMSTOCK, M. D.
—
TOGETHER
WITH A NEW AND EXTENSIVE SERIES
OF QUESTIONS,
BY REV. J. L. BLAKE, A. M.
—
HARTFORD:
BELKNAP AND HAMERSLEY.
1841.

Cortesía de la Biblioteca de Ciencias de la Universitat Autònoma de Barcelona

Las ediciones americanas fueron editadas por J.L. Comstock, M.D. (1789-1858), ex cirujano de la armada en la guerra de 1812, quién había comentado anónimamente bajo el seudónimo de "El Caballero Americano" la cuarta edición de 1818, su nombre sólo apareció en 1822. Él se había dedicado a editar

libros de texto sobre Química, Historia Natural, Botánica, Fisiología y Mineralogía. Además, edito *Conversations on Natural Philosophy*.

Los editores americanos además de agregar un sistema de preguntas, diccionario de términos, guías de experimentos y comentarios críticos que cuestionaban las teorías, la peligrosidad de los experimentos; también promocionaron los científicos norteamericanos Robert Hare y Benjamin Franklin, que según ellos Marcet había malinterpretado (Lindee, 1991).

La continua competencia entre los editores dio origen a 16 ediciones entre 1831 y 1850 de *New Conversations on Chemistry* de Thomas P. Jones, un profesor de química del Departamento de Medicina de Columbian College en Washintong. Esta edición americana a pesar de tener algunas modificaciones del diálogo original, fue la única que hizo alusión al nombre de Marcet en la portada, las demás omitían alguna mención o referencia, por tal razón *Conversations on Chemistry* de Mrs. Marcet se les atribuyó a los hombres editores cuyos nombres aparecían en las portadas (Rossotti, 2007, Lindee, 1991). En la edición americana de 1841, aparecía una nota que garantizaba las copias fieles de los libros a los “autores”⁷ y propietarios, las que se caracterizaban por ser examinadas y selladas por Charles A. Ingersoll, empleado del Distrito.

Además de las dieciséis ediciones americanas, *Conversaciones en Química* tuvo cuatro publicaciones en París, una en Ginebra y en Alemania, dónde no se vendió bien la edición de 1839. En Gran Bretaña el uso del libro aparentemente fue como Marcet esperaba, una guía de lecturas populares de química o filosofía

⁷ En esta edición no aparece el nombre de la autora. En la portada está el nombre de J.L. Comstock, editor americano y Mr. Blake, revisor (Ver Figura 2.11).

natural. En Estados Unidos, sin embargo, se convirtió en un exitoso libro de texto⁸, en la primera mitad del S. XIX se reportaron 160 000 copias vendidas en todas las ediciones. Cuando la 16th edición inglesa salió, Jane tenía 84 años y su libro había vendido 20 000 copias en Gran Bretaña; en Estados Unidos también había sido muy popular, las ventas totales estimadas de las ediciones 15 y 16 fueron aproximadamente de 140 000 (Rossotti, 2007, Rosenfeld, 2001 y Lindee, 1991).

La influencia del libro de Marcet, como texto de Química Básica fue mayor en Estados Unidos, el uso de *Conversations* como libro de texto sugiere la aceptación de los educadores americanos por incluir a las jóvenes mujeres en los conocimientos teóricos y experimentales básicos de la ciencia. Sin embargo, en la advertencia de las ediciones americanas, elaborada por el editor americano J.L. Comstock, se hacía alusión a los siguientes aspectos: a) estilo atractivo utilizado por la autora; b) la poca vigilancia de los contenidos que trabaja la Sra. B y c) el uso y dirección de la lectura.

“el libro tiene una familiar y agradable manera [...] que hace que sea uno de los tratados populares sobre el tema que nunca había aparecido. El elegante y fácil estilo que ha manejado la autora para la instrucción científica es peculiarmente adaptado para objeto del trabajo [...] un libro diseñado para la instrucción de los jóvenes, debería sí es posible, contener nada más que los principios establecidos. Hechos permitidos y conocidos son siempre de consecuencias mucho más altas que opiniones teóricas. Para los jóvenes, particularmente, para avanzar como verdades, las doctrinas que han surgido fuera de una teoría, teniendo la oportunidad de inculcar permanentemente el error. En este aspecto nosotros creemos que la Sra. B, no ha sido suficientemente vigilada. Los brillantes descubrimientos de Sir Humphry Davy quien es conocido como un filósofo químico eminente”. [...] Bajo este punto de vista del tema, una parte de las notas están diseñadas a la guardia del estudiante [...] para que no encuentre circunstancias en las

⁸ El libro de Marcet fue reconocido como uno de los aspectos más importantes en la enseñanza escolar de la química entre 1876 - 1901, como se puede observar en la conferencia de Rufus P. Williams durante el 25th Aniversario de la Sociedad Americana de Química. Williams, R. (1901) Teaching of Chemistry in Schools 1876, 1901. *Science*, New Series, Vol. 14 No 342, 100-104.

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

que existen contradicciones” [...] yo tengo que hacer algunas explicaciones del texto y pienso que puede asistir al estudiante a comprender lo que lee. Al tratar de hacer la ciencia popular y de gran utilidad, es de gran importancia que los experimentos señalen el uso de los instrumentos”⁹

En la advertencia de la edición americana, además se resaltó la ‘nueva lista de experimentos incorporados’, elaborada con base en los libros de Parke, Accum y otros. El revisor de la edición americana, J.L. Blake, A.M. (1788-1857) ministro episcopal en Boston, incorporó el sistema de preguntas a partir de 1826, localizadas al inferior de las páginas a las que se refiere, él señalaba que “estas numerosas y tal vez insuficientes preguntas, están dirigidas a los jóvenes escolares para que puedan examinar cada página y señalen los que es importante y lo que no lo es”¹⁰. Este sistema también fue adaptado en *Conversaciones sobre Filosofía Natural*.

En las ediciones americanas, los contenidos se presentaron consecutivamente con las observaciones anotadas por el editor y revisor en un sólo volumen. Las ilustraciones, separadas por figuras, fueron introducidas en medio del texto al que hacen alusión y no se le atribuyeron a la autora (Figura 2.12).

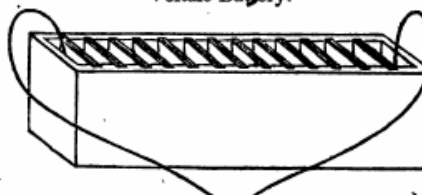
⁹ Advertencia de la quinceava edición americana de *Conversations on Chemistry* (1841).

¹⁰ *Ibíd.*

Figura 2.12. La Pila de Volta

Mrs. B. Precisely. It does appear, however, necessary that the fluid used for this purpose should be of animal nature. Water, and acids very much diluted by water, are found to be the most effectual in promoting the development of electricity in metals; and accordingly the original apparatus which Volta first constructed for this purpose consisted of a pile or succession of plates (of zinc and copper) each pair of which was connected by pieces of cloth or paper impregnated with water; and this instrument, from its original inconvenient structure and limited strength, has gradually arrived at its present state of power and improvement, such as exhibited in the Voltaic battery. In this apparatus, a specimen of which you

(Fig. 11.)
Voltaic Battery.



see before you, the plates of zinc and copper are soldered together in pairs, each pair being placed at regular distances in wooden troughs and the interstices being filled with fluid.

Caroline. Though you will not allow us to inquire into the precise cause of electricity, may we not ask in what manner the fluid acts on the metals so as to produce it?

Mrs. B. The action of the fluid on the metals, whether water or acid be used, is entirely of a chemical nature. But whether electricity is excited by this chemical action, or whether it is produced by the contact of the two metals, is a point upon which philosophers do not yet perfectly agree.

Emily. But can the mere contact of two metals, without any intervening fluid, produce electricity?

Mrs. B. (Yes, if they are afterwards separated.) It is an establish-

352. How did Galvani account for the moving of the limb on a communication being made between the two metals?

353. What was the true cause of it?

354. What metals are used in the production of Galvanic action?

355. Which figure represents a Voltaic battery?

356. Can galvanism be produced without water?

Tomado de: Marcet, 1841, p.86.

Cortesía de la Biblioteca de Ciencias de la Universitat Autònoma de Barcelona

A pesar de haber existido considerables copias en el mercado estadounidense, Mrs. Marcet no tuvo control sobre las adiciones o cambios de su libro y tampoco recibió dinero por la venta de las ediciones americanas. La inexistencia de una ley para los derechos del autor, en Estados Unidos se dio sólo hasta 1790 y para autores extranjeros un siglo después (Rossotti, 2007, Rosenfeld, 2001 y Lindee, 1991).

Luego del éxito de Jane Marcet en Estados Unidos se publicó en 1867 *Fourteen Weeks in Chemistry* de J. Dorman Steele que trataba sólo una “parte de Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

conocimiento químico” necesaria en “el aula, la cocina, la granja y las tiendas” y una versión masculina de Conversaciones denominada *Dialogues in Chemistry* de Jeremiah Joyce, quien describía diálogos entre un tutor hombre y dos chicos jóvenes Charles y James (Lindee, 1991).

Conversations on Chemistry, es un buen ejemplo para mostrar el cambio en la participación científica de las mujeres a principios del S. XIX y el rol activo que esta audiencia ha desempeñado en el desarrollo científico (Creese, 1991 y Muñoz-Páez, 1996). Algunas comparaciones del libro de Marcet, con el libro de Samuel Parker en Inglaterra¹¹ y con *Elements of Chemistry* de Edward Turner en Estados Unidos, permiten afirmar en acuerdo con Lindee (1991) que *Conversations on Chemistry* no fue un libro de consejos caseros para las amas de casa, sino una introducción importante para las teorías químicas de la época.

Las conferencias populares y la lectura de libros sobre filosofía natural, astronomía, química y botánica, legitimaron poco a poco la inclusión del público femenino en las teorías científicas vigentes. La obra de Jane Marcet, permitió popularizar el conocimiento y la comprensión de la química en Inglaterra y Francia. Contribuyó notablemente en la enseñanza de la química a través de demostraciones experimentales dirigidas a principiantes y no sólo a mujeres, como fue su intención (Lindee, 1991, Crellin, 1979 y Armstrong, 1938).

La forma de diálogo entre la Sra. Bryan, Caroline y Emily, es uno de los aspectos que se atribuye al éxito del libro, el método de presentación de los contenidos fue muy ingenioso aún cuando ella deseaba escribir los contenidos

¹¹ Para más información sobre esta comparación ver: Knight, D. (1986). Accomplishment or Dogma: Chemistry in the Introductory works of Jane Marcet and Samuel Parkes. *Ambix*, Vol 33, Part 2/3. 94-98.

tal y como los conocía. Este estilo discursivo era considerado importante para transmitir conocimiento utilizado desde de los griegos, que había sido adoptado por Galileo, Boyle, Berkeley, Hume y también por Bernard Fontenelle en 1686, para introducir al público femenino a la astronomía. La autora lo creyó conveniente, ya que esta había sido la manera en que había adquirido sus conocimientos sobre la química, como lo mencionó en el prefacio de su libro.

Este estilo innovador en la época, presentaba conversaciones ficticias sobre los temas más recientes de química y sus implicaciones en los rápidos cambios socio económicos asociados con la industria química inglesa (Rossotti, 2007). Los personajes eran la Señora Bryan (Sra. B), una tutora que deseaba que sus alumnas apreciaran la relevancia y necesidad de la química para sus vidas diarias y dos alumnas inteligentes y entusiastas, Caroline y Emily (Figura 2.13). Caroline de 15 años, impetuosa, escéptica, curiosa y poco interesada por la química, como se puede demostrar a de la conversación I, *Sobre los principios generales de la química* de la 5th edición de 1817, y Emily de 13 años¹² motivada hacia la química, era más curiosa.

¹² en *Conversation on Natural Philosophy* se menciona la edad de Emily
Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

Figura 2.13. Recreaciones de la conversación XIX de la edición inglesa de 1819.



Imagen Tomada de Armstrong, 1938, p. 57.
De derecha a izquierda, La Sra B, Emily y Caroline

Otro aspecto resaltado, son las constantes revisiones, correcciones y nuevas inclusiones que elaboraba Mrs. Marcet a las sucesivas ediciones de su libro. Jane escribía cartas a reconocidos científicos, solicitando información sobre sus últimos descubrimientos, para poder incorporarlos en sus nuevas ediciones. Uno de estos científicos fue Michael Faraday (1791-1867), a quien la siguiente carta el 24 de Noviembre de 1845.

"Dear Mr. Faraday, I have this morning read in the "Athenaeum," some account of a discovery you announce . . . respecting the identity of the imponderable agents, heat, light, and electricity; and as I am at this moment corrective the sheets of my "Conversations on Chemistry" for a new edition, might I take the liberty of begging you to inform me where I could obtain a current account of this discovery? It is, I fear, of too abstruse a nature to be adapted to my young pupils; yet I cannot make up my mind to publish a new edition without making mention of it; I have, therefore, kept back the proof sheets of the Conversation on Electricity which I was this morning revising, until I receive your answer, in hopes of being able to introduce it in that sheet."

(Fragmento tomado de Armstrong, 1938, p.54.)

El tercer aspecto y quizás el más destacado, es que uno de sus lectores fue Faraday, incluso se sugiere que el libro de Marcet lo podría haber inspirado a dedicarse a la ciencia, en la cual su contribución ha sido muy importante.

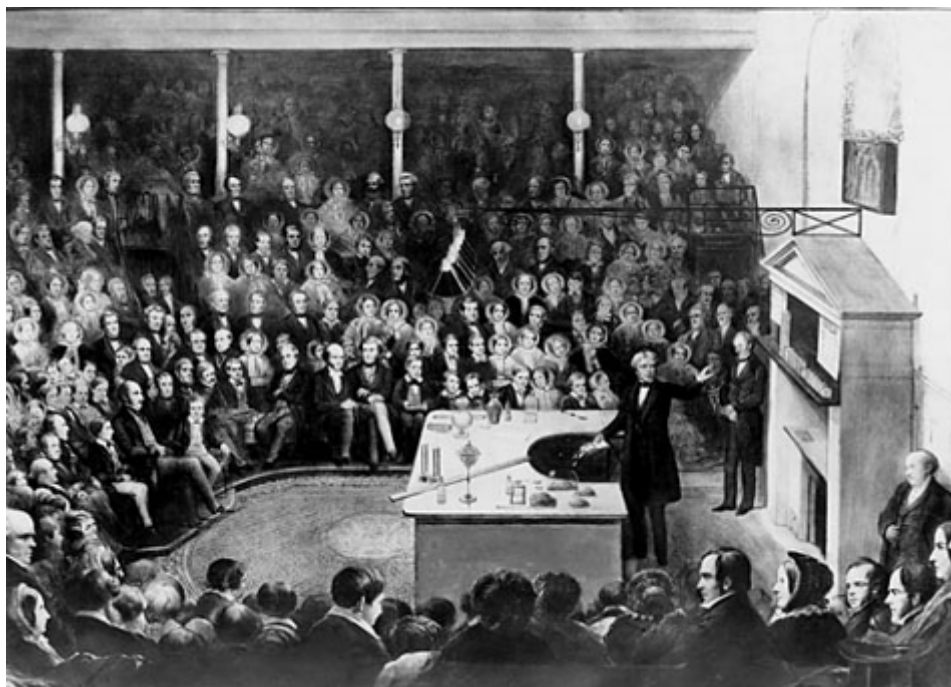
Williams (1960), quien hace un estudio sobre la educación científica de Faraday entre 1809 - 1821, señala que las *Conversaciones* de la Mrs Marcet al igual que la *Enciclopedia Británica* pudieron haber influenciado su posterior trabajo sobre electroquímica. Desde los catorce años Faraday trabajó en la tienda de Mr. Riebau, a los diecinueve años se desempeñó como encuadernador y librero, allí en su trabajo tuvo acceso a estos libros y también a *The improvement of the mind*, que sí bien no se reconoce por su novedad, sí se le atribuye un efecto sobre la posición filosófica de Faraday. Él conoció el libro de Marcet en 1810, donde se discutían los experimentos sobre electroquímica de Sir Humphry Davy., "antes de 1810 Faraday era un aficionado de la electricidad; después de 1810 el fue un químico aficionado" (Pearce Williams, 1960, p.524).

En 1812 asistió a la Royal Institution, lugar donde a partir de 1815 inició su actividad investigadora, siendo también su laboratorio, centro de divulgación y hogar hasta 1858, que pasó a ocupar una casa cedida por la reina Victoria, uno de los pocos obsequios que recibió. También, interesado por contribuir con la

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

formación científica de los ciudadanos no especializados, inició a partir de 1826 las *Conferencias de los viernes* (Figura 2.14) y las *Conferencias juveniles de navidad* (que se desarrollan aún en la actualidad) y en 1827 escribió su único libro *Chemical Manipulations* dirigido a estudiantes sin conocimientos químicos, que también tuvo aceptación como libro de texto en la enseñanza secundaria anglosajona.

Figura 2.14. Conferencias de Navidad de Michael Faraday en la Royal Institution en Londres (1855)



Tomado de: http://communicatescience.com/zoomian/wp-content/uploads/2009/01/faraday_michael_christmas_lec1.jpg

En acuerdo con Tweney (1986), se puede afirmar que Marcet influyó no sólo en la educación de Faraday para poder posteriormente formular experimentos y teorías tanto en el campo de la química como en el de la física, su aporte también fue hacia la manera de ver la química al alcance de todos, un

sentido práctico que le permitió a Faraday explicar los principios de la química de manera fundamental, incluso a través de una vela como lo demuestran su ciclo de conferencias *la historia química de una vela* dictado dos veces en la Royal Institution, una en 1848-1849 y la otra en 1860-1861.

Faraday le rindió un tributo a la memoria de Jane Marcet cuando ella falleció en 1858 en Londres. El fragmento que sigue es tomado de la carta que él le escribió a Auguste de la Rive el 2 de octubre de 1858.

"Your subject interested me deeply in every way, for Mrs. Marcet was a good friend to me, as she must have been to many of the human race. I entered the shop of a bookseller and bookbinder at the age of 13, in the year 1804, remained there eight years, and during the chief part of the time bound books. Now it was in those books, in the hours after work, that I found the beginning of my philosophy. There were two that especially helped me, the "Encyclopedia Britannia." from which I gained my first notions of electricity, and Mrs. Marcet's "Conversations on Chemistry" which gave me my foundation in that science.

"Do not suppose that I was a very deep thinker, or was marked as a precocious person. I was a very lively, imaginative person, and could believe in the "Arabian Nights" as easily as in the "Encyclopedia," but facts were important to me, and saved me.

I could trust a fact, and always cross-examined an assertion. So when I questioned Mrs. Marcet's Little book by such experiments as I could find means to perform, and found it true to the facts as I could understand them, I felt that I had got hold of an anchor in chemical knowledge, and clung fast to it. Hence my deep, veneration for Mrs. Marcet: first, as one who had conferred great personal good and pleasure on me, and then as one able to convey the truth and principle of those boundless fields of knowledge which concern natural things, to the young, untaught, and inquiring mind.

"You may imagine my delight when I came to know Mrs. Marcet personally; how often I cast my thoughts backwards, delighting to connect the past and the present; how often, when sending a paper to her as a thank-offering, I thought of my first instructress, and such like thoughts will remain with me."

(Fragmento tomado de Armstrong, 1938, p.56.)

Otro de los lectores más destacados fue Thomas Jefferson, quien también hizo referencia de haber leído el libro de Marcet (Rossotti, 2007).

2.6.2.2 Una visión Didáctica de Jane Marcet y *Conversations on Chemistry* en el S.XIX

Con el objetivo de caracterizar el modelo didáctico del libro de Jane Marcet *Conversations on Chemistry* a través de la conversación sobre la teoría electroquímica, se realizó un análisis documental acerca de la retórica del texto de los ejemplares de 1817, 1832 y 1853 de las ediciones inglesas (Camacho & Quintanilla, 2009b). Los criterios de selección de esta muestra, se fundamentan en que 1817, se publica por primera vez la conversación sobre la química de los agentes eléctricos; en 1832 esta conversación tiene importantes modificaciones y en 1853, en la edición final del libro, la autora realiza algunos nuevos cambios con respecto a los trabajos de Faraday. También, fue objeto de análisis la edición americana de 1841.

La estructura y retórica del libro se identificó y analizó a través de la red sistémica propuesta por Izquierdo (2005) teniendo en cuenta a) la *comunicabilidad*, es decir, de qué manera conecta con el lector, cuál es el modelo de ciencia y de lector que propone el libro y, b) *la factuabilidad*, cuáles son los hechos que lo constituyen, a qué tipo de lector se dirige y cuál es el uso que hace de los hechos científicos, para esto se realizó un análisis de contenido (sintáctico y curricular) según Jiménez y Perales (2001).

Los resultados con respecto a la *comunicabilidad* de la ciencia fueron caracterizados así:

- ***Modelo de ciencia (química).*** La narrativa del texto de Marcet es de duda retórica, se utilizan preguntas para generar la información y estas se resuelven inmediatamente. El texto progresa en la medida que va resolviendo preguntas y así se van construyendo las explicaciones sobre los temas. Según la advertencia de las ediciones americanas, ubicada luego de la portada, el modelo de ciencia que se pretende es apodíctico, a través de la lista de experimentos se pretende mostrar que la ciencia es muy importante.
- ***Modelo del lector.*** El lector es un aprendiz activo, que puede encontrar los contenidos insatisfactorios, que sí bien pueda que no conozca algunas cuestiones discutidas, puede tomar un punto de vista diferente del que se propone. También, puede dudar de la veracidad de las teorías planteadas, puesto que algunas de estas se declaran fuera de consenso. La autora además sugiere que el lector ha de ser paciente en la continuidad de los temas que presenta.
- ***Modelo de aula.*** Las ediciones inglesas, permiten un modelo de aula constructivista, las ediciones americanas, promueven un modelo de aula transmisiva.

Sin embargo, en las ediciones americanas se evocó un lector discípulo, al que se le explica la ciencia. La lectura es dirigida por los comentarios y el sistema de preguntas introducidas, por los editores americanos.

Los resultados encontrados con respecto a la comunicabilidad se pueden resumir en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5. Comunicabilidad de la conversación sobre electroquímica

Edición \ Modelo	Ciencia	Lector	Aula
Inglesa	Problemática Duda retórica	Aprendiz activo	Constructivista
Americana	Apodíctica	Discípulo	Transmisiva

La variación entre un modelo según la edición inglesa o americana del libro, corresponde a la intención tanto de autora como de los editores hacia el público destinatario en cuyo caso, existen diferencias. En la edición inglesa las mujeres son las destinatarias, en cambio en la edición americana son los jóvenes escolares. Sin embargo, revisando sólo los contenidos en ambas ediciones, es posible establecer que la estructura retórica en cuanto a la comunicabilidad, es decir, la manera en que Jane Marcet se conecta con el lector se caracteriza así: El **modelo de ciencia** es **problemática**, la **narrativa** es de **duda retórica**; el **modelo de lector** es **aprendiz activo** y el **modelo de aula** es **constructivista**.

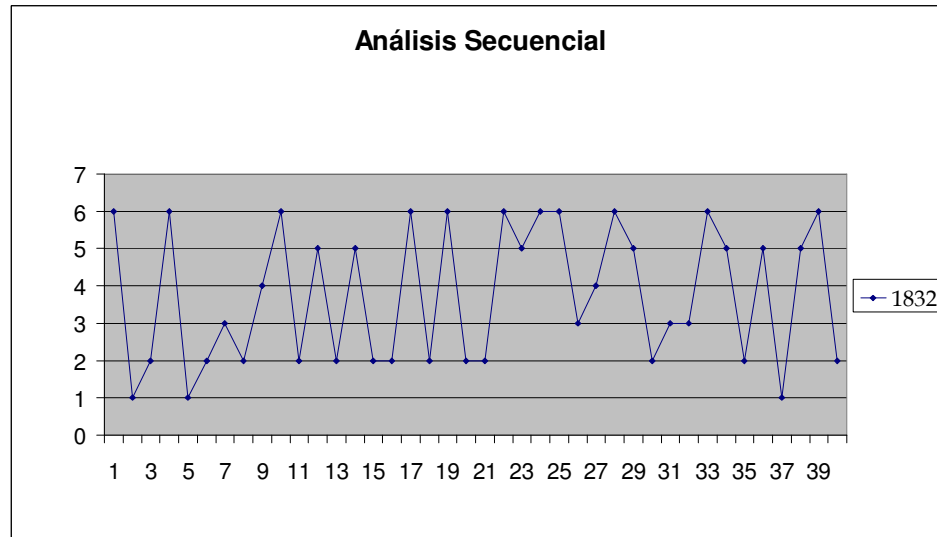
La estructura retórica que intenta tener las ediciones americanas, al incorporar el sistema de preguntas, vocabulario, lista de experimentos¹³, es de un modelo de ciencia apodíctica; modelo de lector como discípulo y modelo de aula transmisiva.

¹³ Estas tres características se hacen como el fin de utilizarlo como libro de texto para estudiantes principiantes.

Con respecto a la *factuabilidad*, se evidencia la coexistencia de diferentes funciones en la obra de Marcet, tal y como se aprecia en Figura 2.15, de la edición de 1832. Dichas funciones no están atribuidas a un único personaje (Figura 2.16). La función de la Sra. B., se enmarca en la función de definición, seguida de la descripción e interpretación. Aunque es importante señalar que la Sra B. no es la única que presenta definiciones, sino que las estudiantes también definen algunos conceptos. El rol de las estudiantes, está centrado en la problematización en especial Emily y esto se ve reflejado en las constantes preguntas que este personaje plantea continuamente en sus intervenciones. Las estudiantes también presentan funciones descripción, en especial Caroline. La función de aplicación está más evidente para Emily y la función de Evocación para Caroline.

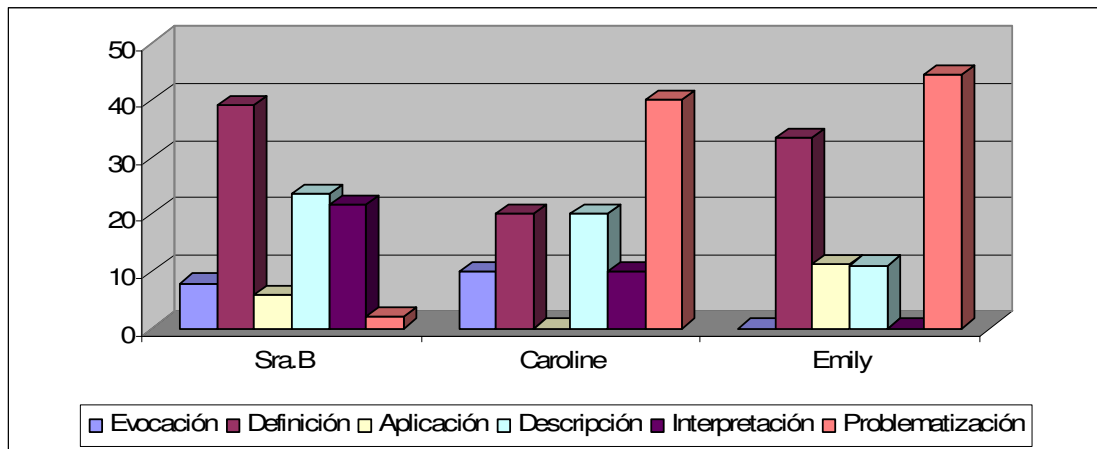
Es decir, que en cuanto al análisis didáctico, es posible concluir que existe una gran complejidad en la estructura retórica del libro de Marcet, por la multiplicidad de funciones y ediciones. Al existir diferentes ediciones acerca de un mismo contenido, el análisis se enriquece mostrando variaciones conceptuales acerca de la teoría electroquímica en la primera mitad del S. XIX. A pesar de esto, es posible identificar que el modelo de ciencia que utiliza Marcet en su libro es problemática, un modelo de lector como aprendiz activo y a través de sus conversaciones ficticias, se evidencia un modelo de aula constructivista. Finalmente, es importante señalar como el mismo contenido publicado en el mismo año tanto en el Reino Unido como en EEUU, se destacan finalidades de divulgación y enseñanza diferente según el público destinatario y como los editores tienen un papel protagónico en los usos que pueden tener los libros.

Figura 2.15. Análisis secuencial en *Conversation VI. On the chemical decomposition of electricity (1832)*



1. Evocación, 2. Definición, 3. Aplicación, 4. Descripción, 5. Interpretación y 6. Problematicación

Figura 2.16. Secuencia Didáctica en la *Conversation VI. On the chemical decomposition of electricity (1832)*



2.6.3 Propuesta desde la Historia de la Ciencia para la enseñanza-aprendizaje de la electroquímica

Así a partir de la visión historiográfica y Didáctica de la evolución de la electroquímica, considerando diferentes fuentes como se describió en el apartado anterior, fue posible construir una propuesta Didáctica caracterizada por ser problematizadora,, auténtica y que trataba de recoger algunos aspectos similares a situaciones desarrolladas en los contextos científicos reales; pero que también fuera significativa para los y las estudiantes que aprenden y que les permitiera *modelizar científica* la noción teórica de electroquímica.

A través de la Unidad Didáctica "*Teoría electroquímica en la educación media. Una propuesta Didáctica fundamentada en la Historia de la Ciencia*" desde la Historia de la Ciencia a fin de comprender el cambio químico vinculado a las variaciones eléctricas de las sustancias, relacionando la explicación científica y otras Competencias de Pensamiento Científico (Camacho, *et al*, en prensa), se propusieron temáticas conceptuales respecto al *conocimiento de la ciencia y sobre la ciencia*, el desarrollo y evolución de la teoría electroquímica desde la Historia de la Ciencia; aspectos contextuales, en relación a *la actitud hacia la ciencia*, la valoración y reconocimiento del trabajo científico de las mujeres y aspectos procedimentales, en relación al aporte y diseño de diferentes instrumentos; la dinámica y metodología de las comunidades científicas y de la actividad científica. Finalmente, las actividades propuestas se desarrollaron con el fin de promover *Competencias de Pensamiento Científico*, en particular la explicación científica (Ver Anexo I).

En el desarrollo de esta Unidad Didáctica, se tuvo en cuenta además un período comprendido entre 1800 a 1853 de la Historia de la Electroquímica, en el cual se considera el máximo desarrollo histórico según proponen Marcet (1817-1853); Grapí i Vilumara (2008) y López (2008), como se muestra en la Tabla 2.6. Sí bien se presenta de forma lineal, se trato de abordar desde una visión evolutiva tal y como lo propone Toulmin (1977).

Tabla 2.6. Evolución Conceptual de la Teoría Electroquímica entre 1800 a 1853

Período	Evento Importante	Conceptos relevantes sobre electroquímica	Conceptos relevantes sobre la actividad química
1791	Galvanismo	Producción de la electricidad a través de procesos naturales	Relación de la química con otras áreas del conocimiento (Fisiología)
1800	Construcción de la Pila de Volta	Producción de la electricidad a través de procesos artificiales	Valor e importancia de los instrumentos científicos
1806	Primera edición de <i>Conversations on Chemistry</i>	Relación entre electricidad y cambio químico	Divulgación y enseñanza de la química
1806	Conferencia de H. Davy <i>Acerca de algunos agentes químicos de la electricidad</i>	Polarización de las sustancias Descomposición química a través de la electricidad	Evolución y desarrollo del concepto de elemento química
1810	Lectura por Faraday de <i>Conversations on Chemistry</i>	Estudio del cambio químico	Contexto social y personal en la construcción de conocimiento
1811	Teoría Dualista de J.J. Berzelius	Coexistencia de dos partes (polos) positiva y negativa en cualquier átomo Atracción y repulsión que ejercen los polos sobre las sustancias químicas (Afinidad química)	Distinción y debate sobre la química orgánica e inorgánica
1836	Construcción de la Pila de Daniell	Carácter oxidante y reductor de las sustancias Reacciones redox	Valor e importancia de los instrumentos científicos
1853	Última versión de <i>Conversations on Chemistry</i>	Relación cuantitativa entre cantidad de sustancia y electricidad Relación entre electricidad y magnetismo	Mujeres científicas en la construcción de conocimiento científico
1817	Aparición de la Lectura sobre los agentes químicos de la electricidad en <i>Conversations on Chemistry</i>	Relación entre galvanismo y electrólisis a través de la Pila de Volta	Mujeres científicas en la construcción de conocimiento científico
1832	Propuesta de las Leyes de Faraday	Oxidación y reducción Conservación de cargas Cantidad de compuesto químico que se descompone es proporcional a la cantidad de electricidad utilizada	Relación de la química con otras áreas del conocimiento (Matemática-Física)

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

Las actividades propuestas fueron secuenciadas a través del Ciclo de Aprendizaje Constructivista (Sanmartí, 2000) como se describe en la Tabla 2.7, las que se desarrollaron en cuatro fases: I Exploración; II. Introducción de nuevos conceptos; III. Sistematización y IV. Aplicación.

Tabla 2.7 Descripción de las actividades de la Unidad Didáctica de Teoría Electroquímica

Fases	Actividad	Objetivo	Descripción
Exploración de ideas previas	Sobre la acción química de la electricidad ¹⁴	Identificar las ideas previas de los y las estudiantes sobre la relación entre electricidad y cambio químico.	Lectura de la Conversación sobre los agentes químicos de J. Marcet (1853), para incorporar la discusión sobre cómo se produce la electricidad y sobre cuál es el rol de las mujeres en el conocimiento científico (Solsona, 2007)
Introducción de nuevos conceptos	Debate Berzelius Vs Davy	Explicar cómo se produce una reacción química que origina electricidad y cómo ocurre el proceso de obtención de nuevas sustancias, a partir de la electricidad.	Debate entre dos grupos, quienes defendían una posición y posteriormente, creaban consensos, a fin de comprender cómo se construye la ciencia como actividad humana de consensos y disputas.
Sistematización y Conclusiones	¿Qué competencias hemos desarrollado?	Identificar y caracterizar las competencias científicas trabajadas y hacer una revisión conceptual de los principales aportes acerca de la teoría electroquímica	Evaluación de las producciones de los estudiantes a fin de autorregular sus aprendizajes científicos. Construcción de una línea de tiempo con el fin de evidenciar que el conocimiento científico evoluciona y es complejo, pues depende de muchos factores internos y externos.
Aplicación	Construcción de la Pila de Daniell	Las y los estudiantes explicarán el funcionamiento de la Pila de Daniel y sobre el uso de los diferentes tipos de pilas.	Valor de la réplica de los experimentos en la enseñanza con el fin de comprender las reacciones redox en las pilas y conocer el sentido de la experimentación en la Historia de la Electroquímica (Grapí, 2007)

¹⁴ Fragmento Adaptado de Marcet, J. (1853). *Conversations on chemistry in wich the elements of that science are familiarly explained and illustrated by experiments. Vol. 1 On simple bodies*. London: Longman, Brown, Green & Longmans.

Dichas actividades fueron validadas por expertos historiadores del Centre d'Història de la Ciència (CEHIC) e investigadores del Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals de la Universitat Autònoma de Barcelona en septiembre de 2009.

CAPÍTULO 3.

MARCO METODOLÓGICO

	Pág.
INDICE DEL CAPÍTULO	131
3.1. FUNDAMENTACIÓN EPISTEMOLÓGICA LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	133
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	136
3.2.1 Estudio de Casos Colectivo Longitudinal	136
3.2.1.1 Participantes del Estudio	138
▪ <i>El caso de Emilio</i>	141
▪ <i>El caso de Caroline</i>	142
3.2.2 Fases de Desarrollo de la Investigación	143
3.2.2.1 Fase I. Diagnóstico	143
3.2.2.2 Fase II. Fundamentación Teórica	147
3.2.2.3 Fase III. Diseño Didáctico de una Unidad Didáctica	148
3.2.2.4 Fase IV. Implementación y Evaluación	151
3.3 ESTRATEGIAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	151
3.3.1 Cuestionarios	152
3.3.1.1 Cuestionario Tipo Likert, FONDECYT 1070795 (C07)	152
3.3.1.2 Cuestionario Semiestructurado (C08)	156
3.3.1.3 Cuestionario Tipo Likert (C09)	156
3.3.2 Talleres de Formación Docente (TRD)	159
3.3.3 Observación de Clases (OBSC)	162
3.3.4 Videgrabaciones y transcripciones	163
3.4. PLAN DE ANÁLISIS DE DATOS	164
3.4.1 Preparación y Selección del Corpus de Datos	165
3.4.2 Reducción y Análisis de Datos	166

3.4.2.1	Codificación de las Unidades de análisis	167
3.4.2.2	Categorización de las Unidades de análisis	169
3.4.3	Síntesis e Interpretación Final de los Datos	170
3.5	TRIANGULACIÓN METODOLÓGICA	175
3.6.	CRITERIOS DE RIGOR CIENTÍFICO	175
3.6.1	Validez	176
3.6.2	Fiabilidad	177

Este capítulo se fundamenta desde una mirada *interpretativa comprensiva y transformadora* de la realidad. También, se describen los participantes de la investigación y los criterios a partir de los cuales se seleccionaron. Además, se presentan las técnicas e instrumentos utilizados en la recolección de información, así como el plan de análisis de estos datos. Finalmente, se presentan los criterios considerados para la validez y fiabilidad de esta investigación.

3.1. FUNDAMENTACIÓN EPISTEMOLÓGICA DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

En conformidad con el problema de investigación propuesto en el capítulo 1 y los planteamientos epistemológicos señalados en el capítulo 2 se fundamenta a continuación el marco metodológico desde una mirada *interpretativa comprensiva y transformadora* de la realidad según Sandín (2003).

Se considera por una parte *interpretativa comprensiva*, ya que supuso la mirada en la investigadora, el reconocimiento de los supuestos teóricos y también personales que modularon su actuación, así como la relación con los participantes en el estudio quienes se apropiaron reconociendo desde sus experiencias particulares, sus significados y la visión del mundo que poseen. Así, esta investigación fue más allá de la descripción y puso de relieve el protagonismo que adquirieron las voces principales y no sólo se limitó a describir el proceso y los factores relacionados, sino que además, genero

conocimientos, metodologías, estrategias Didácticas, entre otros, que permitieron comprender las situaciones educativas y sus procesos cognitivos.

Además, se considera *transformadora*, en la medida que aportó, a través de un modelo de intervención fundamentado teóricamente, al cambio de las concepciones del profesorado y de sus prácticas docentes en la química escolar y en particular a la promoción y desarrollo de la explicación científica.

El diseño propuesto se desarrolló desde el marco de la investigación cualitativa, la cual es definida por Denzin y Lincoln (1994) como *“un campo interdisciplinar, transdisciplinar y en ocasiones contradisciplinar. Atraviesa las humanidades, las ciencias sociales y físicas. La investigación cualitativa es muchas cosas al mismo tiempo. Es multiparadigmática en su enfoque. Las personas que la practican son sensibles al valor de un enfoque multimétodo. Están comprometidas con una perspectiva naturalista y una comprensión interpretativa de la experiencia humana”* (p.3-4). La epistemología constructivista bajo la cual se posiciona esta metodología permite comprender la construcción de conocimiento de las personas, la elaboración de conceptos, modelos y esquemas para dar sentido a la experiencia, las cuales pueden ser resignificadas a la luz de nuevas experiencias, reconociendo una dimensión histórica y sociocultural en esta construcción (Schwandt, 2000 citado en Sandín, 2003).

En este sentido la metodología de investigación cualitativa en esta investigación permitió comprender la situación educativa estudiada desde el interior, *“más allá de cuestiones relacionadas con el significado subjetivo y ampliar hacia dimensiones relacionadas con el lenguaje, la representación y la organización social”* Lincoln y Denzin (2000, p. 1048-149), considerando la visión de los

participantes y su relación con los colegas, así como la interacción del investigadora – docente-estudiantes.

Entre las principales características que señalan Sandín (2003); Latorre y Flick (2004) de los estudios cualitativos, es importante destacar que en esta investigación se asumió:

- Centrado en la *comprensión* de una situación educativa específica.
- La atención al contexto, la experiencia en los contextos particulares de los participantes, asumiendo un contexto natural, *naturalista* es decir situaciones que pertenecían al mundo real, en este caso a las problemáticas que constituían la práctica docente.
- La experiencia de las personas se asumió desde una *perspectiva holística*, teniendo en cuenta la persona como un todo y no como un conjunto de variables separadas.
- El papel de la investigadora como un *instrumento*, que a través de la interacción con la realidad, toma decisiones sobre y acerca de la investigación y los datos, reconociendo así el proceso de investigación como dinámico, emergente, flexible y no lineal.
- El análisis de la información desarrollado de una manera *continua y longitudinal*.
- *El protagonismo de las personas* a través de sus voces, su experiencia particular y sus conocimientos.
- *La reconstrucción de casos como punto de partida*, el análisis individualizado por persona y el levantamiento de significados consensuados o generales, así como las controversias y disputas.

- *Reflexividad*, atención especial a la forma en que diferentes elementos lingüísticos, sociales, culturales y teóricos influyen de forma conjunta en el proceso de desarrollo de conocimiento (interpretación), en el lenguaje y la narrativa (formas de presentación) e impregnan la producción de textos. En este sentido los textos se asumieron como material empírico que permitió reconstruir la visión de la persona de sus concepciones y conocimientos, es decir la base de interpretaciones y medio a través del cual se comprendía el proceso de investigación.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación se describe el diseño de la investigación. En primer lugar, se da cuenta de las características, criterios de selección del estudio de casos. Posteriormente, se describen con detalle las cuatro fases en la que se desarrolló la investigación, las que corresponden a una fase inicial de diagnóstico; una fase de fundamentación teórica; una fase de diseño y finalmente, una fase de implementación y evaluación.

3.2.1 Estudio de Casos Colectivo Longitudinal

En esta investigación se optó por el *estudio de casos*, una estrategia de diseño de la investigación que según Stake (1994) se define por su interés en casos particulares. El estudio de casos ha sido definido por VanWynsberghe y Khan (2007) como una heurística transparadigmática y transdisciplinar que

involucra un cuidadoso delineamiento del fenómeno mediante la evidencia que será recolectada.

En este caso y según la problemática planteada *¿Cómo a través de un modelo didáctico de intervención docente que incorpora la Historia de la Ciencia, se puede contribuir al cambio de las concepciones del profesorado de química y a la promoción y desarrollo de la explicación en la Actividad Química Escolar?* el estudio de casos tiene una finalidad instrumental según Stake (1999), ya que permitió una comprensión profunda sobre la incorporación de la Historia de la Ciencia en la actividad química escolar, además como no se focalizó en un caso concreto sino en un determinado conjunto de casos, se considera además un *estudio colectivo de casos*.

Según la clasificación de estudio de casos de Yin (1994), a partir del objeto de estudio, (holístico e inclusivo) y de la unidad de análisis (caso único y casos múltiples), es posible señalar que el estudio de casos que se desarrollo fue de Tipo 3, holístico-múltiple y de acuerdo con los objetivos propuestos, según Rodríguez *et al* (1999), puede ser clasificado como un estudio de casos tipo 11, casos múltiples-global-explicativo.

El estudio de casos se caracterizan según VanWynsberghe y Khan (2007) por: a. *tener una muestra pequeña objeto de estudio, centrándose de forma intensiva y profunda en una unidad de análisis; b. un contexto específico; c. un ambiente natural; d. limite espacio-temporal, e. el trabajo con hipótesis, las cuales emergen y son reelaborada o evaluadas a través del propio proceso de recolección de datos; f. multiplicidad de fuentes de datos, usualmente en el Estudio de Casos se proponen variadas técnicas de recolección de información lo que facilita una triangulación,*

conllevar a mayor rigurosidad en los resultados descritos; g. *amplitud*, el estudio de casos, permite enriquecer y fortalecer la comprensión de un fenómeno a través de la comprensión de las conexiones o desconexiones de relaciones en un contexto determinado.

3.2.1.1 Participantes del Estudio

Para la constitución de los casos objeto de estudio, se tuvieron en cuenta los cinco aspectos que menciona Flick (2004) con respecto a la *representatividad de los casos*. a. El *caso individualizado*, se entiende como un universo individualizado, así el caso individualizado se ve como un producto de la socialización individual específica en relación al grupo; b. El *caso representa un contexto institucional específico*, en esta investigación los casos corresponde al profesorado participante y a personas que él / ella pueda representar dentro de su propio establecimiento educativo; c. El *caso representa una profesionalización específica* que se ha alcanzado y que se representa en los conceptos y manera de actuar de un colectivo profesional, en este caso dicho colectivo corresponde al profesorado de química chileno y e. El *caso representa una subjetividad desarrollada como resultado de adquirir ciertos conocimientos y desarrollar maneras específicas de actuar y percibir*. Como el caso se centro en personas específicas, profesorado de química, la representatividad de los participantes no se garantiza por lo aleatorio de la muestra ni por la estratificación, sino que se consideraron las personas de acuerdo al desarrollo de la investigación, en relación con la elaboración de constructos teóricos.

En congruencia con los aspectos éticos que conlleva realizar una investigación que involucra personas, los participantes fueron invitados a través

de protocolos y se les entregó un consentimiento informado (Anexo II) con el fin de informar acerca de la investigación, sus objetivos, contenidos y las posibles consecuencias de los estudios en los cuales se involucra (Punch, 1994, citado en Sandín, 2003) así las personas pueden considerar su participación voluntaria basada en una información completa y abierta sobre el alcance, proceso de investigación y posible implicaciones que pueda suponer (Sandín, 2003). De esta manera la investigadora se comprometió a guardar confidencialidad de toda la información recolectada a través del desarrollo de la investigación, para garantizar la privacidad y la intimidad de las personas participantes.

Así se acudió a realizar la selección de los casos mediante un *muestro teórico*, en la medida en que las decisiones sobre la elección y reunión del material empírico (grupos, casos) se toma en el proceso de recolección e interpretación de datos, como señalan Glasser y Strauss (1967, p. 45) “*el muestro teórico es el proceso de recogida de datos para generar teoría por medio del cual el analista recoge, codifica y analiza sus datos conjuntamente y decide qué datos recoger y dónde encontrarlos, para desarrollar su teoría a medida que surge. Este proceso de recogida está controlado por la teoría emergente*”.

También se considero en la selección de los casos algunos criterios en torno a la selección emergente de los participantes, los cuales tenían que ver según Patton (1990, citado en Flick, 2004) con: a. *la intensidad del caso*, es decir, la intensidad en la participación y compromiso de las actividades propuestas a través de la investigación; b. *casos críticos*, hace alusión a aquellos en donde la relaciones que deben estudiarse tienen especial interés por los participantes, en este caso lo que tenía que ver con su práctica docente en relación a las nuevas propuestas curriculares que se están implementando en Chile, y c. *convivencia*, es

decir, casos de más fácil acceso en determinadas circunstancias, en particular a la recolección completa de la investigación realizada.

En esta investigación se considero como población el *profesorado de química* de la *Región Metropolitana* de los niveles de *primero a cuarto año de educación media, científica humanística*, quienes se venían desempeñando en *establecimientos municipales, particulares subvencionados o particulares pagados durante los últimos cinco años*. En la primera parte de la *fase de diagnóstico* participaron 32 docentes de química (14 hombres y 18 mujeres), con las características que se describen en la Tabla 3.1, este profesorado también hizo parte del proyecto FONDECYT 1070795.

Tabla 3.1 Caracterización de los 32 participantes de la Fase I.

		Frecuencia	Porcentaje
Género	Hombre	14	43,8
	Mujer	18	56,3
Colegio	Municipal	10	31,3
	Particular Subvencionado	19	59,4
	Particular Pagado	3	9,4
Edad	Entre 25 y 28 años	3	9,4
	Entre 29 y 32 años	7	21,9
	Entre 37 y 40 años	5	15,6
	Mayores de 40 años	17	53,1
Experiencia docente	Entre 1 y 5 años	7	21,9
	Entre 6 y 10 años	6	18,8
	Más de 10 años	17	53,1
Universidad de donde egreso	PUC	5	15,6
	USACH	5	15,6
	UMCE	7	21,9
	UChile	6	18,8
	Otra	3	9,4

Posteriormente y en conformidad con los resultados obtenidos, se seleccionarán 18 docentes (10 mujeres y 8 hombres) para realizar la segunda

parte del diagnóstico, allí sólo acudieron 8 docentes (1 hombre y 7 mujeres) de los cuales participaron 3 docentes (2 profesoras y 1 profesor) en la *fase de fundamentación* teórica, más una profesora novel que se incorporó, así se conformó el grupo de 4 docentes de química con quienes se desarrolló además la *fase de diseño*. Finalmente, en la *fase final de implementación y evaluación* participaron dos docentes (1 hombre y 1 mujer), constituyéndose así ellos dos en el Estudio de Casos Colectivo.

▪ ***El caso de Emilio***¹⁵

El profesor Emilio tiene 41 años, es ingeniero químico y profesor de química. Se desempeña desde hace 5 años como profesor de física y química en la educación media y como profesor de comprensión del mundo natural en 8vo básico, en dos colegios particulares subvencionados de la Comuna de Santiago, que hacen parte de una congregación religiosa. Tiene más de 15 años de experiencia docente. Participa frecuentemente en actividades de perfeccionamiento docente, hizo parte del Proyecto FONDECYT 1070795 durante el 2007 y 2008, actualmente coordina en su institución un proyecto EXPLORA CONICYT.

¹⁵ Los nombres de los participantes en el estudio de casos fueron modificados a fin de garantizar la privacidad y confidencialidad de la identidad de las personas participantes.

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

▪ *El caso de Caroline*¹⁶

La profesora Caroline tiene 55 años, es Profesora de química y Magíster en Educación. Se desempeña en un colegio particular pagado de la Comuna de las Condes, como profesora de química y coordinadora del área de ciencias. Tiene más de 20 años de experiencia de los más de 10 corresponden a la institución donde actualmente labora. Participa frecuentemente en actividades de perfeccionamiento docente, hizo parte del Proyecto FONDECYT 1070795 durante el 2007 y 2008.

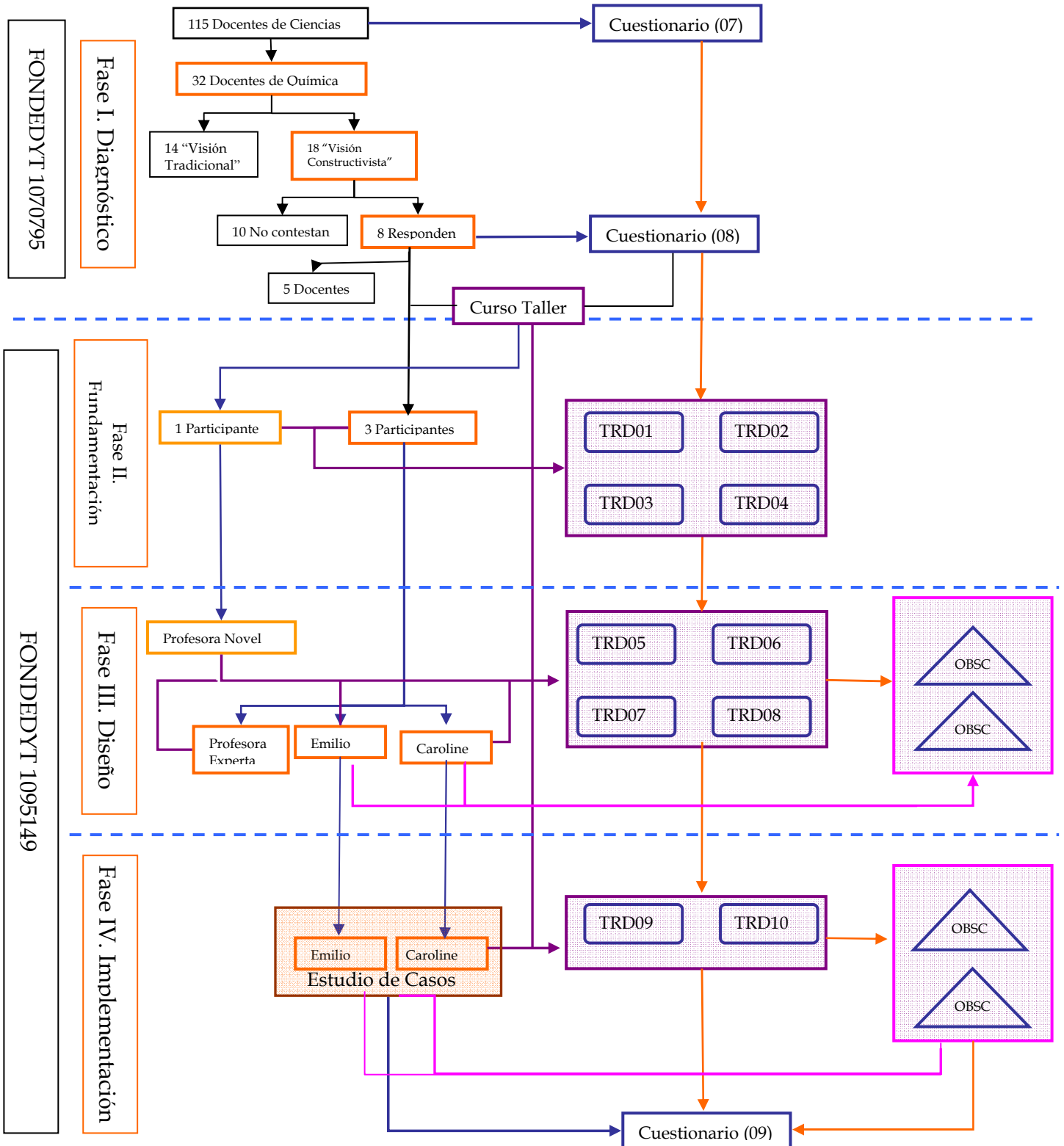
3.2.2 Fases de Desarrollo de la Investigación

La investigación propuesta fue realizada en el contexto de los proyectos FONDECYT 1070795 y FONDECYT 1095194 en la Pontificia Universidad Católica de Chile, la investigación se desarrolló a través de cuatro fases, que se realizaron entre el II semestre del año 2007 y el I semestre del año 2009, como se demuestra en la Figura 3.1. Estas fases se asumieron desde una visión dinámica que iban desde una perspectiva macro hasta lo micro, relacionado los distintos planos de desarrollo, la concepción de ciencia desde el racionalismo moderado y la noción de Historia de la Ciencia como componente metacientífico complejo que aporta a la actividad química escolar.

3.2.2.1 Fase I. Diagnóstico

Durante esta primera fase se tuvo como objetivo identificar y caracterizar cuáles son las concepciones del profesorado de química acerca de la Naturaleza de la Ciencia, Historia de la Ciencia y Competencias de Pensamiento Científico. Esta fase se desarrolló en dos partes, la primera consistió en la aplicación de un cuestionario Tipo Likert que permitía identificar las visiones constructivistas o tradicionales de varias dimensiones, entre ellas la de interés para esta investigación (Quintanilla *et al*, 2006) y la segunda, consistió en profundizar a través de un cuestionario abierto sobre las concepciones de Historia de la Ciencia, en particular sobre las ventajas y desventajas de dicha incorporación a la actividad química escolar y la manera en qué esto se podía realizar. Algunos resultados preliminares de esta fase fueron publicados en (Camacho & Quintanilla, 2009a).

Figura 3.1. Fases de Desarrollo de la Investigación



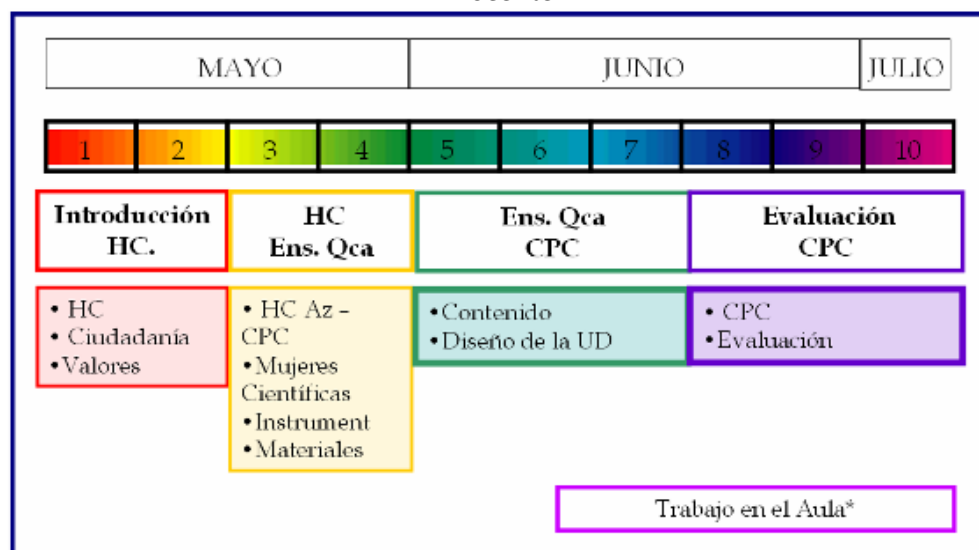
Una vez fueron analizados los resultados de la fase I, se encontró en concordancia con lo establecido en el marco teórico, la poca formación en Historia de la Ciencia y el desconocimiento del profesorado en esta metaciencia y su relación con la actividad química escolar. Debido a esto, se vio la necesidad de establecer *un modelo de intervención* que incorporará los componentes histórico y didáctico y los relacionará con el interés del profesorado de mejorar sus prácticas educativas, los aprendizajes científicos de sus estudiantes, ya que en estos resultados se mostraba que el profesorado no se sentía bien preparado para el uso de estrategias pedagógicas que relacionarán la enseñanza de la química y la Historia de la Ciencia, a pesar de reconocer que esta metaciencia contribuía favorablemente a la actividad química escolar.

Estos antecedentes conllevaron a establecer un modelo de intervención docente que fue denominado *Curso Taller sobre Historia de la Ciencia y Formación Docente* el cual se considero teniendo en cuenta los aspectos señalados en el capítulo 2 y cuyo objetivo fue *“participar en una actividad de desarrollo profesional constituyendo una comunidad de aprendizaje profesionales docentes para promover el análisis, la reflexión crítica y los diseños didácticos del docente en relación a sus práctica pedagógicas, fundamentadas desde la Historia de la Ciencia”* (Camacho & Quintanilla, 2009c). El diseño del curso taller que se realizó por parte de la investigadora, tuvo como antecedente importante una fundamentación Histórico-Didáctica, descrita en el capítulo 2, que se realizo durante la pasantía al Departamento de Didáctica de las Ciencias y el Centre d’Història de la Ciència (CEHIC) de la Universitat Autònoma de Barcelona.

El énfasis teórico epistemológico del Curso Taller, se inscribió dentro de una visión racionalista pragmática (Toulmin, 1977) y desde esta perspectiva se proponían actividades de tal manera de permitir la integración entre los conocimientos sobre ciencia y acerca de la ciencia del profesor y su relación con la promoción y desarrollo de Competencias de Pensamiento Científico. Así, este curso se dio como un espacio de colaboración e investigación interactiva de una comunidad de aprendizaje entre colegas que participan como un colectivo profesional que discutía y reflexionaba sobre su quehacer.

El curso taller, se desarrollo durante 10 sesiones o Talleres de Reflexión Docente (TRD) de 120 minutos cada uno, estos talleres fueron divididos en cuatro módulos, a. *Introducción a la Historia de la Ciencia (HC)*, b. *La Historia de la Ciencia y la Enseñanza-Aprendizaje de la Química*; c. *Enseñanza de la Química para la promoción de Competencias de Pensamiento Científico (CPC)* y d. *Evaluación de procesos y productos*, así como se muestra en la Figura 3.2.

Figura 3.2. Estructura del Curso Taller sobre Historia de la Ciencia y Formación Docente



Las actividades propuestas se caracterizaron por hacer explícita el interés e importancia de incorporar el componente histórico a través de una variedad de estrategias como lectura de artículos de investigación e innovación que relacionaban la Historia de la Ciencia con la actividad química escolar; discusión sobre las ventajas y desventajas de incorporar dicho componente a partir de la literatura especializada y sus experiencias en el aula; diseño e implementación de una secuencia Didáctica para la enseñanza de la electroquímica en 3ro medio; evaluación de las producciones estudiantiles; análisis, reflexión y evaluación de sus prácticas y autoevaluaciones al terminar cada sesión, siendo posible investigar y discutir acerca de su propia práctica, en colaboración y con el apoyo, de un colectivo profesional.

Se decidió trabajar el contenido científico de electroquímica por la dificultad de esta temática en la actividad química escolar, como se describió en el marco teórico y por la disponibilidad y riqueza de materiales desde la Historia de la Ciencia para poder realizar diseño de actividades bajo el enfoque del curso taller. En particular se intencionaron los casos históricos de Volta y Galvanic, a través del trabajo de Jane Marcet (1806-1853); H. Davy y J.J. Berzelius; la construcción de la Pila de Daniell y las leyes de Faraday, aspectos fundamentales para comprender la teoría electroquímica.

3.2.2.2 Fase II. Fundamentación Teórica

Esta segunda fase se desarrollo durante los primeros cuatro Talleres de Reflexión Docente (TRD01-TRD04), con el objetivo de consensuar una visión historiográfica para la actividad química escolar y comprender el aporte de la Historia de la Ciencia desde lo conceptual, procedimental y contextual. En estas

sesiones se discutió acerca de las finalidades y obstáculos de la Historia de la Ciencia en la actividad química escolar, a partir de sus percepciones y de investigaciones desde el campo de la Didáctica de las Ciencias; la noción teórica de Historia de la Ciencia para la actividad química escolar y las diferentes visiones historiográficas (anacrónica, diacrónica, recurrente); la relación entre Historia y Naturaleza de la Ciencia; el papel de los materiales y actividades bajo este enfoque y finalmente, se abordó el tema de las mujeres científicas y su influencia en el desarrollo de la Historia de la Electroquímica en particular y el desarrollo de la química en general. Estas temáticas fueron discutidas a través del análisis de las lecturas de Quintanilla (2006); Solves y Traver (2001) y Solsona (2007).

3.2.2.3 Fase III. Diseño Didáctico de una Unidad Didáctica

Esta tercera fase tuvo como objetivo elaborar un diseño didáctico fundamentado desde la Didáctica de las Ciencias y la Historia de la Ciencia para la enseñanza de la electroquímica. A través de las sesiones TRD05 – TRD08 se discutió sobre la noción a enseñar de electroquímica; las Competencias de Pensamiento Científico que se podía promover y desarrollar desde dicha experiencia; la secuencia Didáctica a elaborar, y los objetivos y las actividades (conceptuales, procedimentales, contextuales) para poder implementar dicha secuencia en el aula.

Estas sesiones se abordaron teniendo en cuenta la discusión y el análisis de temas como: la construcción de la teoría electroquímica; propuestas didácticas que abordan la incorporación de la Historia de la Ciencia; ideas de estudiantes acerca de las reacciones químicas de oxidación-reducción; la importancia

de la actividad experimental en la construcción de conocimientos científicos escolares y la noción de Competencias de Pensamiento Científico. Para ello se consideraron las lecturas de: Grapí i Vilumara (2008); Marcet, (1853); Camacho (2009); Sanmartí (2000); Lloréns (1991); Kind (2004); Grupo de Recerca de Faraday (1998), Sanmartí e Izquierdo (1998) y Quintanilla (2006) respectivamente.

Durante esta fase, el grupo de profesorado participantes del curso taller, construyó una matriz de fundamentación (Tabla 3.2) la cual permitió declarar la noción teórica de electroquímica; el propósito de enseñar esta noción; la Competencias de Pensamiento Científico (CPC) que se pretendían promover y desarrollar y la secuencia Didáctica por la cual se organizaban las actividades propuestas. Un producto relevante de esta tercera fase además, fue la elaboración de una propuesta de Unidad Didáctica desde la Historia de la Ciencia para la actividad química escolar, titulada *“Teoría electroquímica en la educación media. Una propuesta didáctica fundamentada en la Historia de la Ciencia”* (Camacho *et al*, En Prensa) la cual fue descrita en el capítulo 2 y presentada a través del Anexo I.

Tabla 3.2. Noción teórica de electroquímica para la actividad química escolar

<p>¿Qué noción teórica de electroquímica enseñar?</p>	<p>La noción de electroquímica que se considerará corresponde a las <i>reacciones químicas que describen cambios en las sustancias a partir del intercambio de partículas con carga eléctrica</i> (negativa). El comportamiento de cada sustancia depende de sus características y de la relación de esta con la otra. Como todo cambio químico se considera la Ley de Conservación de la Masa y el Balance de cargas eléctricas. <i>Teoría Eléctrica de la Química: Electricidad produce cambios químicos, así como los cambios químicos producen electricidad</i></p>
<p>¿Para que enseñar esa noción de teoría electroquímica?</p>	<p>Esta noción epistemológica – histórica favorece la <i>comprensión del cambio químico</i> vinculado a las variaciones eléctricas de las sustancias. Además, permite comprender que las sustancias según sus propiedades pueden tener un carácter electropositivo o electronegativo. Esta noción científica permite comprender que cuando dos sustancias eléctricamente neutras, tienen a combinarse se polarizan de manera contraria y así forman una nueva sustancia con carga neutra; a pesar que las sustancias iniciales con carga eléctrica opuesta permanezcan eléctricamente cargadas para una nueva combinación. Por otra, parte permite comprender, que en las reacciones químicas, además de la cantidad de masa de las sustancias, las cargas eléctricas juegan un papel fundamental.</p>
<p>¿Para qué CPC asociadas a esa noción de electroquímica?</p>	<p>A partir de esta noción se puede promover la <i>explicación</i> de un hecho experimental con base en evidencia empírica. Por ejemplo, como el funcionamiento básico de Pilas Electroquímicas para dar cuenta de la producción de electricidad a partir de reacciones químicas. Además se puede promover la <i>argumentación</i>, como una manera de enfrentar una situación problemática escolar, construyendo ideas a partir de la teoría científica. Estas Competencias de Pensamiento Científico , entre otras, permitirán la construcción de un modelo teórico acerca de las reacciones electroquímicas desde una perspectiva histórica.</p>
<p>¿Cómo enseñar esa noción de teoría electroquímica a través de las Historia de la Ciencia?</p>	<p>Las actividades propuestas se enmarcan en el <i>Ciclo de Aprendizaje Constructivista</i> el cual se desarrolla en cuatro fases: I. Exploración; II. Introducción de nuevos conceptos; III. Sistematización y IV. Aplicación. Para cada una de estas fases se describen los objetivos y actividades dirigidas para los y las estudiantes.</p>

3.2.2.4 Fase IV. Implementación y Evaluación

La fase de implementación y evaluación se desarrolló a través de diferentes estrategias. Una consistió en la implementación en su práctica pedagógica de la Unidad Didáctica construida por el grupo de participantes y la investigadora, (Camacho *et al*, 2009), clases (OBSC) que fueron objeto de análisis, discusión y toma de decisiones durante el desarrollo de los últimos talleres del curso. Otra estrategia trabajada en esta fase, consistió en la realización de los talleres finales TRD 09 y TRD 10, en donde se evaluó la participación en el curso taller y algunas producciones de los estudiantes, considerando lo mencionado por Chamizo e Izquierdo (2007) sobre la evaluación de Competencias de Pensamiento Científico, y lo citado por Lloréns (1991) y Kind (2004) acerca de las ideas previas y dificultades teóricas de electroquímica en los estudiantes. Finalmente, se utilizó un cuestionario tipo Likert sobre los aportes de la Historia de la Ciencia a la actividad química escolar, para cerrar el curso taller.

3.3 ESTRATEGIAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Sí bien la metodología adoptada en esta investigación se enmarca desde la perspectiva cualitativa, se utilizaron como instrumentos de recolección de información cuestionarios estructurados (Tipo Likert) y semiestructurados (abierto) en las fases iniciales y finales de la investigación a fin de poder establecer comparaciones en relación al cambio de las concepciones del profesorado con respecto a la Historia de la Ciencia, la Naturaleza de la Ciencia y las Competencias de Pensamiento Científico. Como se considera un enfoque

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

holístico de las personas que participaron en la investigación los resultados no se redujeron sólo a describir dichas concepciones, sino que se problematizó y caracterizó el cambio de estas concepciones a través del proceso de investigación; por ello, se decidió hacer uso de otras estrategias de recolección, como talleres de reflexión docente; videograbaciones; entre otras que se describen a continuación, propios de la investigación cualitativa.

3.3.1 Cuestionarios

3.3.1.1 Cuestionario Tipo Likert, FONDECYT 1070795 (C07)

Para identificar y caracterizar las concepciones del profesorado de química durante la primera parte de la fase de diagnóstico en el año 2007, se utilizó el cuestionario tipo Likert (Anexo III) diseñado por el equipo del proyecto FONDECYT 1070795 (Quintanilla *et al*, 2006), el cual fue validado a través del juicio de expertos (ocho especialistas del área de Didáctica de las Ciencias) quienes evaluaron la claridad y pertinencia del contenido de los ítems, así como del instrumento en general. Este cuestionario estaba constituido por 10 ítems en cada una de las 8 dimensiones propuestas (Tabla 3.3).

Tabla 3.3 Dimensiones del Cuestionario Tipo Likert

Dimensiones Cuestionario Tipo Likert FONDECYT 1070795 (Quintanilla <i>et al</i> , 2006)	
1. Naturaleza de la Ciencia	2. Historia de la Ciencia
3. Aprendizaje de las Ciencias	4. Enseñanza de las Ciencias
5. Resolución de Problemas Científicos	6. Rol del profesor
7. Competencias de Pensamiento Científico	8. Evaluación en Ciencias

El Cuestionario se estructuró con una escala Tipo likert en donde cada ítem tenía cuatro posibilidades de respuesta: Totalmente de acuerdo (TA),

Parcialmente de acuerdo (PA), Parcialmente en desacuerdo (PD) y Totalmente en desacuerdo (TD). Los ítems fueron formulados intencionalmente, en sentido afirmativo y se distribuyeron aleatoriamente en toda la escala, la numeración de cada ítem y su correspondencia con la dimensión estudiada se describe a través de la Tabla 3.4

Tabla 3.4 Distribución de los 80 ítems según las dimensiones del cuestionario.

Dimensiones metateóricas	Ítems de la Dimensión									
1. Naturaleza de la ciencias	5	7	22	27	40	52	56	58	61	66
2. Enseñanza de las ciencias	2	18	21	28	46	59	63	64	71	72
3. Historia de las ciencias	1	14	30	38	53	54	55	68	70	79
4. Aprendizaje de las ciencias	29	29	36	44	49	50	51	62	65	78
5. Evaluación de los aprendizajes científicos	9	12	23	33	35	57	67	69	73	75
6. Rol del profesor	3	6	11	17	19	31	37	42	43	45
7. Resolución de problemas científicos	8	10	15	16	20	24	39	60	77	76
8. Competencias de pensamiento científico	4	13	25	26	32	34	41	47	74	80

Tomado de: Quintanilla *et al*, 2010, p.187.

Para efecto de esta investigación sólo se consideraron las dimensiones 1. *Naturaleza de la Ciencia*, 2. *Historia de la Ciencia* y 7. *Competencias de Pensamiento Científico*. A continuación se describen cada uno de los ítems o enunciados, que hicieron parte de las dimensiones analizadas (Tabla 3.5, Tabla 3.6 y Tabla 3.7).

Tabla 3.5. Enunciados de la dimensión Naturaleza de la Ciencia

Enunciados	Items específicos para la dimensión
5	Las ciencias tienen carácter experimental, para ello es indispensable que los estudiantes construyan los hechos científicos, a partir de los hechos del mundo.
7	El profesorado debe enseñar el conocimiento verdadero, confiable, definitivo e incuestionable, que se produce en la comunidad científica.
22	La metodología científica permite al investigador en ciencias utilizar la intuición y la imaginación en cualquier momento del proceso de construcción científica.
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.
40	El profesorado debe adoptar un modelo de ciencia y de enseñanza de las ciencias, epistemológicamente fundamentado.
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.
56	Los conocimientos científicos que han adquirido un reconocimiento y legitimación universal, difícilmente cambian.
58	Las ciencias son rigurosas, ya que, bajo criterios sumamente claros y precisos, seleccionan y presentan un determinado modelo del mundo.
61	El estudiante debe aprender la metodología de investigación científica basada en etapas sucesivas y jerárquicas rigurosamente planificadas.
66	Los criterios que poseen las ciencias son parciales porque los hechos de la naturaleza están sujetos a interpretaciones individuales y sociales.

Tabla 3.6. Enunciados de la dimensión Historia de la Ciencia

Enunciados	Items específicos para la dimensión
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.
14	La incorporación de episodios históricos acerca de y sobre la ciencia, promueve aprendizajes significativos en los estudiantes.
30	El profesorado de ciencias puede utilizar la historia de la ciencia para diseñar actividades y estrategias significativas de enseñanza.
38	Incorporar la historia de la ciencia en la enseñanza, es innecesario desde el punto de vista de comprender la ciencia que se transmite.
53	El modelo cognitivo de ciencia permite comprender la construcción del conocimiento científico en la historia.
54	La historia de la ciencia genera patrones de desarrollo individual y colectivo, independientes de la fundamentación de las teorías didácticas.
55	Las perspectivas históricas en que se basa la enseñanza de las ciencias, son independientes de la imagen de ciencia que aprenden los estudiantes.
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.
70	La utilización de la historia de la ciencia en la enseñanza, debe tener una fundamentación didáctica del conocimiento erudito.
79	En el desarrollo histórico del conocimiento científico, no hay retrocesos ni estancamientos que condicionen o determinen avances en las ciencias.

Tabla 3.7 Enunciados de la dimensión Competencias de Pensamiento Científico.

Enunciados	Items específicos para la dimensión
4	El desarrollo de competencias de pensamiento científico por parte del profesorado, se logra con objetivos e instrucciones claras y precisas.
13	Un estudiante competente en ciencias, genera conclusiones a partir de sus observaciones sin necesidad de acudir a teorías.
25	Un estudiante competente en ciencias, moviliza conocimientos y habilidades para manipular eficientemente instrumental científico.
26	La actividad escolar que desarrolla competencias de pensamiento científico, se centra en la entrega de datos, fórmulas y teorías.
32	Una competencia de pensamiento científico expresa expectativas valoradas por la sociedad, el profesorado y el propio sujeto que aprende.
34	Un estudiante competente en ciencias, integra conocimientos, actitudes y valores de la comunidad científica, en la clase de ciencias.
41	El desarrollo de habilidades y destrezas que promueve el profesorado, contribuye a las competencias de pensamiento científico para autorregular los aprendizajes.
47	Un estudiante competente en ciencias, reconoce las limitaciones o ventajas de apoyarse en teorías para explicar un fenómeno.
74	Un estudiante es competente en ciencias, cuando argumenta a partir de la búsqueda de explicaciones a los posibles resultados.
80	Las mediciones SIMCE, PSU, PISA, TIMMS, reflejan competencias de pensamiento científico de manera válida y confiable.

3.3.1.2 Cuestionario Semiestructurado (C08)

En la segunda parte de la fase de diagnóstico, realizado durante el I-2008 se diseñó un cuestionario semiestructurado (Anexo IV) y se administró a través del correo electrónico. El propósito de este cuestionario fue profundizar en la visión del profesorado acerca de las ventajas y desventajas de la incorporación de la Historia de la Ciencia en la actividad científica escolar. Este cuestionario además, puede considerarse según Rodríguez *et al*, 1999, con un objetivo que busca información de carácter cualitativo ya que las preguntas propuestas estaban orientadas hacia la construcción de la respuesta según la persona, dando la posibilidad de contestar de un modo que se refleje su respuesta.

La estructura del cuestionario consistió en tres preguntas abiertas, construidas a partir de los resultados obtenidos por el cuestionario tipo Likert (C07) las cuales indagaban acerca de: las ventajas y/o desventajas de incorporación el componente histórico científico en las clases de química; en la factibilidad de incorporar la historia de la química en las clases de enseñanza media y en la manera en cómo creían que se podía abordar.

3.3.1.3 Cuestionario Tipo Likert (C09)

Con el propósito de identificar las concepciones acerca de la Historia de la Ciencia del Estudio de Casos una vez que terminó el curso taller, se elaboró un cuestionario Tipo Likert, basado en el diseño de Wang & Cox - Petersen (2002), quienes habían elaborado 13 ítems desde una revisión de la literatura especializada sobre Historia de la Ciencia y configuró tres dominios de conocimiento, descritos con mayor profundidad en el marco teórico: *comprensión*

conceptual, comprensión de procedimiento, contextual y entendimiento. Estos ítems fueron validado por Wang y Marsh (2002), con un grupo de 37 docentes de educación básica y media, su confiabilidad alcanzó (α) de 0.941 ($F = 28,367$; Sig. = 0,000). Además, se construyeron 7 ítems nuevos relacionados con los dominios de conocimientos mencionados, revisados por el Equipo FONDECYT y así se construyó el Cuestionario (C09) con una escala de valoración Likert de cuatro posibilidades de respuesta - Totalmente de acuerdo (TA), Parcialmente de acuerdo (PA), Parcialmente en desacuerdo (PD) y Totalmente en desacuerdo (TD)- (Anexo V).

Los ítems fueron formulados intencionalmente, en sentido afirmativo y se distribuyeron aleatoriamente en toda la escala. Siete ítems estuvieron relacionados con el dominio conceptual (Tabla 3.8); seis ítems fueron en el marco del procedimiento (Tabla 3.9), y siete artículos se encontraban bajo el dominio contextual, como se muestra en la (Tabla 3.10).

Tabla 3.8 Enunciados para la comprensión conceptual del Cuestionario Tipo Likert 137(C09)

Enunciados	Ítems específicos para la dimensión
1	La Historia de la Ciencia permite que los y las estudiantes dominen los conceptos científicos
4	La Historia de la Ciencia contribuye a que los y las estudiantes construyan modelos o explicaciones acerca de los fenómenos científicos
7	La Historia de la Ciencia permite que los y las estudiantes aprendan definiciones científicas, leyes y teorías
10	La Historia de la Ciencia promueve que los y las estudiantes comprendan la naturaleza tentativa del conocimiento científico
13	La Historia de la Ciencia en la enseñanza, requiere una fundamentación didáctica del conocimiento erudito.
16	La Historia de la Ciencia contribuye a mejorar la imagen de Ciencia y las actitudes hacia y sobre la Química
19	La Historia de la Ciencia promueve reconocer la aportación de las diferentes audiencias a la construcción de conocimiento científico

Tabla 3.9 Enunciados para la comprensión procedimental del Cuestionario Tipo Likert (C09)

Enunciados	Itemes específicos para la dimensión
3	La Historia de la Ciencia contribuye a que los y las estudiantes desarrollen un proceso sistemático de pensamiento
6	La Historia de la Ciencia desarrolla mejor las competencias de pensamiento científico
9	La Historia de la Ciencia permite aumentar la capacidad de investigación en los y las estudiantes
12	La Historia de la Ciencia permite ver los motivos, incentivos o efectos por los cuales se desarrolla el trabajo científico
15	La Historia de la Ciencia permite conocer el valor de los instrumentos, métodos y estrategias que se utilizan para la construcción de conocimiento científico
18	La Historia de la Ciencia permite interpretar y fundamentar las ideas previas de los estudiantes

Tabla 3.10 Enunciados para la comprensión contextual del Cuestionario Tipo Likert (C09)

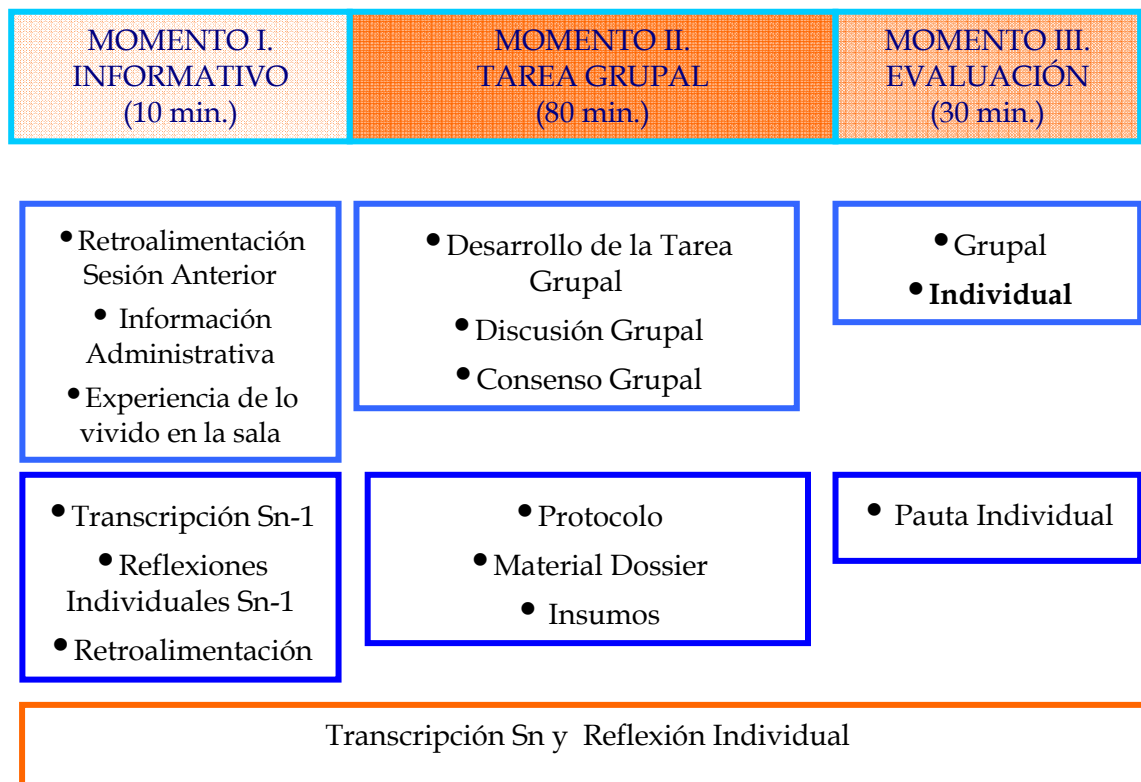
Enunciados	Itemes específicos para la dimensión
2	La Historia de la Ciencia ayuda a entender cómo los factores sociales, económicos o políticos están estrechamente relacionado con los esfuerzos científicos
5	La Historia de la Ciencia permite comprender cómo la investigación científica puede influir en el bienestar de la humanidad
8	La Historia de la Ciencia ayuda a que los y las estudiantes comprendan que el trabajo de los y las científicas, se desarrolla en comunidades de conocimiento
11	La Historia de la Ciencia contribuye a comprender que las personas que trabajan en ciencias son hombres y mujeres, que no son diferentes de cualquier persona
14	La Historia de la Ciencia permite reconocer la diversidad cultural
17	La Historia de la Ciencia permite al estudiante situarse, relacionar y comprender el contenido que está aprendiendo
20	La Historia de la Ciencia permite que los y las estudiantes dominen los conceptos científicos

3.3.2 Talleres de Formación Docente (TRD)

Las fases II de fundamentación teórica; III de diseño y IV de implementación y evaluación, fueron desarrolladas en el Curso Taller *Historia de la Ciencia y Formación Docente* a través de 10 sesiones o talleres de reflexión docente (TRD) de 2 horas cada uno. Estos talleres de reflexión docente en analogía con los talleres de educación democrática establecidos en Chile durante la década de los años 90's tuvieron como propósito "abordar los problemas que enfrentan problemas en su práctica pedagógica generando conocimientos susceptibles de apoyar un accionar consciente y alternativo que favorezca la educación" (Vera, Hevia, Sota y Assáel, 1990). Así se procuró crear condiciones para que el profesorado desarrollara procesos metacognitivos que les llevará a la toma de decisiones y a la resignificación de su práctica docente, convirtiendo este en el modelo de intervención adoptado para esta investigación.

En la realización de cada uno de estos talleres de formación docente, se tuvieron en cuenta 3 momentos complementarios entre sí, el momento informativo; el momento grupal y el momento de evaluación (Figura 3.3), definidos a continuación teniendo en cuenta los aportes de (Vera, Hevia, Sota y Assáel, 1990).

Figura 3.3. Momentos de los Talleres de Reflexión Docente



- a. El primer *momento informativo* consistía en el espacio dedicado a la retroalimentación del taller anterior y se ha asignaban entre 10 y 15 minutos para su desarrollo. En este momento se trataba una recreación, crítica, integración de la información y socialización de los significados y conceptos, consensados en la anterior sesión con el fin de apoyar y enriquecer el trabajo de investigación y la construcción colaborativa de significados en el grupo, esto se llevaba a cabo a través de la lectura de la retroalimentación, documento preparado por la coordinadora a partir de lo ocurrido en la sesión anterior, en el Anexo VI se puede observar un ejemplo de este documento. Durante este momento, también se hacía mención de cuestiones administrativas propias de la organización y

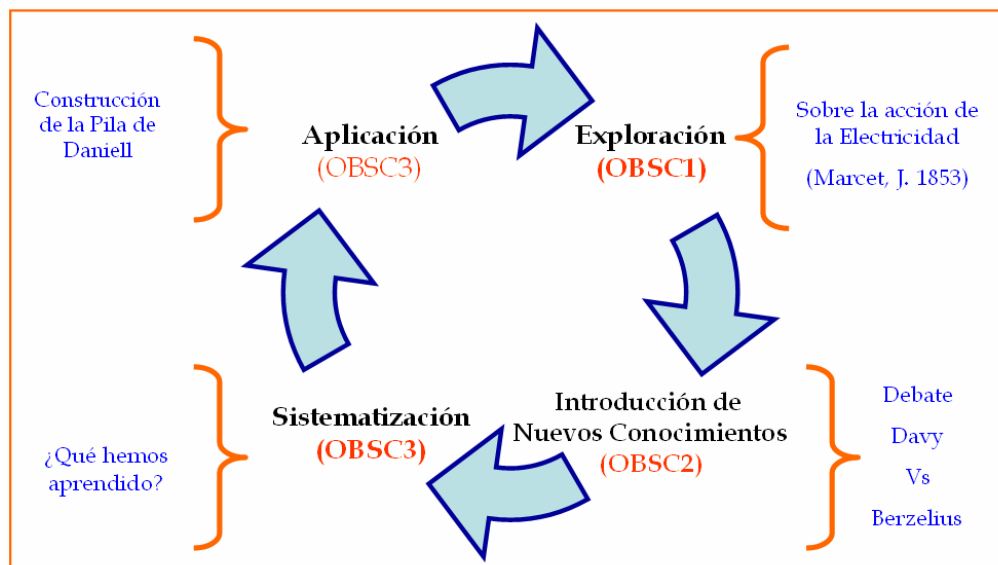
desarrollo del curso. El momento informativo, fue asumido por la investigadora, quien actuaba durante los talleres como coordinadora.

- b. El segundo *momento de tarea grupal*, era el espacio en el cual los participantes del taller desarrollaban tareas propuestas de manera colectiva. Este espacio era el más denso en cuanto a contenidos por trabajar y se desarrollaba durante 80 a 90 minutos. Allí el profesorado debían discutir, analizar y consensuar a fin de poder llevar a cabo la tarea propuesta, para esto además el grupo contó con materiales seleccionados entregados previamente por la coordinación del Curso Taller. En este momento la función de la coordinadora se limitaba a regular el proceso y cooperar con el grupo para que este pudiera asumir de forma colectiva la tarea propuesta.
- c. El último momento, correspondía al *momento de evaluación*, en el que cada participante realizaba una introspección de la experiencia vivida en los dos momentos anteriores. Durante la realización de los TRD este momento se dividió en dos partes: una grupal en donde cada participante socializaba la retrospectiva de lo vivido con los demás integrantes y una parte individual, donde se realizaba una autoevaluación metacognitiva respecto a las temáticas abordadas en el taller.

3.3.3 Observación de Clases (OBSC)

La observación de clases se desarrolló durante la fase de implementación y evaluación. Allí el profesorado que hizo parte del estudio de casos, implementó la Unidad Didáctica en sus respectivas instituciones y con su grupo de estudiantes de 3ro medio. Esta implementación, se realizó durante 4 clases de 90 minutos cada una, las cuales estuvieron secuenciadas a través del ciclo constructivista de aprendizaje (Figura 3.4) como se describió en el capítulo 2. El desarrollo de cada una de las clases fue regulada por los casos de manera autónoma y sólo se consideraron directrices metodológicas en su desarrollo, las cuales habían sido discutidas y consensuadas en los talleres de reflexión. El rol de la investigadora fue de observadora no participante, cuya función fue registrar a través de un protocolo de observación lo ocurrido en la clase, en el Anexo VII se presenta un ejemplo de protocolo de observación.

Figura 3.4. Secuenciación de la Observación de clases según el ciclo constructivista



3.3.4. Videograbaciones y transcripciones

En el desarrollo de los talleres no se contó con el apoyo de observadores, sino que se acudió a la grabación en audio y vídeo, y la posterior transcripción de cada taller. Para las observaciones de clase, la investigadora participó como observadora no participante. A través de las videograbaciones se pretendió registrar con fidelidad todas las interacciones que se producían en el desarrollo de los talleres de reflexión docente y las observaciones de clase. El uso de las videograbaciones fue autorizado por los participantes, a través de la firma del consentimiento informado (Anexo II).

Las transcripciones fueron realizadas con el apoyo del software Express Scribe v. 4.31 © NCH, un software libre y gratuito cuyas funciones están específicamente diseñadas para asistir a la transcripción de grabaciones de audio y/o vídeo. En la elaboración de las transcripciones se tuvo en cuenta la transcripción textual de los datos verbales y la notación de los elementos no verbales que se daban, según se muestra en la Tabla 3.11. En los Anexos VIII y IX se presentan dos ejemplos de transcripciones una del segundo taller de reflexión docente (TRD02) y otra, de la observación de la primera clase de Caroline (OBSCECD101), respectivamente.

Tabla 3.11 Notación para la transcripciones

Transcripción textual; // Descripción de lo ocurrido//; <i>Comentarios</i> ; <u>palabras donde el hablante pone énfasis</u> ; (...) cuando el fragmento esta cortado por una pausa o una interrupción de otro hablante, pero que luego continúa hablando del mismo tema; ... Pausas cortas; “fragmentos leídos de los artículos trabajados”; (no se entiende). Johanna (Coord), Emilio (ECD1), Caroline (ECD2), Profesora Experta (PEX) y Profesora Nóvel (PNo) Estudiantes, según su ubicación en la sala (En)
--

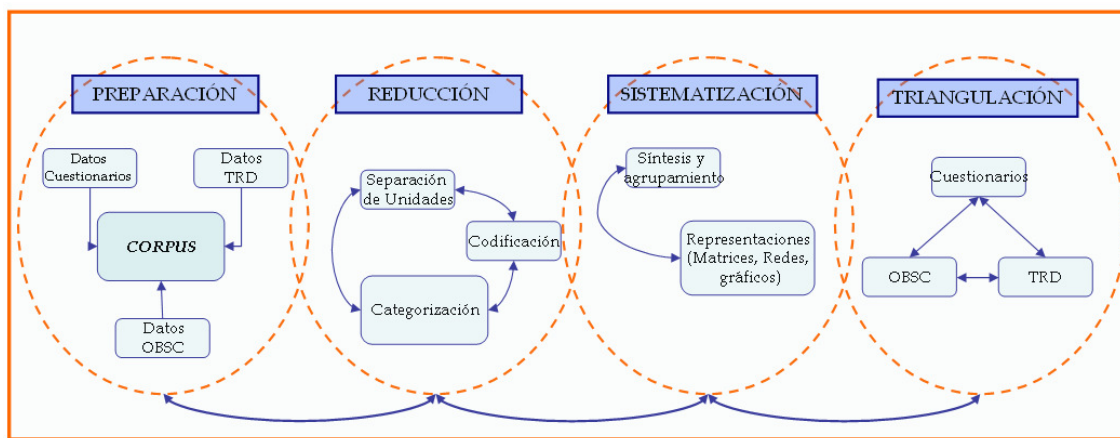
3.4 PLAN DE ANÁLISIS DE DATOS

A continuación se describen cada uno de los análisis desarrollados durante el proceso de investigación.

El plan de análisis de los datos recogidos a través de las estrategias e instrumentos descritos anteriormente, se realizó mediante la propuesta de Miles y Huberman (1994), la cual se caracteriza según Rodríguez *et al*, 1999 en la complejidad y no linealidad de las actividades propuestas a través de la realización de diferentes tareas implicadas en el análisis. Estas tareas se involucran una *reducción de datos; organización y presentación de datos y la extracción, interpretación y verificación de conclusiones*. Para efectos de esta investigación se considero una tarea preliminar, *preparación de datos* y en la última parte como apoyo de la interpretación y verificación de conclusiones, se realizó una triangulación metodológica por métodos, a fin de levantar conclusiones más robustas.

A continuación, se describe cada una de las etapas que se considero para el análisis de los datos.

Figura 3.5 Plan de Análisis de Datos Cualitativos



Basado en: Rodríguez *et al*, 1999, p.206.

3.4.1. Preparación y Selección del Corpus de Datos

Esta primera fase del análisis consistió en la selección, transcripción, organización y sistematización de los documentos producidos durante el desarrollo de la investigación, a través de las cuatro fases descritas anteriormente en el diseño. De esta manera se constituyó el *corpus*, que según Bardin (2002, p.72), corresponde “al conjunto de datos tenidos en cuenta para ser sometidos a los procedimientos analíticos”.

La constitución de este *corpus* implicó ciertas reglas (Bardin, 2002) de *exhaustividad*, en relación a considerar todos los elementos del *corpus*, esta regla fue complementada con la de *no selectividad*, en tanto no se omitió algún elemento por ninguna razón no justificable desde el punto de vista del rigor; de *representatividad* una vez el material estuvo dispuesto fue posible efectuar el análisis con una muestra, en esta investigación la estrategia de muestro fue

teórico y dado a la participación continua de sólo dos docentes (1 hombre y 1 mujer), a través de todo el proceso de investigación, se optó porque ellos constituyeran en el estudio de casos; *homogeneidad*, esta regla se refiere a que los documentos que conformaron el *corpus* obedecieron a una selección de criterios de similitud con respecto a las temáticas y casos a investigar y *pertinencia*, los documentos seleccionados fueron considerados como adecuada fuente de información a los objetivos y problemática a investigar, en este caso relacionados con la incorporación de la Historia de la Ciencia para el desarrollo de la explicación científica.

Así en esta fase además, se pudo realizar una contrastación de la pregunta de investigación a partir del material empírico recolectado durante el proceso de investigación.

3.4.2 Reducción y Análisis de Datos

La reducción de datos según Miles y Huberman (1994), se produce de manera continua durante la realización de cualquier proyecto de investigación cualitativa, incluso antes de la selección de datos cuando la investigadora tomó decisiones sobre las preguntas que orientaron la investigación; el marco conceptual; los participantes, etc. A medida que la investigación fue llevando a cabo la reducción de datos supuso 'nuevos episodios de reducción', lo que conllevó a afirmar que este proceso es continuo después de la recolección de datos hasta la elaboración del informe final. Esta etapa supuso la selección o no del material informativo recolectado, a través de la segmentación de unidades de análisis.

Esta fase de análisis se realizó con el software de análisis de datos cualitativos ATLAS.Ti Versión WIN 5.0 (Build 60) el cual ha sido reconocido por los investigadores educativos como una herramienta potente para el análisis de datos cualitativos (Chacón, 2004; Varguillas, 2006).

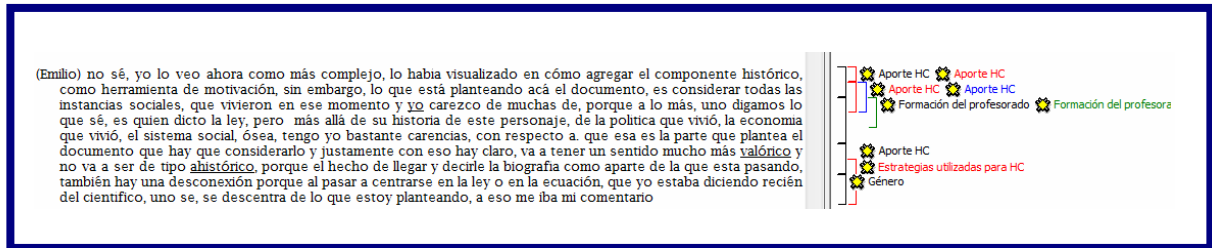
Además, se presentan análisis efectuados a los datos recolectados a través de los dos cuestionarios (07 y 08) de la primera fase, diagnóstico, y del cuestionario (09) de la fase de evaluación e implementación, los cuales se realizaron a través de *análisis descriptivos* a fin de tener una visión general de los resultados obtenidos. Para los datos obtenidos en el primer cuestionario (07) se tuvo en cuenta el cálculo de estadígrafos de la muestra de los 32 docentes de química, describiendo su frecuencia y porcentaje. Y así, se logró contrastar si el profesorado de química tenían concepciones sobre la Naturaleza de la Ciencia, Historia de la Ciencia y Competencias de Pensamiento Científico desde una visión constructivista o no.

3.4.2.1 Codificación de las Unidades de análisis

Como en esta investigación la mayoría de los datos fueron de tipo textual, se seleccionaron segmentos o unidades de análisis que resultaban relevantes para el problema que se propuso. A través de las *intervenciones dialógicas del profesorado* se realizó una división en distintas unidades, considerando cada una de ellas como fragmentos que aludían a una misma idea, es decir que la segmentación se realizó siguiendo criterios temáticos, en particular relacionados con el discurso del docente respecto a la Naturaleza de la Ciencia, Historia de la Ciencia, Competencias de Pensamiento Científico y la Explicación Científica contemplando la posibilidad de que estas unidades se superpusieran entre sí, de

modo que una cadena textual pertenezca simultáneamente a varias unidades, así como se muestra en la Figura 3.6

Figura 3.6 Ejemplo de codificación de unidades de análisis



Para identificar y caracterizar las unidades de análisis seleccionadas se realizó un proceso de codificación, el cual para Taylor y Bogdan (1986); Miles y Huberman (1994) y Rodríguez *et al*, (1999) consiste en una actividad concreta y sistemática que se basa en la asignación de códigos. Este proceso además, según Stauss y Corbin (1990) se interpreta como una forma de representar las operaciones por las cuales los datos se desglosan, conceptualizan y vuelven a reunir en nuevas maneras, permitiendo así una primera transformación de los datos.

La codificación de los datos, según la clasificación de Strauss y Corbin (2002) correspondió a una *codificación abierta* en tanto que fue a través del proceso analítico que se definieron los conceptos en términos de sus propiedades y dimensiones. Posteriormente, se aplicó una *codificación axial* con la intención de relacionar dichos códigos con categorías tratando de mirar cómo se relacionaban. Esto demostró que el proceso de codificación no fue un proceso lineal y determinado en un solo momento, sino que como afirma Miles y Huberman (1994) estuvo presente durante todo el proceso de análisis.

3.4.2.2 Categorización de las Unidades de análisis

La construcción de categorías para el agrupamiento de las unidades de análisis se realizó de manera empírica, es decir, en esta investigación no se identificaron categorías *a priori*, sino que la investigadora las fue construyendo a medida que iba surgiendo el proceso de análisis de datos. Según Taylor y Bogdan (1986) este proceso consistió en agrupar o clasificar conceptualmente un conjunto de elementos (códigos en este caso) que compartían un significado, así este proceso de análisis de segundo orden, requirió una aproximación un nivel de abstracción superior próximo a un nivel relacional entre conceptos. El número de categorías que se adoptó dependió de la cantidad de datos recogidos y de la complejidad del esquema analítico, estas pueden referirse a situaciones y contextos, actividades y acontecimientos, relaciones entre personas, comportamientos, opiniones, sentimientos, etc.

En este caso las categorías se referían a las concepciones de los participantes en el estudio de casos, en la Tabla 3.12 se propone un ejemplo que representa la categoría: Concepciones del estudio de casos acerca de la Historia de la Ciencia, a partir de la agrupación de distintas unidades de análisis (TRDECD) en cuatro códigos, aportes de la historia de la ciencia; currículo e Historia de la Ciencia; Estrategias utilizadas para incorporar la Historia de la Ciencia y Formación del profesorado en Historia de la Ciencia.

3.4.3 Síntesis e Interpretación Final de los Datos

Luego de la desfragmentación en unidades de análisis y su clasificación según códigos y categorías, se dispuso a sistematizar dicha información a través de un proceso de síntesis y agrupamiento, esta organización de los datos se pueden realizar a través de la construcción de matrices (Miles y Huberman, 1994), gráficos (Wainer, 1992), diagramas (Strauss y Corbin, 2002).

Este proceso se considero necesario para el levantamiento de conclusiones en acuerdo con Miles y Huberman (1994), en vista que se dispuso de una gran cantidad de datos que ameritan ser presentados en alguna forma espacial ordenada, abarcable y operativa que permitió resolver el problema de investigación planteado.

Tabla 3.12 Ejemplo del proceso de categorización.

CATEGORÍA: CONCEPCIONES DE CAROLINA ACERCA DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA (FASE I)			
Instrumento	Id.	Códigos	Unidades de Análisis
C07	C071.1	Aporte de la HC	HC1 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. (Constructivista)
C07	C071.2	Aporte de la HC	HC38 Incorporar la historia de la ciencia en la enseñanza, es necesario desde el punto de vista de comprender la ciencia que se transmite.
C07	C071.4	Aporte de la HC	HC68 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. (Constructivista)
C08	C081.1	Aporte de la HC	<i>Incorporar la historia de la ciencia en la clase de Química es importante por varias razones. Algunas de ellas serían: Permite al estudiante comprender el camino recorrido por los científicos para llegar a establecer las nociones teóricas que actualmente utilizamos. Cómo emergieron y como se fueron corrigiendo. Visión global frente a la ciencia y no como un saber atomizado</i>
C08	C081.4	Currículo - HC	<i>Es posible incorporar la historia de la ciencia en la enseñanza de la Química.</i>
C08	C081.5	Estrategias para trabajar la HC	<i>Se podría trabajar a través de contenido, tales como: El átomo, Química Orgánica, Cinética Química, etc. (Tercero Medio Diferencial incluye una unidad llamada: Orígenes de la Química desde la prehistoria hasta la actualidad) Se pueden incluir actividades de investigación bibliográfica, recrearlas a través de comics, representaciones teatrales con caracterización de personajes, reproducir algunos experimentos de un determinado científico, elaborar revistas de divulgación científica de una determinada época (trabajo de proyectos), introducción de un determinado tema a través de relatos del profesor, con énfasis en las características de la época en que se desarrolló el determinado contenido, datos anecdóticos, etc.....</i>
C07	C071.3	Formación en HC del profesorado	HC30 El profesorado de ciencias puede utilizar la historia de la ciencia para diseñar actividades y estrategias significativas de enseñanza. (Constructivista)
C07	C071.7	Formación en HC del profesorado	HC 70La utilización de la historia de la ciencia en la enseñanza, debe tener una fundamentación didáctica del conocimiento erudito.

En esta investigación se optó por la construcción de matrices, gráficos y diagramas que permitieron presentar de una manera razonal y razonable los datos analizados.

A continuación se propone un ejemplo de matriz (Figura 3.7) construida durante el proceso de organización y presentación de datos, correspondiente también a las concepciones del profesorado sobre Historia de la Ciencia.

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

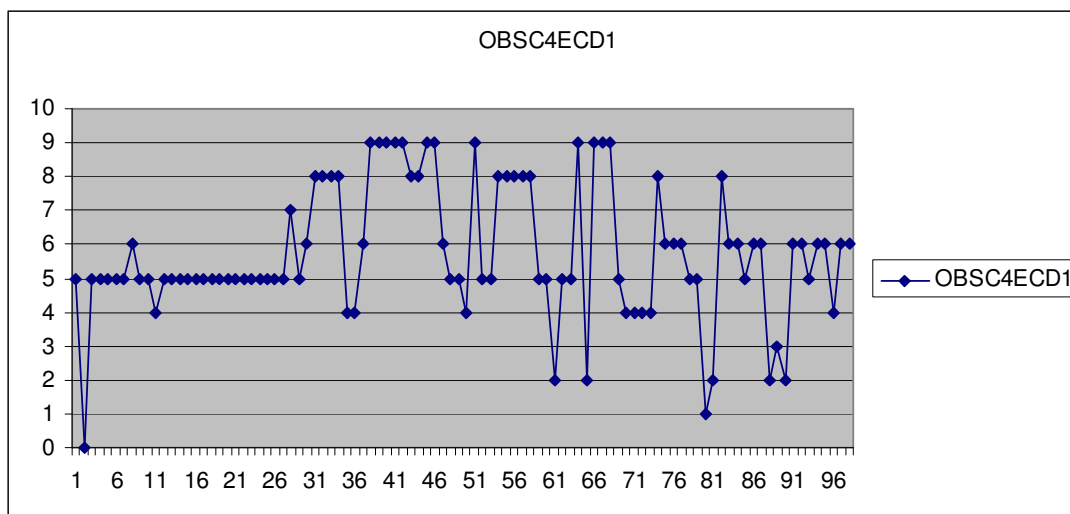
Figura 3.7. Ejemplo de Matriz construida en el proceso de síntesis y agrupamiento de datos para el perfil conceptual de Caroline sobre Historia de la Ciencia Fase I.

PERFIL CONCEPTUAL CAROLINE HISTORIA DE LA CIENCIA FASE I.				
Aporte de la HC	3	3	1	1
Currículo e HC	2	2	2	2
Estrategias para trabajar la HC en el aula	2	2	2	2
Formación Docente en HC	2	2	2	2

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;
 Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3
 Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3

Para evaluar cómo el profesorado del estudio de casos promovía la explicación científica en el aula, se optó por un análisis de contenido, en particular bajo un enfoque sintáctico según Jiménez y Perales (2001). Aquí se identificaron *secuencias discursivas* donde se promovía la explicación científica bien fuera por parte del profesorado o del estudiantado y se construyeron gráficos como el de la figura 3.8 en donde se aprecia el análisis secuencial de la clase 4 de teoría electroquímica de la profesora Caroline.

Figura 3.8. Ejemplo de Gráfico construido en el proceso de síntesis y agrupamiento de datos para el análisis secuencial de la clase 4 de Caroline.



1. Analizar 2. Argumentar 3. Deducir 4. Definir 5. Describir 6. **Explicar** 7. Interpretar 8. Justificar 9. Observar 10. Planteamiento de Hipótesis 11. Resolución de problemas

Además, del análisis secuencial propuesto para identificar cómo el profesorado que conformo los casos de estudio, promovían la explicación científica, se identificaron los grados de libertad docente/estudiante, realizando una adaptación de la propuesta de Carvalho (2006) proponiendo 8 grados de Libertad, así: I. Docente-Docente-Docente; II. Docente-Estudiante-Docente; III. Estudiante-Docente-Docente; IV. Estudiante-Docente-Docente; V. Docente-Estudiante-Estudiante; VI. Estudiante-Docente-Estudiante; VII. Estudiante-Estudiante-Docente y VIII. Estudiante-Estudiante-Estudiante, para ello se realizaron gráficos como el de la figura 3.9, que permitía identificar qué grados de libertad se establecían en la clase y en qué momentos.

Figura 3.9. Ejemplo de Gráfico construido para analizar los grados de libertad y los momentos en los que se construía la explicación científica la profesora Caroline en la clase 4

SECUENCIA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	D-D-D	D-D-E	D-E-D	E-D-D	D-E-E	E-D-E	E-E-D	E-E-E
Explicar-Explicar-Describir		1						
Explicar-Describir-Describir			1					
Describir-Describir-Explicar						1		
Describir-Explicar-Definir				1				
Definir-Definir-Explicar	1							
Definir-Explicar-Describir	1							
Explicar-Describir-Describir		1						
Describir-Hipótesis-Arumentar	1							
Arumentar-Arumentar			1					
Arumentar-Arumentar					1	1		
Arumentar-Arumentar								1
Arumentar-Arumentar								1
Arumentar-Arumentar								1
Arumentar-Arumentar							1	1
Arumentar-Arumentar-Describir						1	1	
Hipótesis-Hipótesis-Explicar				1				
Hipótesis-Explicar-Describir	1							
Explicar-Describir-Definir	1							
Definir-Justificar-Explicar							1	
Justificar-Explicar-Hipótesis				1				
Explicar-Hipótesis-Describir	1							
Justificar-Describir-Explicar	1							
Describir-Explicar-Explicar	1							
Explicar-Explicar-Definir	1							
Explicar-Definir-Explicar	1							
Definir-Explicar-Explicar	1							
Explicar-Explicar-Explicar	1							
Explicar-Explicar-Definir	1							
Hipótesis-Hipótesis-Explicar				1				
Hipótesis-Explicar-Definir	1							
Explicar-Definir-Describir	1							
Describir-Describir-Explicar	1							
Describir-Explicar-Definir	1							
Definir-Definir-Explicar	1							
Definir-Hipótesis-Explicar	1							
Explicar-Hipótesis-Explicar		1						
Hipótesis-Explicar-Definir			1					
Explicar-Definir-Explicar						1	1	
Definir-Explicar-Explicar					1			
Explicar-Explicar-Describir							1	
Explicar-Describir-Describir				1				
Definir-Definir-Arumentar	1							
Definir-Arumentar-Explicar	1							
Arumentar-Explicar-Definir	1							
Explicar-Definir-Explicar	1							
Definir-Explicar-Definir	1							
Explicar-Explicar-Arumentar	1							
Explicar-Arumentar-Arumentar	1							
Arumentar-Arumentar-Analizar	1							
Arumentar-Analizar-Explicar	1							
Analizar-Explicar-Describir	1							
Explicar-Explicar-Describir		1						
Describir-Explicar-Describir				1				
Explicar-Describir-Describir		1						
Interpretar-Describir-Explicar	1							
Describir-Explicar-Justificar	1							
Explicar-Justificar-Justificar	1							

I. Docente-Docente-Docente; II. Docente-Estudiante-Docente; III. Estudiante-Docente-Docente; IV. Estudiante-Docente-Docente; V. Docente-Estudiante-Estudiante; VI. Estudiante-Docente-Estudiante; VII. Estudiante-Estudiante-Docente y VIII. Estudiante-Estudiante-Estudiante

3.5 TRIANGULACIÓN METODOLÓGICA

Finalmente, con el objetivo de interpretar la información recogida y a partir de ella teorizar sobre *cómo la formación docente en Historia de la Ciencia contribuye a la promoción y desarrollo de la explicación científica en la Actividad Científica Escolar*, se realizó un proceso de *triangulación metodológica entre métodos*. A través de este proceso final de análisis de datos se levanto un conjunto de conceptos bien relacionados los cuales constituyen un marco conceptual integrado que pudo usarse para comprender la relación entre el pensamiento, el lenguaje y la experiencia del Estudio de Casos investigados.

Se optó por el proceso de *triangulación metodológica entre métodos* debido a la variedad de técnicas metodológicas utilizadas en el proceso de investigación, esta triangulación permitió además validar los resultados y el procedimiento, y constituir una estrategia más sólida de construcción de teoría según Denzen & Lincoln (2005), que incrementa el alcance, la profundidad y la consistencia en las actuaciones metodológicas (Flick, 2004).

3.6. CRITERIOS DE RIGOR CIENTÍFICO

La calidad o legitimidad en una investigación como la que se desarrollo supuso criterios de validez y fiabilidad para llegar a consensuar los resultados y hallazgos, en términos que describen un proceso de *construcción social del conocimiento*.

3.6.1 Validez

La validez según Scheurich (1996 citado en Sadin, 2003) se ha relacionado “como sinónimo de verdad, como verdad construida, como verdad interesada, consensuada, signifique lo que signifique”. Sin embargo, este concepto ha sido también relacionado al proceso de *validación*, definido como “el procesos a través del cual realizamos afirmaciones y evaluamos la credibilidad de observaciones, interpretaciones y generalizaciones. El criterio esencial para dichas valoraciones es el grado en que podemos basarnos en los conceptos, métodos e inferencias de un estudio como base para nuestra propia teorización e investigación empírica” (Mishler, 1990, p. 419). A partir de esta diferencia, se asume la validez como un proceso en el que se evalúan los resultados de la investigación como lo suficientemente confiables para basar el trabajo desarrollado, logrando la comprensión del problema estudiado.

Los criterios de validez en los que se pretende legitimar esta investigación, han sido seleccionados según el enfoque de la metodología cualitativa (Maxwell, 1992 citado en Rodríguez *et al*, 1999) como se describen a continuación.

- **Validez descriptiva:** Se relaciona con la precisión de los hechos recogidos en los textos y transcripciones sin ser distorsionados.
- **Validez interpretativa:** Además de la fidelidad en la descripción de los textos, el rol de la investigadora fue tratar de comprender qué significado tienen estos para las personas.

- **Validez teórica:** Corresponde a las construcciones teóricas que la investigadora aportó durante el desarrollo de la investigación, así como a la elaboración de este informe como *teoría* de la situación estudiada fundamentandola desde la Didáctica de las Ciencias Experimentales.
- **Generalización:** particularmente la *generalización interna* dentro de una comunidad (institución educativa, en este caso), grupo o personas, que no hicieron parte del estudio.

Además, se tuvieron en cuenta el criterio de densidad y de triangulación, propuestos por Guba y Lincoln (1989).

- **De densidad:** Este criterio hace alusión a la descripción densa de los elementos de sentido presentes, por ello se utilizaron las videograbaciones en la recogida de datos de tal manera de considerar aspectos no verbales presentes.

3.6.2 Fiabilidad

Según Flick (2004), la fiabilidad en la investigación cualitativa se refiere a la comprobación de la seguridad de los datos y de los procedimientos. A continuación, se señalan los aspectos que se resguardaron durante el desarrollo de esta investigación:

- **Explicación:** de cada uno de los procedimientos abordados, distinguiendo las voces de los protagonistas y los análisis efectuados sobre estas por parte de la investigadora.

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

- **Transparencia y contextualización:** da cuenta detalladamente del proceso de elaboración, gestión e implementación de los instrumentos utilizados para la recolección de datos. Así, como también la información precisa y clara de todo el procedimiento tanto en el desarrollo de la investigación, con los participantes, así como en la realización de este informe. También, es importante señalar acá el conocimiento de todo el proceso de recolección de datos y la participación voluntaria de los participantes a través de los protocolos de invitación y consentimiento informado (Anexo II).
- **Fiabilidad interna:** Finalmente, se señala que todos los procedimientos aplicados durante la realización de esta investigación fueron revisados continuamente por los Equipos de los proyectos FONDECYT 1070795 y FONDECYT 1095149. También se hace mención a la validación de los materiales diseñados durante el curso taller, los cuales fueron validados por expertos historiadores del Centre d'Història de la Ciència (CEHIC) e investigadores del Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals de la Universitat Autònoma de Barcelona.

CAPÍTULO 4.

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

	Pág.
INDICE DEL CAPÍTULO	
4.1 PREPARACIÓN Y SELECCIÓN DEL CORPUS DE DATOS	183
4.2 REDUCCIÓN DE DATOS	183
4.2.1 Codificación de los Datos	185
4.2.2 Categorización de los Datos	189
4.2.2.1 Naturaleza de la Ciencia	189
4.2.2.2 Historia de la Ciencia	190
4.2.2.3 Competencias de Pensamiento Científico	192
4.3. INTERPRETACIÓN Y CONCEPTUALIZACIÓN	195
4.3.1 Acerca de las Concepciones del Profesorado de Química sobre Naturaleza de La Ciencia	198
4.3.1.1 Resultados y Análisis de los 32 Docentes de Química acerca de la Naturaleza de la Ciencia	198
4.3.1.2 Resultados y Análisis del Estudio de Caso Caroline acerca de la Naturaleza de la Ciencia	206
4.3.1.2.1 Perfil Conceptual sobre Naturaleza de la Ciencia de Caroline en la Fase de Diagnóstico	205
4.3.1.2.2 Perfil Conceptual sobre Naturaleza de la Ciencia de Caroline en la Fase	208

de Fundamentación Teórica		
4.3.1.2.3	Perfil Conceptual sobre Naturaleza de la Ciencia de Caroline en la Fase de Diseño de unidad Didáctica	213
4.3.1.2.4	Perfil Conceptual sobre Naturaleza de la Ciencia de Caroline en la Fase de Implementación y evaluación	214
4.3.1.3	Resultados y Análisis del Estudio de Caso Emilio acerca de la Naturaleza de la Ciencia	220
4.3.1.3.1	Perfil Conceptual sobre Naturaleza de la Ciencia de Emilio en la Fase de Diagnóstico	220
4.3.1.3.2	Perfil Conceptual sobre Naturaleza de la Ciencia de Emilio en la Fase de Fundamentación Teórica	223
4.3.1.3.3	Perfil Conceptual sobre Naturaleza de la Ciencia de Emilio en la Fase de Diseño de una Unidad Didáctica	229
4.3.1.3.4	Perfil Conceptual sobre Naturaleza de la Ciencia de Emilio en la Fase de Implementación y Evaluación	233
4.3.2	Acerca de las Concepciones del Profesorado de Química sobre Historia de La Ciencia	237
4.3.2.1	Resultados y Análisis de los 32 Docentes de Química sobre Historia de la Ciencia	237
4.3.2.2	Resultados y Análisis del Estudio de Caso Caroline acerca de la Historia de la Ciencia	248
4.3.2.2.1	Perfil Conceptual sobre Historia de la Ciencia de Caroline en la Fase de Diagnóstico	248
4.3.2.2.2	Perfil Conceptual sobre Historia de la Ciencia de Caroline en la Fase de Fundamentación Teórica	252
4.3.2.2.3	Perfil Conceptual sobre Historia de la Ciencia de Caroline en la Fase de Diseño de unidad Didáctica	258
4.3.2.2.4	Perfil Conceptual sobre Historia de la Ciencia de Caroline en la Fase de Implementación y evaluación	264
4.3.2.3	Resultados y Análisis del Estudio de Caso Emilio acerca de la Historia de la Ciencia	272
4.3.2.3.1	Perfil Conceptual sobre Historia de la Ciencia de Emilio en la Fase de	272

Diagnóstico		
4.3.2.3.2	Perfil Conceptual sobre Historia de la Ciencia de Emilio en la Fase de Fundamentación Teórica	276
4.3.2.3.3	Perfil Conceptual sobre Historia de la Ciencia de Emilio en la Fase de Diseño de una Unidad Didáctica	282
4.3.2.3.4	Perfil Conceptual sobre Historia de la Ciencia de Emilio en la Fase de Implementación y Evaluación	285
4.3.3	Acerca de las Concepciones del Profesorado de Química sobre las Competencias de Pensamiento Científico	291
4.3.3.1	Resultados y análisis de los 32 Docentes de Química sobre las competencias de pensamiento científico	291
4.3.3.2	Resultados y Análisis del Estudio de Caso Caroline acerca de la Explicación Científica	299
4.3.3.2.1	Perfil Conceptual sobre la Explicación Científica de Caroline en la Fase de Diagnóstico	299
4.3.3.2.2	Perfil Conceptual sobre la Explicación Científica de Caroline en la Fase de Fundamentación Teórica	300
4.3.3.2.3	Perfil Conceptual sobre la Explicación Científica de Caroline en la Fase de diseño de una Unidad Didáctica	301
4.3.3.2.4	Perfil Conceptual sobre la Explicación Científica de Caroline en la Fase de Implementación y evaluación	304
4.3.3.3	Resultados y Análisis del Estudio de Caso Emilio acerca de la Explicación Científica	311
4.3.3.3.1	Perfil Conceptual sobre la Explicación Científica de Emilio en la Fase de Diagnóstico	311
4.3.3.3.2	Perfil Conceptual sobre la Explicación Científica de Emilio en la Fase de Fundamentación Teórica	312
4.3.3.3.3	Perfil Conceptual sobre la Explicación Científica de Emilio en la Fase de diseño de una Unidad Didáctica	314
4.3.3.3.4	Perfil Conceptual sobre la Explicación Científica de Emilio en la Fase de Implementación y evaluación	316
4.3.4	Acerca del cambio conceptual en las Concepciones del Profesorado de	328

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

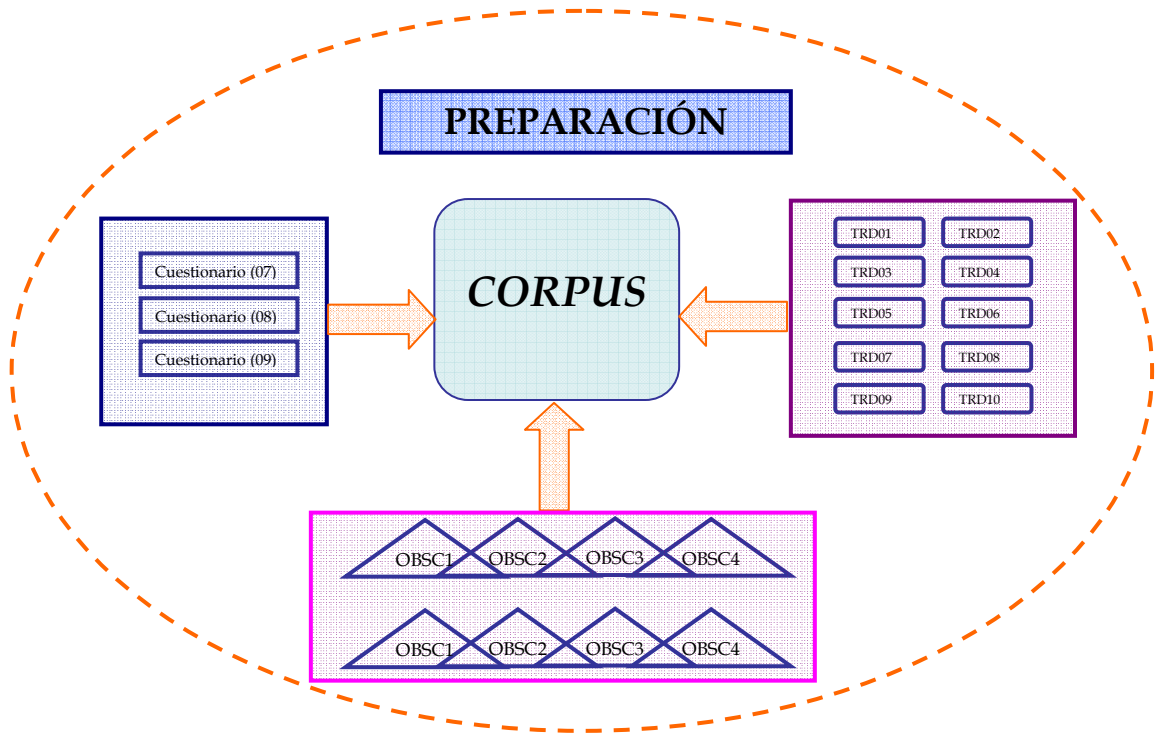
	Química sobre Naturaleza de la Ciencia	
4.3.4.1	Resultados y Análisis del Estudio de Caso Caroline	328
4.3.4.2	Resultados y Análisis del Estudio de Caso Emilio	331
4.3.4.3	Resultados y Análisis del Estudio de Casos	334
4.3.5	Acerca del cambio conceptual en las Concepciones del Profesorado de Química sobre Historia de la Ciencia	336
4.3.5.1	Resultados y Análisis del Estudio de Caso Caroline	336
4.3.5.2	Resultados y Análisis del Estudio de Caso Emilio	339
4.3.5.3	Resultados y Análisis del Estudio de Casos	341
4.3.6	Acerca del cambio en las Concepciones del Profesorado de Química sobre la explicación científica	344
4.3.6.1	Resultados y Análisis del Estudio de Caso Caroline	344
4.3.6.2	Resultados y Análisis del Estudio de Caso Emilio	347
4.3.6.3	Resultados y Análisis del Estudio de Casos	349
4.3.7	Acerca de cómo el Profesorado de Química promueve y desarrolla la explicación científica en el aula de química	351
4.3.7.1	Resultados y Análisis del Estudio de Caso Caroline	351
4.3.7.2	Resultados y Análisis del Estudio de Caso Emilio	363
4.3.7.3	Resultados y Análisis del Estudio de Casos	374
4.4	EVALUACIÓN GENERAL DE LOS RESULTADOS	379
4.4.1	Del Grupo de Docentes participantes durante la primera fase	379
4.4.2	Del Caso de Caroline	381
4.4.3	Del Caso de Emilio	383
4.4.4	DEL ESTUDIO DE CASOS	384

En este capítulo se describen, analizan, interpretan y evalúan los resultados obtenidos según las directrices epistemológicas y metodológicas propuestas. El capítulo se estructura en cuatro partes las cuales corresponden a la preparación - selección del corpus; reducción - análisis de datos; interpretación - conceptualización y finalmente, la evaluación general de los resultados para el estudio de casos propuesto.

4.1 PREPARACIÓN Y SELECCIÓN DEL CORPUS DE DATOS

En esta fase de análisis se realizó la selección, transcripción, organización y sistematización de los documentos producidos durante la realización de la investigación, considerando las reglas propuestas por Bardin (2002) descritas en el marco metodológico. El corpus estuvo constituido por diferentes textos recolectados a través de las técnicas e instrumentos utilizados, como se describe en la Figura 4.1.

Figura 4.1. Constitución del Corpus



En la primera parte del Anexo X se presenta la base de datos de los resultados obtenidos a través de los cuestionario (07) en donde participaron 32 docentes de química. En la segunda parte del mismo Anexo, se presentan los resultados del cuestionario (08) para los 5 docentes participantes y finalmente en la tercera parte del Anexo X, se señalan los resultados del cuestionario (09) para el Estudio de Casos.

De la misma manera en el Anexo XI se presentan las transcripciones de los 10 talleres de reflexión docente (TRD 01-TRD10) y en el Anexo XII, se adjuntan las transcripciones de las Observaciones de Clase para el Estudio de Casos de Caroline y Emilio.

4.2. REDUCCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

4.2.1 Codificación de los Datos

Según el plan de análisis propuesta, el primer paso del tratamiento de los datos una vez se seleccionó el corpus de la investigación consistió en la selección de unidad de análisis que se resultaban relevantes para abordar el problema de investigación propuesto. Así el *primer nivel de análisis o codificación de datos*, consistió en la desfragmentación de las intervenciones dialógicas en distintas unidades, las cuales fueron sometidas a un proceso de codificación. Este proceso se realizó en dos partes la primera una *codificación abierta* en donde se definieron los conceptos presentes en cada una de las fases de la investigación en términos de sus propiedades y frecuencia, tal como se señala en la Tabla 4.1. Allí se observó la presencia de 71 códigos de los cuáles fueron más frecuentes género; Rol del profesorado; argumentación; Currículo e Historia de la Ciencia; Aporte de la HC; Aportes de la HC; Estrategias para trabajar la HC y Explicación Científica.

Tabla 4.1 Codificación abierta emergente de las unidades de análisis

	CÓDIGO	C 07	C 08	TRD 01	TRD 02	TRD 03	TRD 04	TRD 05	TRD 06	TRD 07	TRD 08	TRD 09	TRD 10	C 09	OBS 1	OBS 2	OBS 3	OBS 4
1	Analizar					x	x		x									
2	Anécdotas HC				x				x									
3	Aporte de la HC			x	x	x							x	x	x	x	x	x
4	Aprendizaje en Química			x		x		x	x	x								
5	Argumentar	x				x		x	x	x			x		x	x	x	x
6	Autoevaluación									x	x	x	x					
7	Características de la HC Esc			x														
8	Caracterización estudiantado									x								
9	Clasifica			x				x			x							
10	Comprobar					x												
11	Concepción de la HC			x	x	x							x		x	x	x	x
12	Concepción de la tarea									x								
13	Conceptos en electroquímica				x			x	x	x	x							
14	Conceptos Qcos desde la HC			x	x	x	x						x					
15	Conocimiento científico			x		x		x					x		x	x	x	x
16	Conocimiento de las mujeres						x											
17	Currículo - HC			x	x		x	x		x	x				x	x	x	x
18	Currículo en Química			x	x													
19	Definir								x						x			
20	Demostrar					x												
21	Desarrollo de las CPC												x		x	x	x	x
22	Describir					x		x	x				x		x	x	x	x
23	Dificultad en la química						x											
24	Estrategias para enseñar HC				x	x	x	x	x	x	x							

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

25	Estrategias para las biografías						x												
26	Estrategias para trabajar la HC			x	x						x		x	x	x	x	x	x	x
27	Evaluación de la descripción										x				x	x	x	x	x
28	Evaluación de la explicación										x				x	x	x	x	x
29	Evaluación de la justificación											x			x	x	x	x	x
30	Evaluación de la UD									x	x	x							
31	Evaluación de las CPC											x							x
32	Explicar							x	x	x	x	x				x	x	x	x
33	Finalidad de la electroquímica				x			x	x										
34	Finalidad de las actividades										x								
35	Formación en HC			x	x	x	x					x	x	x					
36	Género			x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
37	Ideas previas del estudiantado				x						x	x	x	x	x		x		
38	Ideas previas sobre electroqca								x	x						x			
39	Identificar										x								
40	Indagar					x													
41	Instrumentos científicos				x					x						x		x	
42	Investigar						x												
43	Justificar									x			x				x		x
44	Limitaciones del estudio														x				
45	Materiales			x			x			x		x							
46	Motivación del estudiantado			x											x				
47	Motivación del profesorado			x	x														
48	Noción teórica de electroqca				x				x			x				x	x	x	x
49	Nombre de mujeres científicas							x								x		x	x
50	Observar								x										
51	Percepción sobre electroqca									x									
52	Mujeres científicas							x								x			
53	Planteamiento de Hipótesis						x												x
54	Enseñanza de la electroquímica				x				x			x							
55	Práctica Profesional			x	x	x			x	x	x				x				
56	Preguntas									x						x	x	x	x
57	Reconocer										x								
58	Resolución de problemas				x	x												x	x
59	Rol de las mujeres en ciencias							x							x		x		
60	Rol del estudiantado			x	x	x	x				x	x	x						
61	Rol del profesorado			1	6							3	1						
62	Secuencia Didáctica										x								
63	Tipos de HC					x													
64	Título de la UD									x				x					
65	Toma de decisiones										x	x							
66	Trabajar textos históricos										x					x	x		
67	Trabajo con biografías							x								x	x		
68	Trabajo de las mujeres								x				x	x		x			
69	Trabajo del estudiantado										x	x							
70	Trabajo experimental											x							x
71	Uso de los materiales				x				x										

Para la selección de las unidades objeto de análisis, se realizó posteriormente una *codificación axial*, el que consistió en relacionar los códigos que emergieron a partir de su identificación en las unidades de análisis y la agrupación de estas a través de categorías, con el fin de establecer relaciones entre cada uno los códigos presentes.

En esta segunda codificación se tuvo en cuenta además, la continuidad de estos códigos en todas las instancias de la investigación, es decir, la relevancia del código propuesto durante las diferentes fases de la investigación, su posibilidad de seguimiento durante el proceso y su relación con el objeto de investigación. De esta manera, se configuraron nuevos códigos, se eliminaron algunos, se reelaboraron otros, originando una agrupación teórica más sólida y coherente con los objetivos de la investigación. En la tabla 4.2 se muestra un seguimiento de cada uno de los códigos, relacionados con una categoría específica, a través de las diferentes actividades propuestas para el desarrollo de la investigación.

Tabla 4.2. Codificación Axial emergente a partir de la remodificación abierta

Categoría	Código	C 07	C 08	TRD 01	TRD 02	TRD 03	TRD 04	TRD 05	TRD 06	TRD 07	TRD 08	TRD 09	TRD 10	C 09	OBS 1	OBS 2	OBS 3	OBS 4
Az Qca	Aprendizaje en Química					x	x		x									
CPC	Analizar				x				x									
CPC	Argumentar	x		x		x		x	x	x		x	x	x			x	x
CPC	Clasificar			x		x		x	x	x								
CPC	Comprobar					x		x	x	x		x			x	x	x	x
CPC	Definir									x	x	x	x					
CPC	Describir			x				x				x						
CPC	Evaluación de la UD				x			x	x	x	x							
CPC	Evaluación de las CPC			x	x	x	x					x		x				
CPC	Explicar	x		x		x		x	x	x	x		x		x	x	x	x
CPC	Evaluación de la explicación			x	x	x							x		x	x	x	x
CPC	Indagar			x	x		x	x		x	x				x	x	x	x
CPC	Investigar			x	x				x						x			
CPC	Planteamiento de Hipótesis												x		x	x	x	x
CPC	Reconocer					x		x	x			x			x	x	x	x
CPC	Resolución de problemas						x											
SD	Autoevaluación					x	x	x	x	x	x							
SD	Secuencia Didáctica			x	x						x		x	x	x	x	x	x
SD	Título de la UD											x			x	x	x	x
SD	Toma de decisiones											x			x	x	x	x
SD	Trabajo del estudiantado											x			x	x	x	x
Electroqca	Conceptos en electroquímica									x	x	x						
Electroqca	Finalidad de la electroquímica												x					x
Electroqca	Ideas previas del estudiantado							x	x	x	x	x			x	x	x	x
Electroqca	Noción teórica de electroqca				x				x	x								
Electroqca	Enseñanza de la electroquímica			x	x	x	x					x	x	x				
EnsQca	Concepción de la tarea			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
EnsQca	Dificultad en la química					x				x	x	x	x					
EnsQca	Finalidad de las actividades								x	x					x			
EnsQca	Materiales								x									
EnsQca	Uso de los materiales				x				x						x			x
HC	Anécdotas HC			x		x			x		x							
HC	Currículo - HC	x	x		x	x	x			x	x	x	x	x			x	x
HC	Currículo en Química							x										
HC	Características de la HC Esc	x		x	x				x		x	x	x	x	x	x	x	x
HC	Trabajar textos históricos								x			x				x		x
HC	Trabajo con biografías				x								x			x		
HC	Estrategias para enseñar HC	x	x						x									
HC	Aporte de la HC	x	x	x											x			
HC	Concepción de la HC			x		x			x		x				x	x	x	x
HC	Motivación del estudiantado			x		x			x		x		x					
HC	Formación en HC		x			x												x
HC	Motivación del profesorado			x	x	x			x	x	x			x				
HC	Tipos de HC								x						x	x	x	x
NC	Conocimiento científico									x								
NC	Conocimiento de las mujeres				x	x											x	x
NC	Género			x	x	x	x			x	x	x						
NC	Mujeres científicas				x													
NC	Rol de las mujeres en ciencias								x			x						
NC	Trabajo de las mujeres									x	x							
NC	Instrumentos científicos				x						x							
NC	Trabajo experimental								x						x	x		
PQca	Práctica Profesional						x								x	x		
PQca	Rol del profesorado						x						x	x				

Az: Aprendizaje de la Química; CPC: Competencias de pensamiento científico; SD: Secuencia Didáctica; Electroqca: Electroquímica; Ens Qca: Enseñanza de la Química; HC: Historia de la Ciencia; NC: Naturaleza de la Ciencia y PQca: Profesorado de Química.

4.2.2 Categorización de los Datos

A partir de la codificación axial, se dio paso para un *análisis de segundo orden o categorización* en donde a través del agrupamiento de códigos y la relación entre estos emergieron diferentes categorías desde los datos recolectados. Para efecto de la investigación y en relación al problema planteado en el capítulo 1, se contemplan sólo tres para los análisis, las que describen a continuación.

4.2.2.1 Naturaleza de la Ciencia

La categoría Naturaleza de la Ciencia se entiende como la reflexión teórica sobre la actividad científica (Adúriz-Bravo, 2001) en particular se consideran los aspectos provenientes de la epistemología de la ciencia o como lo señala Adúriz-Bravo, 2001 en relación al eje epistemológico, en donde se consideran aspectos que se dirigen a determinar qué es la ciencia y cómo se elabora. Además, de estos dos aspectos se consideró relevante tener en cuenta también dentro de esta categoría el género en ciencias, ya que permite reconocer e integrar a las mujeres en la actividad científica Solsona (2007).

La importancia de esta categoría radica principalmente en el valor que tienen estas concepciones para la actividad química escolar, ya que a través de estas se promueven o desarrolla la educación química, se enseñan contenidos químicos y aspectos sobre estos contenidos, generando diferentes visiones sobre la actividad científica relacionadas con la actividad científica escolar, así esta categoría permitió valorar las concepciones del profesorado de química desde una perspectiva epistemológica y explicar si se definen bajo una perspectiva

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

dogmática o sí éstas están relacionadas con el modelo cognitivo de ciencia (Giere, 1992), para contrastar dichos resultados con otras investigaciones del campo de la Didáctica de las Ciencias Experimentales (Gallego, Pérez y Torres de Gallego, 2004; Contreras, 2009; Ravanal y Quintanilla, 2010; Rodríguez y López, 2005 y Quintanilla *et al*, 2009) en donde se señala la tradición dogmática en las concepciones de la naturaleza de la ciencia.

En la constitución de dicha categoría, se consideraron evidencias y atributos verbales y textuales que dan cuenta sobre el conocimiento científico, la metodología científica y el género en ciencias. La reagrupación de los códigos que se muestra en tonos violetas, en la tabla 4.2 muestra que en el caso de género en ciencias, se agruparon los códigos: conocimiento de las mujeres, género, entendido sólo en la denominación que los participantes hacían sobre las personas involucradas; rol de las mujeres en ciencias y trabajo de las mujeres en ciencias. Así para metodología científica se tuvieron en cuenta las unidades codificadas como instrumentos científicos y trabajo experimental.

4.2.2.2 Historia de la Ciencia

Con respecto a la categoría de la Historia de la Ciencia, que ya fue ampliamente descrita en el marco teórico, se señala que esta consiste en una base orientadora para comprender cómo se construyen los modelos teóricos en la química, además de estar relacionada con los aspectos que permiten dar cuenta sobre cómo cambian los conceptos y los procedimientos en relación a los diferentes contextos sociales y culturales (Toulmin, 1977), es decir la ontogénesis y filogénesis del conocimiento científico (Matthews, 1989; Matthews, 1994; Quintanilla, 2006).

Esta categoría se considera relevante en los análisis debido al valor y reconocimiento actual en la actividad científica escolar en general y en particular de la química (Erduran, Adúriz-Bravo & Naaman, 2007; Álvarez, 2006; Solsona, 2007; Fernández, 2000; Izquierdo, 2000a; Mathews, 1989, 1994; Quintanilla, Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2005; Solbes y Traver, 2001; Lombardi y Labarca, 2007; Gooday et al, 2008; Rudolph, 2008; García, Bertomeu y Bensaude- Vincent, 2005; Kaiser, 2005; Quintanilla, 2006). Así se identificaron unidades textuales y verbales en relación a los aportes de la Historia de la Ciencia a la Actividad Química Escolar; la Historia de la Ciencia y el Currículo; estrategias que usa o propone el profesorado para incorporar este componente y finalmente, acerca de la formación docente en historia de la ciencia, aspectos que fueron abordados durante todo el desarrollo de la investigación.

En los códigos identificados en matices verdes en la Tabla 4.2 se resaltan aspectos relacionados con: Currículo e Historia de la Ciencia, allí se agruparon los códigos Currículo - HC; Currículo en Química y Características de la HC Escolar, por estar relacionados con aspectos de los programas del curso, aspectos administrativos, directivos o institucionales que permiten articular el componente histórico con las temáticas químicas en la actividad química escolar.

Dentro de esta categoría también se asumieron las distintas estrategias utilizadas o propuestas para trabajar la Historia de la Ciencia en la actividad química escolar, allí se consideraron los códigos relacionados con la manera en que el profesorado trabaja la Historia de la Ciencia, en particular lo referido a estrategias metodológicas, actividades teóricas, actividades prácticas u otros aspectos relacionado con la manera en que el profesorado propone o desarrolla

estrategias con el componente historiográfico. Así se agruparon los códigos: trabajar textos históricos; trabajar biografías y estrategias para enseñar HC y se redefinieron como Estrategias para trabajar la Historia de la Ciencia.

Otro código producto de la reagrupación y codificación axial elaborada fue Aporte de la Historia de la Ciencia, entendiendo este código como las ventajas que otorga este componente a la Actividad Química Escolar, así se agruparon bajo esta denominación los códigos denominados aporte de la HC y Concepción de la HC.

Finalmente, acerca de la Formación Docente e Historia de la Ciencia, al respecto se tuvo en cuenta lo codificado como formación en HC y motivación del profesorado.

4.2.2.3 Competencias de Pensamiento Científico

Por último, la categoría competencia de pensamiento científico es entendida como la capacidad que tiene una persona *de representar, explicar, intervenir y transformar el mundo en el que convive con teoría científica, de manera autónoma, autorregulada, creativa e independiente, según sus necesidades y motivos, sus objetivos y acciones, los medios y operaciones que utiliza para enfrentar la situación problemática*. En particular, se propone el análisis sólo para la competencia de explicación científica; esta decisión se fundamenta en la continuidad de dicha competencia durante el desarrollo de la investigación; así como en los antecedentes mencionados en el capítulo 1 y en las decisiones metodológicas que se tomaron durante las fases de investigación con el profesorado

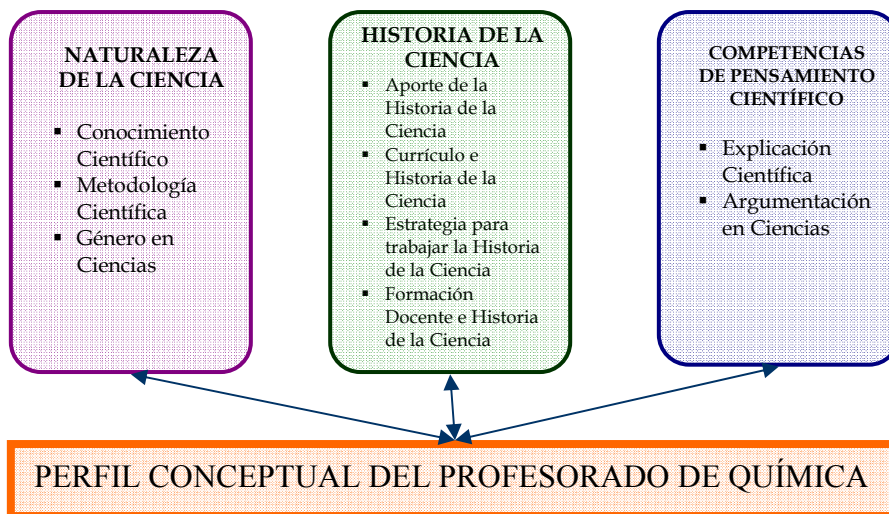
participante durante la promoción y desarrollo explícito de dicha competencia en las fases de diseño, evaluación e implementación.

La importancia de esta categoría corresponde principalmente al rol que juega la explicación científica en la actividad química escolar (OCDE, 2006; Izquierdo & Adúriz- Bravo, 2009; Sanmartí e Izquierdo, 1998) en tanto que permite la comprensión de relaciones y significados científicos en el aula, así como la relación entre los aspectos teóricos (pensamiento), procedimentales o experienciales y comunicativos o sociales (Quintanilla, 2006) descritos con mayor profundidad en el marco teórico.

En la Tabla 4.2 los códigos relacionados con la explicación científica fueron señaladas en color azul, en donde se tuvo en cuenta el conjunto de los códigos explicar y evaluación de la explicación. Para esta categoría se consideraron las unidades de análisis relacionadas con la mención explícita de la explicación bien sea en relación con sus atributos, características, evaluación, así como las explicaciones que el profesorado y el estudiantado construían con respecto a la teoría electroquímica, durante las distintas fase de la investigación.

Una vez terminado el proceso de codificación y agrupación en las categorías, *Naturaleza de la Ciencia; Historia de la Ciencia y Competencia de Pensamiento Científico*; se realizó un *análisis de tercer orden, interpretativo o conceptual*, más profundo sobre cuáles son las concepciones del profesorado y cómo éstas cambian a través de un proceso de intervención docente, de tal manera que se construyó un perfil conceptual del profesorado participante, como se representa en la Figura 4.2.

Figura 4.2. Categorías propuestas para el análisis.



Este perfil conceptual permitió interpretar y comprender las concepciones del profesorado de química, como las distintas formas de pensar y hablar que puede tener el profesorado, tal y como señala Mortimer (1995), es posible que coexistan dos o más significados para un mismo concepto, el cual puede ser utilizados según determinado contexto, así se logro identificar cuáles son las concepciones del profesora y como éstas transitan de una fase a la otra, dentro de la investigación.

Después de terminar el proceso de reducción de datos, en donde se seleccionaron las unidades de análisis y emergieron las categorías, a continuación se presentan los *análisis de tercer orden* de los resultados y la evaluación de la información recolectada. Este análisis consiste en una interpretación de las unidades de análisis seleccionadas según cada fase de la investigación y para cada una de las categorías propuestas.

4.3. INTERPRETACIÓN Y CONCEPTUALIZACIÓN

En esta parte de los resultados y análisis se da cuenta sobre cuáles son las concepciones del profesorado de química acerca de la Naturaleza de la Ciencia, la Historia de la Ciencia y las Competencias de Pensamiento Científico. Algunos de estos resultados ya han sido publicados por Quintanilla *et al* (2010), en particular con respecto a la dimensión de Competencias de Pensamiento Científico y por Camacho y Quintanilla (2009a), sobre las concepciones de Historia de la Ciencia y Naturaleza de la Ciencia.

Para el *análisis de tercer orden o interpretación conceptual*, se diseñó una matriz de análisis de componentes (Tabla 4.3), en la que se clasificaron las unidades de análisis según los tipos de contenido (Hsingchi and David, 2002); los planos de desarrollo de pensamiento (Labarrere y Quintanilla, 2002); las dimensiones de las competencias de pensamiento científico (Quintanilla, 2006) y los aspectos conceptuales desde el racionalismo moderado (Toulmin, 1977; Izquierdo, 2005), aspectos teóricos que fueron descritos con mayor precisión en el marco teórico. Este análisis permitió una interpretación conceptual desde diferentes niveles relacionados entre sí para dar cuenta sobre cuál es el perfil conceptual del profesorado y cómo este perfil cambia en una u otro nivel a través del proceso de intervención.

Teniendo en cuenta esta matriz para el análisis de componentes a continuación se presentan los análisis, interpretación y discusión de los resultados. Estos, se presentan de la siguiente manera. *Primero*, se presentan las tres grandes categorías de análisis (Naturaleza de la Ciencia; Historia de la Ciencia y Competencias de Pensamiento Científico), *segundo*, en cada una de

ellas se discuten los resultados obtenidos durante las cuatro fases en la que se desarrollo la investigación (I. Diagnóstico; II. Fundamentación Teórica; III. Diseño de una Unidad Didáctica para la electroquímica y IV. Evaluación e Implementación) y *tercero*, en particular en la fase de Diagnóstico, Fase I, los resultados se clasifican para las 32 personas participantes de esta fase y luego un análisis en profundidad de los dos Estudio de Casos.

Tabla 4.3. Matriz de análisis de componentes para la interpretación conceptual de las categorías propuestas

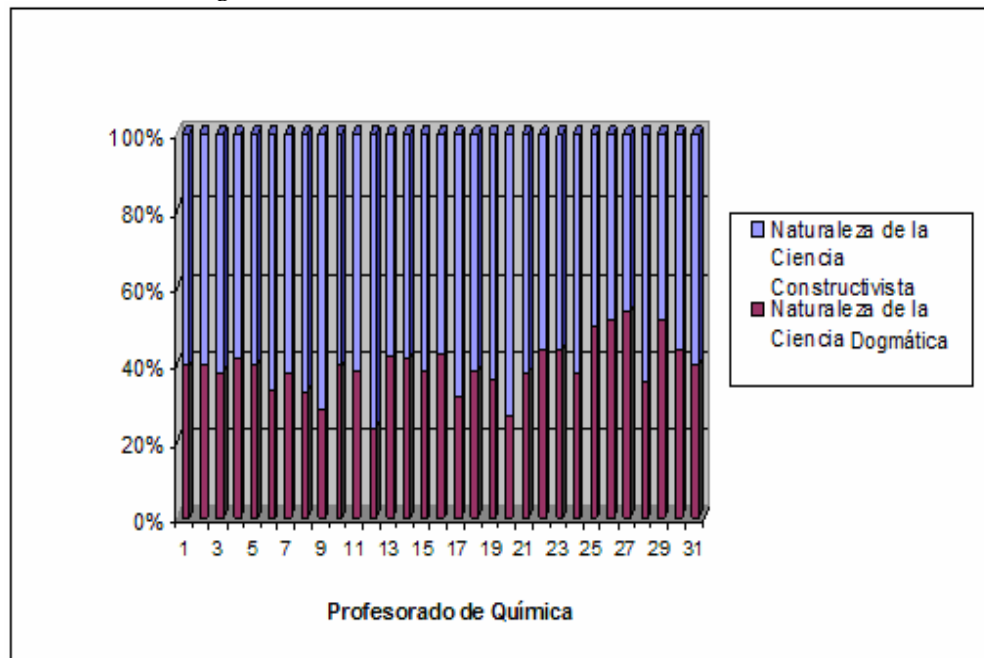
Tipo de Contenido	CONCEPTUAL	PROCEDIMENTAL O METODOLÓGICO	CONTEXTUAL
	O1	O2	O3
Hsingchi A. and David (2002)	Problematización y relación de los contenidos con la naturaleza del conocimiento. Énfasis en la naturaleza tentativa del conocimiento científico	Procesos y diseño de experimentos Las dinámicas de las comunidades científicas (Métodos de investigación)	La actividad química en relación con los aspectos individuales y colectivos Factores socio-culturales
Planos de Desarrollo del Pensamiento (Labarrere y Quintanilla, 2002)	PERSONAL - SIGNIFICATIVO	INSTRUMENTAL OPERATIVO	SOCIAL O COMUNICATIVO
	P1	P2	P3
	Los procesos y estados personales de quien resuelve el problema resultan ser relevantes y la atención del sujeto deja a un lado el análisis de la situación, la búsqueda activa de instrumentos, las representaciones de finalidades vinculadas con la solución esperada se centra en la persona como sujeto de la solución.	Identifica aquellos momentos o fragmentos del enfrentamiento y solución de los problemas en que los recursos del sujeto o del grupo que los resuelve están centrados en aspectos tales como el contenido, las relaciones que los caracterizan, las soluciones posibles y las estrategias, procedimientos y así por el estilo.	Espacio generado en la solución grupal de problemas o en la interacción netamente pedagógica, hace referencia no sólo a las relaciones que constituye la trama que se teje en los procesos comunicativos de los alumnos, sino también al conocimiento y la representación que los sujetos tienen de esas interacciones
Competencias de Pensamiento Científico Quintanilla (2006)	SABER CONOCER	SABER HACER	SABER SER
	Q1	Q2	Q3
	Involucra el manejo de las estrategias para ser conscientes y para regular el proceso de aprendizaje personal.	Es el saber de la actuación en la realidad, de forma sistemática y reflexiva, buscando la consecución de metas, de acuerdo con determinados criterios.	Consiste en la articulación de valores, actitudes y normas enmarcadas en el desempeño por competencias.
Racionalismo Moderado (Toulmin, 1977; Izquierdo 2005)	TÉCNICAS DE REPRESENTACIÓN	PROCEDIMIENTOS DE APLICACIÓN	LENGUAJE
	R1	R2	R3
	Las relaciones generales discernibles entre objetos, sucesos y fenómenos	Supone también la aptitud para someter a prueba y delinear las fronteras del <<ámbito>> o <<rango de aplicación>>, dentro del cual esos símbolos y técnicas de representación tienen genuina relevancia empírica	Incluye los términos técnicos o nombres de conceptos y también las oraciones, sean leyes naturales o generalizaciones directas.
Modelo teórico al cual pertenecen	Operaciones que se pueden realizar	Símbolos, representaciones gráficas, ecuaciones básicas	

4.3.1 Acerca de las Concepciones del Profesorado de Química sobre Naturaleza de La Ciencia

4.3.1.1 Resultados y Análisis de los 32 Docentes de Química acerca de la Naturaleza de la Ciencia

En los resultados de las concepciones del profesorado de Química acerca de las Naturaleza de la Ciencia, se puede evidenciar que coexisten las visiones dogmática y constructivista de la ciencia en todo el profesorado (Figura 4.3) tal y como lo proponen otros resultados de investigaciones al respecto (Quintanilla *et al*, 2009; Quintanilla *et al*, 2010, Copello y Sanmartí, 2001; Angulo, 2002; Mellado, 2001; Contreras, 2009; Ravanal y Quintanilla, 2010, Izquierdo, 2000a; Matthews, 1994; Quintanilla *et al*, 2006).

Figura 4.3 Resultados de las Concepciones del Profesorado de Química según las visiones Dogmática o Constructivista de la Naturaleza de la Ciencia



El mayor porcentaje de las respuestas en los ítems del Cuestionario Tipo Likert (C07) (FONDECYT 1070795), se sitúan hacia las visiones menos dogmáticas (56,3%) y menos constructivistas (40,6%) (Tabla 4.4). Al parecer el profesorado está en acuerdo con una visión más contemporánea de la ciencia en general, pero sólo en algunos aspectos de la ciencia, como por ejemplo el carácter social y la relación entre los hechos del mundo y los hechos científicos. Sin embargo, se identificaron concepciones en su mayoría desde la visión dogmática, en particular relacionadas con la metodología científica, existe un acuerdo total o parcial con respecto al carácter objetivo, riguroso, jerárquico, y sistemático del conocimiento científico.

Tabla 4.4. Puntaje de las Concepciones de Naturaleza de la Ciencia del Profesorado de Química

Puntaje de las concepciones en Naturaleza de la Ciencia

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Absolutista	1	3,1	3,1	3,1
	Menos Absolutista	18	56,3	56,3	59,4
	Menos Constructivista	13	40,6	40,6	100,0
	Total	32	100,0	100,0	

Para un análisis más profundo sobre las concepciones del profesorado de química sobre la Naturaleza de la Ciencia, se presenta a continuación una discusión sobre los resultados por cada ítems y su relación con los planos de desarrollo (Labarrere y Quintanilla, 2002).

Los ítems 7 y 40 están relacionados con la naturaleza de la Ciencia desde el plano personal significativo, es decir que se sitúa desde la persona y lo que considera que debe enseñar o adoptar acerca del conocimiento científico y un

modelo de ciencias. Cuando se indago por sí el profesorado debe enseñar el conocimiento verdadero, confiable, definitivo e incuestionable que se produce en la comunidad científica, el porcentaje de profesorado que se sitúo en acuerdo con esta afirmación de carácter dogmática fue de 18.8% y que considero estar de acuerdo parcialmente fue el 40.6% (Tabla 4.5).

Sin embargo, al cuestionar por sí debe adoptar un modelo de ciencias y de enseñanza de las ciencias epistemologicamente fundamentado (Tabla 4.6), la mayoría de docentes expresa su opinión desde una perspectiva menos constructivista (43.8%) o constructivista (31.3%). Al parecer el rol de la persona y su imagen de ciencia sobre lo que debe enseñar y adoptar, permite evidenciar que existe poco posicionamiento epistemológico sobre un modelo de ciencia contemporáneo.

Tabla 4.5. Enunciado Naturaleza de la Ciencia 7

El profesorado debe enseñar el conocimiento verdadero, confiable, definitivo e incuestionable, que se produce en la comunidad científica.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Absolutista	6	18,8	20,0	20,0
	Menos Absolutista	13	40,6	43,3	63,3
	Menos Constructivista	7	21,9	23,3	86,7
	Constructivista	4	12,5	13,3	100,0
	Total	30	93,8	100,0	
Perdidos	Sistema	2	6,3		
Total		32	100,0		

Tabla 4.6. Enunciado Naturaleza de la Ciencia 40

El profesorado debe adoptar un modelo de ciencia y de enseñanza de las ciencias, epistemológicamente fundamentado.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Absolutista	2	6,3	6,5	6,5
	Menos Absolutista	5	15,6	16,1	22,6
	Menos Constructivista	14	43,8	45,2	67,7
	Constructivista	10	31,3	32,3	100,0
	Total	31	96,9	100,0	
Perdidos	Sistema	1	3,1		
Total		32	100,0		

En cuanto al plano instrumental operativo de la ciencia, es decir sobre cómo se elabora la actividad científica o las características metodológicas, a continuación se describe un análisis con respecto a los ítems 5, 22, 61, 58, 27, y 52. Con respecto al carácter experimental de las ciencias y a la manera en cómo los estudiantes deben construir hechos científicos, ítem 5 (Tabla 4.7) se observó una tendencia hacia al constructivismo, es decir, en acuerdo sobre la relación entre hechos científico y hechos del mundo (50% parcialmente de acuerdo con la afirmación y 43,8% en total acuerdo). Así también se reconoce el valor de la intuición y la imaginación en los procesos de construcción científica, ítem 22 (Tabla 4.8), en donde un 37.5% del profesorado estuvo en parcial acuerdo y un 34,4% en total acuerdo. No obstante, el 50 % del profesorado de química, señaló el acuerdo parcial y el 31.3% acuerdo total, en aprender 'la' metodología científica rigurosa la cual debe estar basada en etapas sucesivas y jerárquicas, ítem 61 (Tabla 4.9). En cuanto a cómo se elabora la ciencia o las características metodológicas de la actividad científica. Se percibe una gran tendencia a definirla y caracterizarla desde una visión dogmática. Los resultados de los ítems 58 (Tabla 4.10), relacionado con los criterios de validez, sitúa al 43.8% del profesorado de química en la visión dogmática y al 31, 3% desde una visión

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

menos dogmática. Así los resultados del ítem 27 (Tabla 4.11) sobre la objetividad de las personas y métodos muestran un 40,6 % en total acuerdo y un 40.6% en parcial acuerdo con esta afirmación dogmática. De esta misma manera se percibe el carácter triunfalista de las teorías científicas y el paso de una teoría científica a otra por criterios objetivos, el ítem 52 (Tabla 4.12) que señala una afirmación al respecto, recibe un porcentaje de aceptación total del 62.5%.

Tabla 4.7 Enunciado Naturaleza de la Ciencia 5

Las ciencias tienen carácter experimental, para ello es indispensable que los estudiantes construyan los hechos científicos, a partir de los hechos del mundo.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Menos Absolutista	2	6,3	6,3	6,3
	Menos Constructivista	16	50,0	50,0	56,3
	Constructivista	14	43,8	43,8	100,0
	Total	32	100,0	100,0	

Tabla 4.8. Enunciado Naturaleza de la Ciencia 22

La metodología científica permite al investigador en ciencias utilizar la intuición y la imaginación en cualquier momento del proceso de construcción científica.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Absolutista	2	6,3	6,5	6,5
	Menos Absolutista	6	18,8	19,4	25,8
	Menos Constructivista	12	37,5	38,7	64,5
	Constructivista	11	34,4	35,5	100,0
	Total	31	96,9	100,0	
Perdidos	Sistema	1	3,1		
Total		32	100,0		

Tabla 4.9. Enunciado Naturaleza de la Ciencia 61

El estudiante debe aprender la metodología de investigación científica basada en etapas sucesivas y jerárquicas rigurosamente planificadas.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Absolutista	10	31,3	32,3	32,3
	Menos Absolutista	16	50,0	51,6	83,9
	Menos Constructivista	5	15,6	16,1	100,0
	Total	31	96,9	100,0	
Perdidos	Sistema	1	3,1		
Total		32	100,0		

Tabla 4.10. Enunciado Naturaleza de la Ciencia 58

Las ciencias son rigurosas, ya que, bajo criterios sumamente claros y precisos, seleccionan y presentan un determinado modelo del mundo.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Absolutista	14	43,8	43,8	43,8
	Menos Absolutista	10	31,3	31,3	75,0
	Menos Constructivista	5	15,6	15,6	90,6
	Constructivista	3	9,4	9,4	100,0
	Total	32	100,0	100,0	

Tabla 4.11. Enunciado Naturaleza de la Ciencia 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.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Absolutista	13	40,6	41,9	41,9
	Menos Absolutista	13	40,6	41,9	83,9
	Menos Constructivista	5	15,6	16,1	100,0
	Total	31	96,9	100,0	
Perdidos	Sistema	1	3,1		
Total		32	100,0		

Tabla 4.12. Enunciado Naturaleza de la Ciencia 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.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Absolutista	20	62,5	64,5	64,5
	Menos Absolutista	8	25,0	25,8	90,3
	Menos Constructivista	3	9,4	9,7	100,0
	Total	31	96,9	100,0	
Perdidos	Sistema	1	3,1		
Total		32	100,0		

Finalmente, acerca del carácter social y contextual, plano social comunicativo, de la actividad científica los resultados de los ítems 56 (Tabla 4.13) y 66 (Tabla 4.14) señalan una aceptación parcial (43.8%) y una no aceptación parcial (31.3%) sobre el cambio de los conocimientos científicos que tienen un reconocimiento y legitimación. De la misma manera con respecto al rol de las interpretaciones individuales y sociales sobre los hechos de la naturaleza no existe un consenso general desde una visión de ciencia, sino que por el contrario es una temática controversial que supone diferentes puntos de vista (Dogmática 28.1%; Menos dogmática 21,9%; Menos constructivista 28,1% y Constructivista 18,8%).

Tabla 4.13. Enunciado Naturaleza de la Ciencia 56

Los conocimientos científicos que han adquirido un reconocimiento y legitimación universal, difícilmente cambian.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Absolutista	8	25,0	25,0	25,0
	Menos Absolutista	14	43,8	43,8	68,8
	Constructivista	10	31,3	31,3	100,0
	Total	32	100,0	100,0	

Tabla 4.14. Enunciado Naturaleza de la Ciencia 66

Los criterios que poseen las ciencias son parciales porque los hechos de la naturaleza están sujetos a interpretaciones individuales y sociales.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Absolutista	9	28,1	29,0	29,0
	Menos Absolutista	7	21,9	22,6	51,6
	Menos Constructivista	9	28,1	29,0	80,6
	Constructivista	6	18,8	19,4	100,0
	Total	31	96,9	100,0	
Perdidos	Sistema	1	3,1		
Total		32	100,0		

Los resultados obtenidos a través del cuestionario Tipo Likert (C07), permiten comprender que las concepciones del profesorado de química con respecto a la naturaleza de la ciencia están relacionadas con visiones tradicionales y contemporáneas, lo que puede suponer poco posicionamiento epistemológico o una mirada ingenua de la actividad científica. En particular los resultados anteriores evidencian consenso sobre la actividad científica como actividad humana. Sin embargo, existe poco acuerdo sobre el carácter provisorio del conocimiento científico relacionado con factores individuales y sociales y aún persiste una visión dogmática en particular con aspectos relacionados a cómo se construye la ciencia, asumiéndola desde una visión rigurosa, jerárquica, objetiva, sistemática y válida asociada al método científico.

4.3.1.2 Resultados y Análisis del Estudio de Caso Caroline acerca de la Naturaleza de la Ciencia

4.3.1.2.1 Perfil Conceptual sobre Naturaleza de la Ciencia de Caroline en la Fase Diagnóstica.

Con respecto a las concepciones de la profesora Caroline acerca de la Naturaleza de la Ciencia, en la fase de diagnóstica (Tabla 4.15) ella demuestra total acuerdo con 2 ítems de esta dimensión durante el cuestionario (C07) los cuales presentan dos afirmaciones de carácter constructivista respecto al conocimiento científico y su fundamentación epistemológica. Es decir, que el conocimiento científico está relacionado sólo con el contenido conceptual (Q1), el saber hacer (Q1) y los modelos teóricos (R1) desde un plano personal significativo (P1) *los conocimientos científicos adquieren un reconocimiento y legitimación C071.6*. Así se configura el conocimiento científico en su perfil conceptual (Fig. 4.4).

Al preguntarle por la metodología científica a través del ítem 56, ella manifiesta también total acuerdo con respecto *al difícil cambio del reconocimiento y legitimación los conocimientos científicos C071.6*. A pesar de esta afirmación ella manifiesta durante el (C08) *la relación entre los problemas científicos de la época con los requerimientos del hombre C081.3*, así a través de esta afirmación además se evidencia una *imagen masculinizada de ciencia C081.3* que se contrasta con otra afirmación que hace en el mismo momento (C08) *en relación a la metodología científica y la rigurosidad en el trabajo científico, así como a la necesidad de esto como requerimiento del hombre de ciencia C081.2*.

La metodología científica y el género en ciencias los relaciona en el perfil conceptual (Fig 4.4) con los contenidos contextuales (O3) desde un plano social comunicativo (P3), *permite mostrar el tipo de los problemas científicos de cada época C081.3, para saber conocer (Q1) los modelos teóricos (R1) el profesorado debe adoptar un modelo de ciencia y de enseñanza de las ciencias C071.5.*

Tabla 4. 15 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Caroline acerca de la Naturaleza de la Ciencia Fase I. Diagnóstico

CATEGORÍA: CONCEPCIONES DE CAROLINE ACERCA DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA (FASE I)			
Instrumento	Id.	Códigos	Unidades de Análisis
C07	C071.5	Conocimiento científico	NC40 El profesorado debe adoptar un modelo de ciencia y de enseñanza de las ciencias, epistemológicamente fundamentado.
C08	C081.3	Género en Ciencias	<i>Permite mostrar el tipo de los problemas científicos de cada época y como se relacionaban con los requerimientos del hombre, así como también el estilo de vida, características personales, valores del hombre de ciencia. Valorar el trabajo perseverante, riguroso del científico</i>
C07	C071.6	Metodología Científica	NC56 Los conocimientos científicos que han adquirido un reconocimiento y legitimación universal, difícilmente cambian.
C08	C081.2	Metodología Científica	Permite mostrar el tipo de los problemas científicos de cada época y como se relacionaban con los requerimientos del hombre

Así, durante la fase inicial el perfil conceptual de la profesora Caroline se caracteriza por presentar una visión de naturaleza de ciencia compleja, de la misma forma que el conjunto de los 32 docentes en donde se resalta la actividad científica como actividad contextualizada en relación a los problemas de determinadas época; donde la metodología de la ciencia debe ser rigurosa y perseverante. El perfil de la profesora Caroline con respecto a la naturaleza de la ciencia en la fase de diagnóstico (Figura 4.4), se caracteriza por estar fuertemente relacionado con el saber conocer (Q1), las técnicas de representación (R1), las cuales se relacionan con el plano social comunicativo (P3) y con los contenidos contextuales (O3).

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

Figura 4.4. Perfil Conceptual Caroline Naturaleza de la Ciencia Fase I.

PERFIL CONCEPTUAL CAROLINE NATURALEZA DE LA CIENCIA FASE I.				
	O	P	Q	R
Conocimiento Científico	1	1	1	1
Metodología Científica	3	3	1	1
Género en Ciencias	3	3	1	1

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;
 Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3
 Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3
 Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.1.2.2 Perfil Conceptual sobre Naturaleza de la Ciencia de Caroline en la Fase de Fundamentación Teórica.

Durante la segunda fase de fundamentación teórica, la profesora Caroline evidencia una aproximación conceptual hacia la naturaleza de la ciencia, desde un plano social principalmente y lo relacionada con el lenguaje y la experiencia (Tabla 4.16). En particular destaca aspectos relevantes con respecto al conocimiento científico en *relación la no linealidad de la construcción de los saberes eruditos TRD1.046, la relación del marco valórico en la actividad científica TRD1.054*. Así además sitúa sus intervenciones dialógicas con respecto a las dimensiones del *saber conocer con respecto a las competencias y manifiesta la experiencia como un aspecto relevante en la construcción de conocimiento científico TRD1.065*. De tal manera se observó un perfil conceptual (Fig. 4.5) asociado al contenido conceptual (O1), *la propia noción de ciencia TRD1.046*, desde un plano social comunicativo (P3), *con dimensión histórica, social, política, económica, cultural y a los marcos valóricos TRD1.054*, en relación al saber hacer (Q2), *nosotros enseñamos ciencia TRD1.054*, y los procedimientos de aplicación (R2).

En cuanto a la metodología de la ciencia, continúa evidenciando concepciones constructivistas sobre el carácter evolutivo de la actividad científica, manifiesta que en la construcción de conocimiento *ocurre una modificación o un cambio de opinión, un crecimiento basado en sucesivas rectificaciones que permiten la superación múltiples obstáculos (TRD1.038, TRD1.040)*. También señala la relación de este proceso con la necesidad y la resolución de problemas TRD1.008, por lo que considera relevante el papel de las preguntas en la construcción de conocimiento científico, así como el orden y la sistematización de la metodología científica y el ensayo y error de dicha metodología *que vayan probando, vayan conectando (una pila) TRD1.058*, relacionado la metodología científica desde un contenido procedimental, un plano instrumental, la importancia de saber hacer y de la experiencia y el lenguaje. En el perfil conceptual (Fig 4.5) se configura la metodología científica desde un contenido conceptual (O1), un plano significativo (P1), un saber hacer (Q2) en relación a un procedimiento de aplicación (R2).

Con respecto a su visión de género en las ciencias reconoce principalmente el valor de las mujeres en la actividad científica desde una perspectiva conceptual, relacionada con *la producción de las mujeres en el desarrollo de diferentes conceptos químicos TRD1.079*, así como *el valor de los experimentos TRD1.079*, a pesar de considerar que *las mujeres no tenían interés por el trabajo experimental o no se situaban en los laboratorios de ciencia TRD1.083* y *que quizás sus contribuciones las realizaban a la escondida TRD1.080*.

Tabla 4.16 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Caroline acerca de la Naturaleza de la Ciencia Fase II. Fundamentación Teórica

CATEGORÍA: CONCEPCIONES DE CAROLINE ACERCA DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA (FASE II)			
Instrumento	Id.	Códigos	Unidades de Análisis
TRD	TRD1.046	Conocimiento científico	TRD02ECD1 1:066 [sí tenemos claro eso, entonces estamos enseñando ciencia, ciencia como proceso continuo de construcción de saberes eruditos, ¿cierto?, con dimensión histórica, social, política, económica, cultural y el conocimiento es una dimensión lógica de la actividad científica...] (177:177)
TRD	TRD1.054	Conocimiento científico	TRD02ECD1 1:084 [coincidiendo los marcos valóricos...] (257:257)
TRD	TRD1.065	Conocimiento científico	TRD03ECD1 1:006 [da una imagen más completa de la ciencia.....] (70:70)
TRD	TRD1.079	Género en Ciencias	TRD04ECD1 1:037 [no sabía, de dónde habías surgido por ejemplo todo el sistema de destilación, osea nunca me había puesto a pensar...] (77:77)
TRD	TRD1.080	Género en Ciencias	TRD04ECD1 1:038 [los escritos que hacía, trataban de, digamos, dieran su, que fuera respetada su autoría me parece que es cierto, eso lo leí anoche, pero en el fondo era una forma de sentirse más respetadas, osea en el fondo de sentirse valoradas como científicas, porque de luchar, no sé si luchar entre comillas, pero me da la impresión que les costaba mucho ...] (77:77)
TRD	TRD1.083	Género en Ciencias	TRD04ECD1 1:093 [pero por qué no estaban en los laboratorios, porque no tenían interés o porqué sencillamente el hombre, no sé como a escondida.] (109:109)
TRD	TRD1.086	Género en Ciencias	TRD04ECD1 1:113 [una intención competitiva, pero a lo mejor...] (150:150)
TRD	TRD1.087	Género en Ciencias	TRD04ECD1 1:121 [somos unas damas de la época...] (228:228)
TRD	TRD1.008	Metodología Científica	TRD01ECD1 1:037 [surgió nació la necesidad y de esa necesidad vino una forma de solucionar un problema y vino el conocimiento...] (62:62)
TRD	TRD1.025	Metodología Científica	TRD01ECD1 1:138 [el producto puede ser bueno, malo, pero todo el trabajo que hay lo que les va a quedar, porque están construyendo su modelo] (140:140)
TRD	TRD1.029	Metodología Científica	TRD01ECD3 1:051 [sino ellos creen que se desecho algo y de repente surgió otro personaje y digo esto no es así es así, cuando en realidad lo que ocurre es una modificación o un cambio, de opinión] (70:70)
TRD	TRD1.036	Metodología Científica	TRD02ECD1 1:036 [que está en constante proceso de elaboración, que se genera en la, debiera dar respuesta a los problemas...] (125:125)
TRD	TRD1.038	Metodología Científica	TRD02ECD1 1:038 [mostrarla como un proceso como un... como un crecimiento basado en sucesivas rectificaciones, que se va y que van, como te dijera, resultados de superación de múltiples obstáculos, hay un problema viene otro, osea se van rectificando los avances por una u otra cosa, tal como es, ya...] (125:125)
TRD	TRD1.039	Metodología Científica	TRD02ECD1 1:039 [Por ejemplo, este modelo tuvo estas limitaciones o tal cosa, pero vino otro con un mejor aporte, pero no y que todo es válido para solucionar un problema...] (125:125)
TRD	TRD1.040	Metodología Científica	TRD02ECD1 1:040 [Bueno por otro lado... bueno, permite mostrar cómo los aportes de la ciencia florecieron en la realidad social, la realidad cultural y económica de esa época,

			<i>también eso, puede ser importante //busca en sus apuntes// osea además de estar con variables socioculturales de los países o donde se gesto ese conocimiento. Bueno también habría que mostrar los aspectos éticos. Osea una forma de reconstruir la ciencia con nuestra propia vida...]</i> (125:125)
TRD	TRD1.055	Metodología Científica	<i>TRD02ECD1 1:087 [tiene que ver con la organización...] (275:275)</i>
TRD	TRD1.058	Metodología Científica	<i>TRD02ECD1 1:147 [en la pila,.. partir de una pila, una linterna desarmarla...] (413:413)</i>
TRD	TRD1.064	Metodología Científica	<i>TRD03ECD1 1:005 [las formas en que se construye el conocimiento científico, cómo se desarrolla, las repercusiones sociales que tiene y que ayuda a transmitir que la ciencia es construcción de conocimientos para resolver problemas...] (70:70)</i>
TRD	TRD1.069	Metodología Científica	<i>TRD03ECD1 1:053 [en qué contexto histórico y social, osea, ellos aprenden, han aparecido las determinadas teorías y la influencia que ejerce sobre ese entorno social...] (148:148)</i>
TRD	TRD1.070	Metodología Científica	<i>TRD03ECD1 1:054 [las influencias que ejerce sobre ese entorno social...] (148:148)</i>
TRD	TRD1.073	Metodología Científica	<i>TRD03ECD1 1:089 [que vayan probando, vayan conectando...] (200:200)</i>

En un episodio final de esta fase Caroline hace una mención explícita y se reconoce como una científica, TRD1.087. Finalmente, durante esta fase Caroline, señala el valor conceptual (O1) del aporte de las mujeres en las ciencias y lo reconoce desde un plano social (P3) que permiten articular dicho aspecto con la representación general de los objetos o fenómenos estudiados (R1) con los contenidos conceptuales (Q1), atributos que configuran su perfil conceptual en la Fase II (Fig 4.5).

Así las concepciones de Caroline, durante esta fase orientan el perfil conceptual con respecto a la naturaleza de la ciencia desde una perspectiva constructivista (Fig. 4.5), dando prioridad al contenido conceptual (O1), al plano social comunicativo (P3), al saber hacer (Q2) y a los procedimientos de aplicación (P2).

Figura 4.5 Perfil Conceptual de Caroline sobre Naturaleza de la Ciencia Fase II.

PERFIL CONCEPTUAL CAROLINE NATURALEZA DE LA CIENCIA FASE II.				
	O	P	Q	R
Conocimiento Científico	1	3	2	2
Metodología Científica	1	1	2	2
Género en Ciencias	1	3	1	1

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;
 Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3
 Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3
 Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.1.2.3 Perfil Conceptual sobre Naturaleza de la Ciencia de Caroline en la Fase de Fundamentación de Diseño

Durante la fase de Diseño de la Unidad Didáctica de Electroquímica, las intervenciones dialógicas (Tabla 4.17) de la profesora Caroline, estuvieron reducidas a la parte metodológica la cual sólo se presentó desde una perspectiva instrumental en función de la incorporación o no de las pilas en la unidad didáctica (TRD1.112, TRD1.113) estas intervenciones estaban además relacionadas con el saber hacer del estudiantado en relación a sus experiencia.

Tabla 4.17 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Caroline acerca de la Naturaleza de la Ciencia Fase III. Diseño de una Unidad Didáctica

CATEGORÍA: CONCEPCIONES DE CAROLINE ACERCA DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA (FASE III)			
Instrumento	Id.	Códigos	Unidades de Análisis
TRD	TRD1.112	Metodología Científica	TRD06ECD1 1:021 [habría que ver todos los tipos de pilas que existen, las pilas...] (66:66)
TRD	TRD1.113	Metodología Científica	TRD06ECD1 1:027 [en la Pila de Daniell...] (84:84)

Así el perfil conceptual de la profesora Caroline en la Fase III (Fig. 4.6) se caracteriza por una metodología científica en relación con el contenido procedimental (O2), el plano instrumental (P2) en relación al conocer (Q1) y los procedimientos de aplicación (R2).

Figura 4.6 Perfil Conceptual de Caroline sobre Naturaleza de la Ciencia Fase III

PERFIL CONCEPTUAL CAROLINE NATURALEZA DE LA CIENCIA FASE III.				
	O	P	Q	R
Metodología Científica	2	2	1	2

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;
 Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3
 Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3
 Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.1.2.4 Perfil Conceptual sobre Naturaleza de la Ciencia de Caroline en la Fase de Fundamentación de Evaluación e Implementación.

A través de las unidades de análisis identificadas durante la última fase de trabajo (Tabla 4.18), se evidenciaron algunos cambios con respecto a la concepción de naturaleza de la ciencia, los cuales se hicieron más explícitos durante la realización de las clases con sus estudiantes.

Con respecto al conocimiento científico, la profesora Caroline señaló nuevamente el proceso no lineal de la construcción de conocimiento científico, así como la relación de este proceso con la resolución de problemas. De esta manera el perfil conceptual de Caroline (Fig. 4.7) señala una relación entre el contenido contextual (O3), un plano social comunicativo (P3), *nosotros en el fondo les estamos enseñanza como se va construyendo el conocimiento TRD1.180*, en relación con saber ser (Q3) de los modelos teóricos (R1) *bajo esta noción de ciencia y para resolver problemas TRD1.181*.

La metodología científica se presenta de manera instrumental *Luego aparición Berzelius TRD1.161*, relacionada con un proceso en donde se discuten los resultados para saber si son correctos o no y en caso que no lo sea se definen de otra manera *fue definido de una manera el concepto y luego, discutieron que no era así correcto y lo definieron de otra manera OBSC1. 186*. Lo que permiten caracterizar la metodología científica en el perfil conceptual de Caroline Fig 4.7 en relación al saber hacer (Q2) y a los procedimientos de aplicación (R2) aplicados para los contenidos procedimentales (O2).

Tabla 4. 18 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Caroline acerca de la Naturaleza de la Ciencia Fase IV. Evaluación e Implementación

CATEGORÍA: CONCEPCIONES DE CAROLINE ACERCA DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA (FASE IV)			
Instrumento	Id.	Códigos	Unidades de Análisis
TRD	TRD1.180	Conocimiento científico	TRD10ECD1 1:061 [nosotros en el fondo le estamos enseñanza cómo se va construyendo el conocimiento...] (95:95)
TRD	TRD1.181	Conocimiento científico	TRD10ECD1 1:062 [baja esta noción de ciencia y para resolver problemas...] (95:95)
OBSC	OBSC1.046	Conocimiento científico	OBSC1ECD1 1:216 [EC1:1 No, no me interesa el nombre] (265:265)
OBSC	OBSC1.047	Conocimiento científico	OBSC1ECD1 1:217 [7: ¿no le interesa el nombre?] (266:266)
OBSC	OBSC1.008	Género en Ciencias	OBSC1ECD1 1:115 [EC1:1: la profesora hablaba mucho] (149:149)
OBSC	OBSC1.011	Género en Ciencias	OBSC1ECD1 1:132 [EC1.esto es una adaptación de un texto que se sacaron de un libro que fue escrito por una científica que no era química, inglesa, llamada Jane Marcet] (175:175)
OBSC	OBSC1.014	Género en Ciencias	OBSC1ECD1 1:135 [EC1: ¿Sabes qué época? en el año mil ochocientos...mil ochocientos seis aproximado. Ahí dice 1853, ahí es cuando, porque hubo muchas publicaciones] (175:175)
OBSC	OBSC1.015	Género en Ciencias	OBSC1ECD1 1:137 [17: Porque las mujeres eran reprimidas socialmente] (176:176)
OBSC	OBSC1.017	Género en Ciencias	OBSC1ECD1 1:140 [17: No tenían libertad de expresión] (178:178)
OBSC	OBSC1.018	Género en Ciencias	OBSC1ECD1 1:141 [17: yo creo, porque en la antigüedad no la tomaban en cuenta] (180:180)
OBSC	OBSC1.019	Género en Ciencias	OBSC1ECD1 1:142 [EC1:1 En el área científica (...) Haber, en esa época (...) tienes un poco de razón] (181:181)
OBSC	OBSC1.020	Género en Ciencias	OBSC1ECD1 1:143 [EC1:1 En esa época el trabajo científico era más bien relacionado con el hombre.] (181:181)
OBSC	OBSC1.021	Género en Ciencias	OBSC1ECD1 1:144 [Todos los avances, todos los experimentos eran realizados por el hombre.] (181:181)

OBSC	OBSC1.022	Género en Ciencias	OBSC1ECD1 1:145 [EC1: Y la mujer estaba como más relegada, entonces a ella, porque le interesaban todos los experimentos y todos los avances que se hacían en esa época, se le ocurrió escribir un libro que se llama conversaciones en química y lo escribió en forma de diálogo] (181:181)
OBSC	OBSC1.023	Género en Ciencias	OBSC1ECD1 1:146 [Ya, entonces es sumamente interesante, porque tubo grandes...grandes] (181:181)
OBSC	OBSC1.024	Género en Ciencias	OBSC1ECD1 1:147 [Hizo grandes aportes, porque hizo un cambio. Ahh, y les voy a contar, primero no se identificó, después se supo quién era el autor...que era ella, no se identificó] (181:181)
OBSC	OBSC1.025	Género en Ciencias	OBSC1ECD1 1:148 [Y resulta que todo el libro tenía diferentes temas, de la electricidad, de...pero todo era a través de conversaciones. De conversaciones que se generaban. Y (...) de ahí nace, o sea con todo lo que ella sabía, y escuchaba; iba a los ¿cómo se llama? A las... ahh se me olvidó la palabra cuando van a escuchar (...) Las conferencias, conferencias, y asistía, preguntaba, mandaba cartas ella a los científicos de esa época para saber de lo que eran los avances, y que fue...dio gran importancia a ese libro. Entonces lo que (no se entiende) fue una adaptación de uno de esos, estamos hablando del año 1806] (181:181)
OBSC	OBSC1.026	Género en Ciencias	OBSC1ECD1 1:149 [Ahora, ella tuvo (no se entiende)...era inglesa. Y, por ejemplo, llegó a Estados Unidos y le sacaron casi 15 o 16 ediciones, ¿y cuál era la novedad? Que ella cada vez que hacía una nueva edición iba agregándole los nuevos aportes, los nuevos avances, porque ella estaba relacionada.] (181:181)
OBSC	OBSC1.027	Género en Ciencias	OBSC1ECD1 1:150 [EC1: Y ese libro ella lo escribió hacia la lectora mujer] (181:181)
OBSC	OBSC1.028	Género en Ciencias	OBSC1ECD1 1:151 [O sea para una lectura, para la que se interiorizara los avances científicos, pero fue tan grande el éxito, que de ahí nacieron incluso otros libros que fueron por otros autores en base a los diálogos y conversaciones] (181:181)
OBSC	OBSC1.029	Género en Ciencias	OBSC1ECD1 1:152 [Entonces es importante, y ahí ella es importante también que consideren que no solo el hombre ha estado en la historia de la química, sino que también la mujer] (181:181)
OBSC	OBSC1.031	Género en Ciencias	OBSC1ECD1 1:153 [y que cuesta encontrar, porque en esa época, o sea cuesta encontrar generalmente uno le comenta, porque siempre cuando vemos un tema estamos hablando de autores y del apellido hombres, y no se les hace, no se les da la importancia] (181:181)
OBSC	OBSC1.032	Género en Ciencias	OBSC1ECD1 1:157 [17: Había una que era esposa de un científico] (193:193)
OBSC	OBSC1.033	Género en Ciencias	OBSC1ECD1 1:159 [EC1: Marie Curie, y era química.] (196:196)

OBSC	OBSC1.034	Género en Ciencias	OBSC1ECD1 1:160 [<i>ya, y fíjense lo interesante de cómo le trato de enseñar a la mujer si esto estaba destinado al público femenino.</i>] (197:197)
OBSC	OBSC1.035	Género en Ciencias	OBSC1ECD1 1:161 [<i>Pero fue tan exitoso, su libro y la forma, porque fue entretenida en esa época</i>] (197:197)
OBSC	OBSC1.036	Género en Ciencias	OBSC1ECD1 1:163 [<i>en esa época tuvo gran impacto, muchas ediciones, y fue una...le dio un vuelco, al trabajo y se fue incorporando al trabajo científico, y se fue incorporando la mujer</i>] (197:197)
OBSC	OBSC1.037	Género en Ciencias	OBSC1ECD1 1:174 [EC1:1 <i>Fíjense que ese libro, ese libro que escribió todos los dibujos los hizo ella. A mano, con grabados</i>] (211:211)
OBSC	OBSC1.038	Género en Ciencias	OBSC1ECD1 1:175 [<i>Ella cuando escribió su libro fue haciéndolos... ¿interesante a? ese trabajo</i>] (211:211)
OBSC	OBSC1.055	Género en Ciencias	OBSC1ECD1 1:251 [EC1:1 <i>Antes tenemos que hacer algo. Si ustedes ven, acá en el texto de estas niñas estudiosas, inteligentes, dijeron que, que, ellas comprendían la acción de la pila de Volta</i>] (322:322)
OBSC	OBSC1.106	Género en Ciencias	OBSC3ECD1 3:007 [EC1:1: <i>esta, esta, mujer Jane Marcet había escrito ese libro dirigido a ¿se acuerdan a quién? ¿Se acuerdan a quién iba dirigido? A las mujeres, si. De una forma que (...) si, se conociera un poco, dirigido a las mujeres que conocieran todo ese conocimiento científico que había en esa época</i>] (34:34)
OBSC	OBSC1.107	Género en Ciencias	OBSC3ECD1 3:008 [EC1:1 <i>Por que ustedes saben que en esa época estaba mas relacionado, todo el avance científico con los hombres</i>] (34:34)
OBSC	OBSC1.179	Género en Ciencias	OBSC4ECD1 4:129 [17: <i>porque igual me llamaba la atención que fuera puras mujeres, que nada (risas) porque no eran hombres</i>] (320:320)
OBSC	OBSC1.180	Género en Ciencias	OBSC4ECD1 4:130 [ECD1: <i>y a aparte porque como ella (profesora) nos explico en el contexto que se hizo ese diálogo, era como la época de la represión de las mujeres y eso, igual llamaba la atención que fuera puras mujeres y que no había presencia de hombres</i>] (320:320)
OBSC	OBSC1.181	Género en Ciencias	OBSC4ECD1 4:131 [17: <i>obvio, que sirvió para algún hombre, pero igual en el momento llamo la atención eso</i>] (326:326)
OBSC	OBSC1.161	Metodología Científica	OBSC4ECD1 4:091 [EC1:1 <i>Luego, apareció Berzelius</i>] (264:264)
OBSC	OBSC1.186	Metodología Científica	OBSC4ECD1 4:137 [ECD1: <i>fue definido de una manera el concepto y luego, discutieron que no era así correcto y lo definieron de otra manera</i>] (336:336)

Acerca del género en ciencias se destacan tres aspectos importantes durante esta última fase. El primer consiste en la continuidad de la imagen de mujeres como reprimidas socialmente, concepción que es compartida por sus estudiantes, quienes consideran *que ellas no tenían libertad de expresión o que no eran tomadas en cuenta* (OBSC1.015, (OBSC1.017, (OBSC1.018, (OBSC1.020, (OBSC1.020). La profesora Caroline valora el aporte de las mujeres en ciencias e identifica la relevancia del trabajo femenino en la actividad química, sin embargo aún prevalece la idea de este aporte *más bien relacionado con el hombre*, OBSC1.021, ya que *cuesta encontrar porque en esa época, porque los temas están más relacionados con los apellidos de hombres y no se les da la importancia* OBSC1.021. Identifican mujeres desde una visión 'auxiliar' *la esposa de un científico* OBSC1.032. Además, con respecto al género de las ciencias se identifica un nivel conceptual del género; en particular con el plano de desarrollo social o contextual, al mencionar el valor del trabajo de las mujeres en la actividad química. Así el perfil conceptual de Caroline (Fig. 4.7) además muestra que la visión de género en ciencias está relacionado desde un saber ser (Q3) de la competencia que relaciona el lenguaje (R3) desde un contenido procedimental (O2) y un plano social comunicativo (P2) *en esa época el trabajo científico era más bien relacionado con el hombre* OBSC1.021.

De esta manera el perfil conceptual de Caroline sobre Naturaleza de la Ciencia en la última fase de la investigación, evaluación e implementación, se caracterizó por estar relacionado con el contenido procedimental (O2), en particular a la metodología y el género en ciencias. La relación del plano social comunicativo (P3) para el conocimiento científico y el género y la promoción de los modelos teóricos (R1).

Figura 4.7 Perfil Conceptual de Caroline sobre Naturaleza de la Ciencia Fase IV.

PERFIL CONCEPTUAL CAROLINE NATURALEZA DE LA CIENCIA FASE IV.				
	O	P	Q	R
Conocimiento Científico	3	3	3	1
Metodología Científica	2	1	2	2
Género en Ciencias	2	3	1	1

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;
 Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3
 Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3
 Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.1.3 Resultados y Análisis del Estudio de Caso Emilio acerca de la Naturaleza de la Ciencia

4.3.1.3.1 Perfil Conceptual sobre Naturaleza de la Ciencia de Emilio en la Fase Diagnóstico.

Con respecto a las concepciones acerca de naturaleza de la ciencia del profesor Emilio durante la fase de diagnóstico (Tabla 4.19), manifiesta su total acuerdo con afirmaciones de carácter dogmático *en relación a la linealidad del conocimiento C072.09, C072.10*. Con respecto al género en ciencias, se observó muy marcada su visión masculinizada de la ciencia *Valoraría las contribuciones de los científicos a las necesidades del hombre C082.2*, las cuales se sitúan en el plano contextual y social. Acerca de la metodología de la ciencia, se identifica una visión claramente dogmática en relación a cómo se elabora y legitima la ciencia, en particular se identifican visiones asociadas al saber hacer y a los procedimientos de aplicación *C072.11, C072.12, C072.13, C082.03*.

Tabla 4. 19 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Emilio acerca de la Naturaleza de la Ciencia Fase I. Diagnóstico

CATEGORÍA: CONCEPCIONES DE EMILIO ACERCA DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA (FASE I)			
Instrumento	ID.	Códigos	Unidades de Análisis
C07	C072.09	Conocimiento científico	NC 5 Las ciencias tienen carácter experimental, para ello es indispensable que los estudiantes construyan los hechos científicos, a partir de los hechos del mundo.
C07	C072.10	Conocimiento científico	NC7 El profesorado debe enseñar el conocimiento verdadero, confiable, definitivo e incuestionable, que se produce en la comunidad científica.
C08	C082.2	Género en Ciencias	<i>Ventajas: Los alumnos obtendrían una visión más concreta ya que la investigación científica requiere un largo camino hacia el descubrimiento. Valorarían las contribuciones de los científicos a las necesidades del hombre.</i>
C07	C072.11	Metodología Científica	NC22 La metodología científica permite al investigador en ciencias utilizar la intuición y la imaginación en cualquier momento del proceso de construcción científica.
C07	C072.12	Metodología Científica	NC56 Los conocimientos científicos que han adquirido un reconocimiento y legitimación universal, difícilmente cambian.
C07	C072.13	Metodología Científica	NC 66. Los criterios que poseen las ciencias son parciales porque los hechos de la naturaleza están sujetos a interpretaciones individuales y sociales.
C08	C082.3	Metodología Científica	<i>la investigación científica requiere un largo camino hacia el descubrimiento. Valorarían las contribuciones de los científicos a las necesidades del hombre.</i>

Así el perfil conceptual de Emilio, figura 4.8, se configura para el conocimiento científico relacionado con los contenidos conceptuales (O1), los modelos teóricos (R1), es decir la importancia del saber conocer (Q1) en relación al sujeto que aprende o al plano personal social (P3), *Las ciencias tienen carácter experimental, para ello es indispensable que los estudiantes construyan los hechos científicos C072.09.*

La metodología científica se caracteriza por situarse desde el plano instrumental (P2), relaciona el contenido procedimental e instrumental (O2) con el requerimiento de este saber hacer (Q2) para poder conocer los procedimientos de aplicación (R2). *La investigación científica requiere un largo camino hacia el descubrimiento C082.03.*

Y con respecto al género en ciencias se observó su relación con contenidos contextuales (O3) desde un plano social (P3), *Valorarían las contribuciones de los científicos a las necesidades del hombre C082.02.*

Figura 4.8 Perfil Conceptual Emilio sobre Naturaleza de la Ciencia Fase I.

PERFIL CONCEPTUAL EMILIO NATURALEZA DE LA CIENCIA FASE I.				
	O	P	Q	R
Conocimiento Científico	1	3	1	1
Metodología Científica	2	2	2	2
Género en Ciencias	3	3	1	1

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;
Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3
Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3
Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.1.3.2 Perfil Conceptual sobre Naturaleza de la Ciencia de Emilio en la Fase de Fundamentación Teórica.

A través de las unidades de análisis identificadas durante la fase de Fundamentación teórica (Tabla 4.20), se construyó el perfil conceptual del profesor Emilio durante la Fase II (Fig. 4.9).

Durante esta fase, el profesor Emilio hizo afirmaciones con respecto al conocimiento científico que permitieron identificar la visión de este dentro de un plano social, él señala la importancia o *implicancia social de las aportaciones del pensamiento científico* (TRD2.027, TRD2.032, TRD2.040). También, hace mención algunos aspectos procedimentales del conocimiento científico y particular resalta la observación en el proceso de construcción de conocimientos *primero la observación eso es lo básico*, TRD2.047. Por último, se manifiesta una visión de descubrimiento con respecto al conocimiento científico el hace afirmaciones en donde cita adjetivos como *brotar, florecer*, (TRD2.032) que permiten comprender esta visión epistemológica la cual se confirma con la manifestación que hace sobre la observación y sobre el trabajo largo, *son personas que llevan mucho tiempo en eso* TRD2.044. En particular con respecto al conocimiento científico, Emilio muestra un perfil hacia el plano instrumental (P2) desde el contenido procedimental (O2) en donde relaciona el saber hacer (Q2) y las técnicas de representación (R2).

Tabla 4. 20 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Emilio acerca de la Naturaleza de la Ciencia Fase II. Fundamentación Teórica

CATEGORÍA: CONCEPCIONES DE EMILIO ACERCA DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA (FASE II)			
Instrumento	ID.	Códigos	Unidades de Análisis
TRD	TRD2.027	Conocimiento científico	TRD02ECD2 1:076 [tomando esos antecedentes que se vivenciaron en los tiempos en que vivía la persona y de ahí para llegar a establecer al conocimiento, al descubrimiento que llevo tal personaje, eso, más o menos, lo que uno esta proyectando, no sabía que tenía ese nombre...] (217:217)
TRD	TRD2.032	Conocimiento científico	TRD02ECD2 1:102 [yo creo que debería ser una segunda la diacrónica por el hecho de que empieza a brotar sí pero como un lote de conocimientos, el florecimiento de muchos aportes científicos en ese minuto...] (325:325)
TRD	TRD2.040	Conocimiento científico	TRD03ECD2 1:014 [reconocer la implicancia social en las principales aportaciones del pensamiento científico...] (72:72)
TRD	TRD2.044	Conocimiento científico	TRD03ECD2 1:082 [Pero son personas que llevan mucho tiempo trabajando con eso, prácticamente que es algo familiar para ellos, algo suyo...] (190:190)
TRD	TRD2.047	Conocimiento científico	TRD03ECD2 1:094 [primero la observación eso es lo básico...] (219:219)
TRD	TRD2.003	Género en Ciencias	TRD01ECD2 1:010 [el tipo de aporte de la teoría que trabaja este autor...] (50:50)
TRD	TRD2.008	Género en Ciencias	TRD01ECD2 1:102 [bueno, los estudiantes están igual, constantemente reciben información por Internet...] (118:118)
TRD	TRD2.010	Género en Ciencias	TRD01ECD2 1:114 [este caballero fue el que hizo tal cosa...] (118:118)
TRD	TRD2.018	Género en Ciencias	TRD02ECD2 1:058 [yo estaba diciendo recién del científico...] (165:165)
TRD	TRD2.020	Género en Ciencias	TRD02ECD2 1:061 [muchos científicos, cuantos científicos...] (173:173)
TRD	TRD2.028	Género en Ciencias	TRD02ECD2 1:077 [lo que hace el científico...] (217:217)
TRD	TRD2.029	Género en Ciencias	TRD02ECD2 1:078 [para ir enseñando la ley del científico] (217:217)
TRD	TRD2.036	Género en Ciencias	TRD03ECD2 1:007 [nosotros no tenemos la formación en historia de la ciencia...] (70:70)
TRD	TRD2.039	Género en Ciencias	TRD03ECD2 1:012 [también que los mismos alumnos puedan valorar el intercambio de ideas, como lo hacían antiguamente los científicos...] (72:72)
TRD	TRD2.041	Género en Ciencias	TRD03ECD2 1:016 [es el valor, valorar las contribuciones de las mujeres en las ciencias...] (72:72)
TRD	TRD2.043	Género en Ciencias	TRD03ECD2 1:069 [había un Doctor que era el que les explicaba todo...] (176:176)
TRD	TRD2.052	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:001 [Hoy es el día de las mujeres...] (21:21)

TRD	TRD2.053	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:003 [están relacionados con el área de la salud...] (46:46)
TRD	TRD2.054	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:004 [y los cosméticos...] (48:48)
TRD	TRD2.059	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:031 [porque no era bien recibido por la comunidad científica que había...] (74:74)
TRD	TRD2.060	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:032 [ellas la mantenían oculta...] (74:74)
TRD	TRD2.061	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:033 [pero lo seguían manteniendo vivo, osea lo iban traspasando, hasta que alguna u otra se dedicaba a publicarlo a informarlo...] (74:74)
TRD	TRD2.063	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:063 [es un proceso bastante totalmente analítico...incluso, le entrega bastante valor, establece que la puede realizar cualquier mujer siempre que este preparada] (93:93)
TRD	TRD2.064	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:064 [sí las mujeres fueran preparadas en eso, lo podrían hacer, perfecta, tal cual como lo hace el hombre...] (93:93)
TRD	TRD2.065	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:065 [que sí se le enseñará a la mujer acerca, todo lo que ella estaba entregando, podrían hacerlo perfectamente bien y trabajar igual que los hombres a eso se referían...] (95:95)
TRD	TRD2.066	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:066 [no es como las mujeres de ahora, en algunos, las que tuvieron que iniciar su práctica...] (95:95)
TRD	TRD2.067	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:067 [que fueron perseguidas incluso y en cambio, en algunos estados, en algunos lugares sí permitieron que ellas asistieran justamente a los Doctores, que los asistieran en las urgencias que tenían...] (95:95)
TRD	TRD2.068	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:089 [eran bien humildes...] (107:107)
TRD	TRD2.069	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:090 [La mujer de esa época es diferente a la de ahora...] (107:107)
TRD	TRD2.070	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:091 [Ahora es competitiva...] (107:107)
TRD	TRD2.071	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:092 [ahora quiere ganar más que el hombre...] (107:107)
TRD	TRD2.072	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:109 [mucha verbalización de generación en generación...] (141:141)
TRD	TRD2.073	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:110 [también era problema de analfabetismo, que no sabían escribir, pero hablaban todo lo que quisiera, pero muy pocas mujeres sabían escribir...] (141:141)
TRD	TRD2.074	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:111 [el hecho mismo que se dedicarán a la familia a los hijos que tenían que estar preparando ciertas cosas de brebajes para que combatir la enfermedad, en parte la cultura, la necesidad...] (143:143)

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

TRD	TRD2.075	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:112 [el hecho mismo que se dedicarán a la familia a los hijos...] (143:143)
TRD	TRD2.076	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:114 [no competitiva no mucho...] (151:151)
TRD	TRD2.077	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:124 [bueno, culturalmente hay muchos elementos que yo desconocía, a sido bastante significativo reconocer ciertos aspectos que realizaron las mujeres en la antigüedad...] (231:231)
TRD	TRD2.078	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:126 [valoro mucho que lo hacía por una necesidad, eran muy humildes en esos tiempos...] (233:233)
TRD	TRD2.082	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:129 [sigo pensando que la mujer hoy en día es más competitiva...] (233:233)
TRD	TRD2.083	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:130 [porque cada vez busca un mejor estatus...] (233:233)
TRD	TRD2.084	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:131 [hay estadísticas que están demostrando que son mucho más competitivas...] (233:233)
TRD	TRD2.085	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:132 [muy de vanidad, mucha obsesión...] (233:233)
TRD	TRD2.086	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:133 [se descuidan aspectos humanos...] (235:235)
TRD	TRD2.087	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:134 [es que muchos alumnos y muchas alumnas, van a ir entendiendo, van a ir comprendiendo, y que el alumno se de cuenta que todos los científicos en la historia han pasado por las etapas que ellos mismos están pasando...] (74:74)
TRD	TRD2.089	Género en Ciencias	TRD04ECD2 1:139 [te elevo un poquito más el ego por tener una vocal más] (248:248)
TRD	TRD2.021	Metodología Científica	TRD02ECD2 1:062 [muchos científicos, cuantos científicos han vivido la persecución pura...] (173:173)
TRD	TRD2.026	Metodología Científica	TRD02ECD2 1:076 [justamente en ir planteando lo que hace el científico, desde como, desde los primeros instantes hasta ir teniendo cada vez un proceso más evolutivo, esto es lo que debiera tomar esos elementos para ir enseñando, más o menos uno los tenía proyectado para ir enseñando la ley del científico] (217:217)
TRD	TRD2.037	Metodología Científica	TRD03ECD2 1:010 [es de otorgarle valorar a los experimentos para resolver problemas...] (72:72)
TRD	TRD2.038	Metodología Científica	TRD03ECD2 1:011 [reconocer todos estos aspectos, que ha habido crisis y que esas crisis justamente han ayudado a establecer el conocimiento científico...] (72:72)
TRD	TRD2.045	Metodología Científica	TRD03ECD2 1:085 [lo que dificulta es que son limitadas las empresas que hacen investigación...] (192:192)

El género en ciencias durante la fase II, es muy variado y complejo para el profesor Emilio, se evidencia concepciones relacionadas principalmente con el plano social, el contenido contextual, valora mucho el saber hacer de las mujeres y lo relaciona principalmente con la representación y el lenguaje. Él que se había caracterizado por una fuerte visión masculinizada de la ciencia durante la primera fase, reflexiona, cuestiona y analiza el papel de la mujer durante la construcción de conocimiento científico.

Se identifican unidades de análisis donde continua prevaleciendo esta visión masculinizada, por ejemplo *esta caballero hizo tal cosa TRD2.010, lo que hace el científico TRD2.020, TRD2.028, para ir enseñando la ley del científico TRD2.029*, entre otras. Se perciben algunas ideas sobre la superioridad del hombre respecto a la mujer y la necesidad de ella por alcanzar la perfección del trabajo científico, como lo hace el hombre. Por ejemplo en la afirmación *sí las mujeres fueran preparadas en eso, lo podrían hacer, perfecta, tal como lo hace el hombre TRD2.064, que sí se le enseñará a la mujer acerca, todo lo que ella estaba entregando, podrían hacerlo perfectamente bien y trabajar igual que los hombres, a eso me refería TRD2.065*. Con respecto a las mujeres en ciencias el distingue *las mujeres científicas en la antigüedad* de *las mujeres científicas actuales TRD2.069* y las caracteriza desde perfiles antagónicos. Al respecto, expresa su valor por las mujeres en la antigüedad, las que considera *era bien humildes TRD2.069, analíticas TRD2.063, se dedicaban a la familia a los hijos TRD2.074* y expresa su valoración por el trabajo de ellas porque considera que estaban relacionadas con diferentes ámbitos sociales *como la salud TRD2.053, los cosméticos TRD2.054* a pesar de considerar que se mantenían oculta *TRD2.060* y que la tradición de conocimientos científicos se realizaba por la *verbalización... no sabían escribir, pero que hablaban todo lo que quisieran TRD2.073*.

Sin embargo, con respecto a las mujeres científicas actuales señala que *la mujer de esta época es diferente a la de ahora TRD2.069, ahora es competitiva TRD2.070, ahora quiere ganar más que el hombre TRD2.071, busca cada vez un mejor estatus TRD2.083, muy de vanidad, mucha obsesión TRD2.085, se descuidan de los aspectos humanos TRD2.086*. Esta visión se observó con gran fuerza en el discurso, incluso al referirse a las otras profesoras durante el taller de reflexión docente hacía alusión a ellas como mujeres científicas actuales, *hoy es el día de las científicas...te elevo un poquito más el ego por tener una vocal más (profesorA) TRD2.089*.

De esta manera se caracterizó en el perfil conceptual (Fig. 4.9) con respecto al género la relación entre el contenido contextual (O3), un plano social (P3) del saber conocer (Q1) los modelos teóricos (R1).

Durante esta segunda fase II, con respecto a la metodología de ciencia, se manifiestan concepciones relacionadas con la complejidad de los procesos científicos, relacionados con el carácter evolutivo *desde los primeros instantes hasta ir teniendo cada vez un proceso más evolutivo TRD2.026*, la resolución de problemas *otorgarle valorar a los experimentos para resolver problemas TRD2.037* y la importancia de las *crisis en la construcción de conocimiento científico TRD2.038*, aspectos que considera importantes para incorporar a la enseñanza.

Así se identifican sus concepciones en un plano social (P3), para abordar contenidos contextuales (O3) que buscan promover el conocer (Q1) y las representaciones científicas (R1). Es importante señalar que en esta fase existe un cambio relevante que permite conceptualizar más la metodología de la

ciencia e ir desplazándose de sus concepciones procedimentales, identificadas durante la fase I.

El perfil conceptual del profesor Emilio acerca de la Naturaleza de la Ciencia en la Fase (Fig. 4.9) se caracteriza por estar orientado hacia los contenidos conceptuales (O1), relacionar todos los planos de desarrollo, (P1, P2, P3), promover el saber hacer (Q2) y relacionar este con el lenguaje (R3), durante esta fase se complejiza más el perfil por la multiplicidad de dimensiones que supone.

Figura 4.9 Perfil Conceptual Emilio sobre Naturaleza de la Ciencia Fase II.

PERFIL CONCEPTUAL EMILIO NATURALEZA DE LA CIENCIA FASE II.				
	O	P	Q	R
Conocimiento Científico	2	2	2	2
Metodología Científica	3	3	1	1
Género en Ciencias	3	3	1	1

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;
Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3
Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3
Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.1.3.3 Perfil Conceptual sobre Naturaleza de la Ciencia de Emilio en la Fase de Diseño.

Durante la fase III de Diseño de la Unidad Didáctica de Electroquímica, Emilio manifiesta (Tabla 4.21) concepciones relacionadas con el contenido conceptual (O1), es decir con la problematización de los conceptos asociados con electroquímica, *cómo existe la transferencia de energía eléctrica TRD2.100* desde un plano personal (P1) en donde considera la importancia de dichos conceptos con

los aspectos personales del estudiantado *los alumnos se sienten TRD2.097*, así como la importancia del lenguaje (R3) en el hacer *va haciendo, y a explicando...debería utilizar algunos esquemas algunos modelos para explicar que se produce precisamente cambio químico TRD2.100*.

A pesar de existir algunas apreciaciones con respecto al *resultado correcto TRD2.097* o al descubrimiento *así uno descubre TRD2.107*, se reconoce un importante cambio de la noción de conocimiento científico más problemático, así como la interacción del pensamiento, el lenguaje y la experiencia en la construcción de conocimiento científico, también es importante señalar que el profesor Emilio reconoce *la explicación en este proceso y lo valora TRD2.100* para la actividad química escolar.

Con respecto al género en ciencias, durante sus intervenciones sólo se refiere a las personas desde una perspectiva masculina habla de *ellos, los alumnos* y en una oportunidad, manifiesta la dificultad que tienen sus estudiantes de dejar opinar a los demás *entonces hay un problema ahí de poco reconocimiento del aporte que pueden dar la otra persona TRD2.131*. Esta noción además la continúa relacionando con los contenidos conceptuales (O1), el plano social (P3) *logran los alumnos, el lenguaje (R3) ellos están realizando una buena explicación, entonces se trata de que lo crean el texto TRD2.147* y el saber hacer (Q2) *ellos van a estar observando, ellos responden TRD2.138*.

Tabla 4. 21 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Emilio acerca de la Naturaleza de la Ciencia Fase III. Diseño de una Unidad Didáctica

CATEGORÍA: CONCEPCIONES DE EMILIO ACERCA DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA (FASE III)			
Instrumento	ID.	Códigos	Unidades de Análisis
TRD	TRD2.097	Conocimiento científico	TRD05ECD2 1:058 [logran los alumnos, se sienten como realizados porque llegan al resultado correcto....] (108:108)
TRD	TRD2.100	Conocimiento científico	TRD05ECD2 1:064 [yo visualizo lo que va haciendo, y va explicando cómo existe la transferencia de energía eléctrica que ahí uno debiera utilizar algunos esquemas algunos modelos para explicar que se produce precisamente el cambio químico...] (125:125)
TRD	TRD2.107	Conocimiento científico	TRD05ECD2 1:107 [así uno descubre] (184:184)
TRD	TRD2.098	Género en Ciencias	TRD05ECD2 1:058 [logran los alumnos, se sienten como realizados porque llegan al resultado correcto....] (108:108)
TRD	TRD2.131	Género en Ciencias	TRD08ECD2 1:041 [Entonces, eso es lo que me disgusta y lo otro es que también, no dejan que participen sus otros compañeros, no dejan que opinen, entonces hay un problema ahí de poco reconocimiento del aporte que pueden dar la otra persona] (50:50)
TRD	TRD2.138	Género en Ciencias	TRD08ECD2 1:134 [la producción es la que tengo la duda del momento porque ellos van a estar observando, van a estar diciendo cosas ¿pero después se les va a dar preguntas para que ellos respondan?...] (334:334)
TRD	TRD2.147	Género en Ciencias	TRD08ECD2 1:143 [eso es lo que había preguntado, porque ellos están realizando una buena explicación pero como se redacta, entonces se trata de que lo crean el texto] (358:358)
TRD	TRD2.096	Metodología Científica	TRD05ECD2 1:056 [yo tomaba el multímetro e iba midiendo, pero está pasando corriente] (108:108)
TRD	TRD2.112	Metodología Científica	TRD05ECD2 1:148 [la básica es la observación] (310:310)
TRD	TRD2.132	Metodología Científica	TRD08ECD2 1:068 [de acuerdo a la realidad que yo tengo va a hacer demostrativo para todos, no tiene mucho, no va a llegar a todos, pero al tiro, el grupo es demasiado extenso, tendría que ser trabajado por unidades de grupo y se les entrega a todos los materiales a cada grupo, todas las guías y lo que pueda exponer cada grupo, lo que pueda entregar al espacio de socialización, que va hacer muy corto, eso es lo que se esperaba llegar y no mucho] (116:116)
TRD	TRD2.133	Metodología Científica	TRD08ECD2 1:084 [porque ellos necesitan, cómo pueden notar que se oxida, osea] (139:139)
TRD	TRD2.136	Metodología Científica	TRD08ECD2 1:116 [no lo había percibido de esa manera, no sé uno siempre está con la idea de que ellos hagan cosas, pero la forma como se está planteando el objetivo es otro, es algo más concreto no es el asunto de armen manipulen, manejen el multímetro, nada de eso] (280:280)
TRD	TRD2.137	Metodología Científica	TRD08ECD2 1:134 [la producción es la que tengo la duda del momento porque ellos van a estar observando, van a estar diciendo cosas ¿pero después se les va a dar preguntas para que ellos respondan?...] (334:334)

En relación a la metodología científica sigue teniendo gran importancia el aspecto procedimental de hecho esta noción durante esta fase se centra en el plano instrumental (P2), en el saber hacer (Q2) y en la experiencia (R3), noción que se identificó durante la fase I y que se mantendrá durante la fase IV.

Es importante destacar el papel que el profesor otorga a la *observación TRD2.112* y a la experimentación, para él resulta difícil realizar prácticas experimentales que promuevan la construcción de conocimiento científico desde una perspectiva racionalista orientada hacia el estudiantado *ellos van a estar observando, van a estar diciendo cosas ¿pero después se le va a dar preguntas? TRD2.137*, está acostumbrado a entregar todo, *se les entrega a todos los materiales a cada grupo, todas las guías y lo que pueda exponer cada grupo TRD2.132* y a orientar la práctica a hacer cosas, *uno siempre está con la idea de que ellos hagan cosas TRD2.056*, *yo tomaba el multímetro e iba midiendo TRD2.136*..

Así durante la Fase III, el perfil de Emilio se caracteriza por relacionar el contenido conceptual (O1) principalmente, así como el saber hacer (Q2) y la importancia del lenguaje (R3). Perfilado el plano personal (P1) hacia lo conocimiento científico; el plano instrumental (P2) hacia la metodología científica y el plano social (P3) hacia el género en ciencias., como se aprecia en la Fig. 4.10.

Figura 4.10 Perfil Conceptual Emilio sobre Naturaleza de la Ciencia Fase III.

PERFIL CONCEPTUAL EMILIO NATURALEZA DE LA CIENCIA FASE III.				
	O	P	Q	R
Conocimiento Científico	1	1	2	3
Metodología Científica	2	2	2	2
Género en Ciencias	1	3	2	3

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;
 Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3
 Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3
 Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.1.3.4 Perfil Conceptual sobre Naturaleza de la Ciencia de Emilio en la Fase de Evaluación e Implementación

Durante la última fase de investigación se identifican unidades (Tabla 4.22) que dan cuenta sobre cuál es el perfil conceptual sobre Naturaleza de la Ciencia de Emilio, el cual sitúa al conocimiento científico muy relacionado con el saber conocer (Q1), en particular con los contenidos conceptuales (O1), los modelos teóricos (R1), estos aspectos los relacionó con el plano personal significativo (P1).

En particular Emilio cita *el valor significativo en cuanto al pensamiento evolutivo de ellos TRD2.168, (P1)*, así como que el estudiantado *construye y estructura su pensamiento TRD2.178*, así la actividad química escolar se centra en *la reflexión, análisis lo que da más sentido, más significado porque van entendiendo el por qué y la utilidad en su vida TRD2.178 (R1) (O1) (Q1)*. Él profesor Emilio valora mucho *la buena disposición TRD2.159* de sus estudiantes (P1) y considera que este es un aspecto importante para la construcción de conocimiento químico escolar.

Tabla 4. 22 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Emilio acerca de la Naturaleza de la Ciencia Fase IV. Evaluación e Implementación

CATEGORÍA: CONCEPCIONES DE EMILIO ACERCA DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA (FASE IV)			
Instrumento	ID.	Códigos	Unidades de Análisis
TRD	TRD2.168	Conocimiento científico	TRD10ECD2 1:031 [osea, va teniendo un valor significativo en cuanto al pensamiento evolutivo de ellos] (53:53)
TRD	TRD2.178	Conocimiento científico	TRD10ECD2 1:054 [el alumno construye y estructura su pensamiento y no sé le entrega el contenido y ellos transcriben, en cambio acá, se les hace reflexionar, analizar situaciones y eso, le va dando a ellos un sentido más significativo, van entendiendo el por qué, van entendiendo la utilidad que tienen en sus vida cotidiana o que la pueden estar relacionando con situaciones que pueden entender algunos procesos de la industria] (93:93)
TRD	TRD2.159	Género en Ciencias	TRD09ECD2 1:147 [ellos tienen bastante disposición...] (265:265)
OBSC	OBSC2.006	Género en Ciencias	OBSC1ECD2 - 1:017 [ECD2: Desde la antigüedad hasta la actualidad, nuestros grandes sabios] (67:67)
OBSC	OBSC2.019	Género en Ciencias	OBSC1ECD2 - 1:047 [ECD2: Jóvenes se tienen que dividir cada uno el personaje] (113:113)
OBSC	OBSC2.054	Género en Ciencias	OBSC1ECD2 - 1:098 [ECD2: por eso se considero a la unidad Volt justamente asociado al gran descubridor] (193:193)
OBSC	OBSC2.081	Género en Ciencias	OBSC3ECD2 - 3:022 [ECD2: Dentro del texto, del primer texto que leyeron de las niñas con la profesora, con la tía que aparecía, ya] (92:92)
OBSC	OBSC2.082	Género en Ciencias	OBSC3ECD2 - 3:049 [50: Las interesadas son mujeres porque hay más mujeres interesadas en ser científicas y quieren saber más de la química] (147:147)
OBSC	OBSC2.083	Género en Ciencias	OBSC3ECD2 - 3:050 [ECD2: Ya, también pongan atención que el texto lleva relatado justamente que las mujeres estaban haciendo esas conversaciones] (148:148)
OBSC	OBSC2.084	Género en Ciencias	OBSC3ECD2 - 3:051 [ECD2: Entonces, bueno, el texto fue una adaptación del material que se creo hace bastantes años, la que, la que lo relató trabajó ese material era Jane Marcell] (149:149)
OBSC	OBSC2.085	Género en Ciencias	OBSC3ECD2 - 3:052 [ECD2: Entonces también hoy en día se están valorando mucho los aportes significativos de las mujeres] (149:149)
OBSC	OBSC2.086	Género en Ciencias	OBSC3ECD2 - 3:053 [ECD2: los aportes significativos de las mujeres, que por muchos años, por mucho tiempo, se da como privada de tener ese privilegio así que por lo tanto tienes que] (149:149)
OBSC	OBSC2.124	Género en Ciencias	OBSC4ECD2- 4:067 [justamente a todos los científicos] (126:126)
OBSC	OBSC2.148	Género en Ciencias	OBSC4ECD2- 4:102 [ECD2: Jóvenes] (184:184)
OBSC	OBSC2.171	Género en Ciencias	OBSC4ECD2- 4:141 [ECD2: que en general como eso también los científicos] (296:296)
OBSC	OBSC2.172	Género en Ciencias	OBSC4ECD2- 4:142 [ECD2: hubo muchas cosas que los científicos que habían aportado hartos y que yo conocía] (296:296)
OBSC	OBSC2.176	Género en Ciencias	OBSC4ECD2- 4:145 [el aporte de cada uno de ellos a la electroquímica] (298:298)
TRD	TRD2.182	Metodología Científica	TRD10ECD2 1:079 [Y en ir digamos, renovando cosas nuevas, el trabajo de las CPC apoyando el proyecto EXPLORA que estoy haciendo, desarrollando las actividades y también, estamos viendo CPC partiendo de la observación, la indagación, formulación para realizar un proyecto científico y también, es algo que distintos lados llega (CPC)] (121:121)

Acerca de su noción con respecto a la metodología científica no se percibió ningún cambio en cuanto la relación de esta desde un plano instrumental (P2), enfocada en el saber hacer (Q2), en los contenidos procedimentales (O2) y en la experiencia (R2). Sí bien se había hecho bastante énfasis en la observación y la producción de resultados, el profesor Emilio declara además una problematización del trabajo experimental y señala la *renovación de cosas nuevas TRD2.182* que apoyen no sólo su práctica profesional, sino también *la realización de proyectos escolares TRD2.182*, orientados hacia la promoción de competencias científicas como la *indagación* y la *formación de proyectos TRD2.182* más que al hacer cosas, así a pesar de mantenerse en las mismas componente de análisis durante las fases I, III y IV, resignifica sus concepciones hacia la metodología científica y la orienta hacia la problematización y promoción de competencias de pensamiento científico, proceso que declara complejo.

Con respecto al género en ciencias, él profesor Emilio utilizó frecuentemente la palabra *jóvenes* para referirse a sus estudiantes durante la realización de sus clases, sin embargo, durante el taller se refería a *los alumnos*. Durante la implementación de la Unidad didáctica en particular la sesión 3 (OBSC3) citó explícitamente los trabajos de Marcet y reconoció antes sus estudiantes *los aportes significativos de las mujeres (OBSC084, OBSC085, OBSC086)* de esta mujer en la actividad química, así como la relación de otras mujeres interesadas *en ser científicas y quieren saber más de la química (OBSC082, OBSC172)*, y el valor de las mujeres en la actualidad *también hoy en día se están valorando mucho los aportes significativos de las mujeres OBSC085*. Sin embargo, se identifican nociones que muestra la participación de las mujeres en las ciencias *como privada y privilegiada OBSC085*.

Además, resaltó el uso de las conversaciones en la transmisión de conocimientos entre la audiencia femenina, así como la producción de textos y les contó a sus estudiantes el origen del texto desarrollado durante la primera sesión *OBSC081*. A partir de esta evidencia es posible caracterizar el perfil conceptual del profesor Emilio respecto al género en ciencias, durante la fase IV, en relación a los contenidos contextuales (O3), desde un plano social comunicativo (P3), para valorar el saber hacer (Q2) de las mujeres en ciencias y comprender algunos modelos teóricos (R1) sobre su contribución en la química como actividad científica.

Finalmente, acerca del perfil conceptual de las concepciones de Emilio sobre la Naturaleza de la Ciencia en la Fase Final de Evaluación e Implementación es posible afirmar que el perfil se va precisando más hacia la relación conceptual del conocimiento científico desde el contenido conceptual (O1), el saber conocer (Q1) y las técnicas de representación (R1), aspectos importantes dentro del plano personal significativo (P1); así como la relación de la metodología científica desde la perspectiva instrumental desde un plano instrumental (P2), asociada a los contenidos procedimentales (O2), los procedimientos de aplicación (R2) y el saber hacer (Q2). Finalmente, sobre el género en ciencias, el perfil está situado en relación al plano social (P3), los contenidos contextuales (O3), en donde se reconoce el saber hacer de las mujeres (Q2) de los modelos teóricos (R1), así como se representa en la figura 4.11.

Figura 4.11. Perfil Conceptual Emilio Naturaleza de la Ciencia Fase IV.

PERFIL CONCEPTUAL EMILIO NATURALEZA DE LA CIENCIA FASE IV.				
	O	P	Q	R
Conocimiento Científico	1	1	1	1
Metodología Científica	2	2	2	2
Género en Ciencias	3	3	2	1

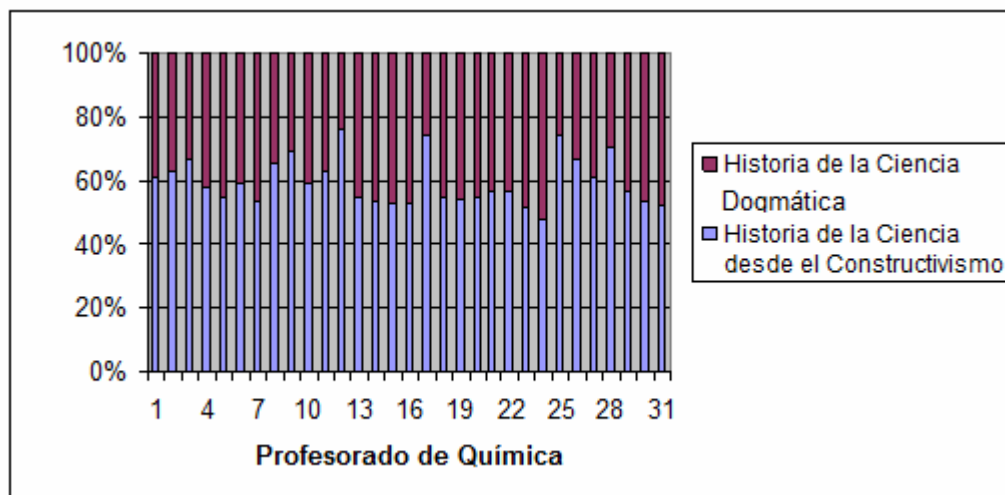
Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;
 Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3
 Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3
 Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.2 Acerca de las Concepciones del Profesorado de Química Sobre la Historia de La Ciencia

4.3.2.1 Resultados y Análisis de los 32 Docentes de Química acerca de la Historia de la Ciencia

En los resultados sobre las concepciones del profesorado de química acerca de la Historia de la Ciencia, se evidencia una tendencia hacia la visión constructivista de la Historia de la Ciencia (Figura 4.12), estos resultados se relacionan con lo citado por Wang & Cox Petersen (2002). En particular se observó que todos los participantes están de acuerdo al menos en un 50% con una visión de la Historia de la Ciencia como una base orientadora para la identificación y caracterización de los modelos teóricos de las disciplinas científicas.

Figura 4.12. Resultados de las Concepciones del Profesorado de Química según las visiones Dogmática o Constructivista de la Historia de la Ciencia



El mayor porcentaje de las respuesta a los ítems del cuestionario están orientadas hacia el enfoque menos Constructivista (68,8%) y constructivista (25%). Solo dos personas del total (n=32) podrían identificarse desde una visión dogmática o tradicional de la historia de la Ciencia (Tabla 4.23).

Tabla 4.23 Puntuación de las Concepciones en Historia de la Ciencia

Puntaje de las concepciones en Historia de la Ciencia

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Menos Absolutista	2	6,3	6,3	6,3
	Menos Constructivista	22	68,8	68,8	75,0
	Constructivista	8	25,0	25,0	100,0
	Total	32	100,0	100,0	

Para poder caracterizar las concepciones del profesorado de química participante en el cuestionario tipo Likert (C07), se realizó un análisis por ítem en relación a los planos de desarrollo de Labarrere y Quintanilla (2002) y los aspectos que proponen Wang y Marsh (2002), acerca de la historia de la ciencia desde una perspectiva conceptual, procedimental o contextual.

Con respecto a la *comprensión conceptual*, en este caso que corresponde al valor de la Historia de la Ciencia para comprender cómo se construye el conocimiento científico, la naturaleza tentativa del conocimiento en ciencias y, la problematización y relación de los contenidos con la naturaleza de la ciencia, se describen y analizan a continuación algunos ítems relacionados con este aspecto en donde se identifican visiones desde el constructivismo. En particular el ítem 53 propone la comprensión del modelo cognitivo de ciencia para comprender la construcción de conocimiento en la Historia, afirmación con la que el 65.6% del profesorado aparenta estar de acuerdo (Tabla 4.23). De la misma manera el mismo porcentaje de docente (65.5%) muestran total acuerdo con la fundamentación del conocimiento erudito en la utilización de la historia de la ciencia en la enseñanza, ítem 70 (Tabla 4.25).

Sin embargo, esta fundamentación es problemática cuando se pregunta al profesorado sobre las distintas perspectivas históricas en que se basa la enseñanza de las ciencias y la imagen de ciencia que aprenden los estudiantes, ítem 55, en donde los resultados demuestran un apreciación desde cada una de las visiones, Dogmática 18.8%; menos dogmática 31.3%, menos constructivista 21.9% y Constructivista 21.9%, (Tabla 4.26). De igual manera se aprecian una valoración desde diferentes posturas epistemológicas, Dogmática 12.5%; menos dogmática 43.8%, menos constructivista 34.4% y constructivista 6.3% (Tabla 4.27) que relacionan la Historia de la Ciencia con el desarrollo individual y colectivo de la fundamentación de las teorías didáctica, ítem 54,

Tabla 4.24. Enunciado Historia de la Ciencia 53

El modelo cognitivo de ciencia permite comprender la construcción del conocimiento científico en la historia.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Menos Absolutista	2	6,3	6,7	6,7
	Menos Constructivista	7	21,9	23,3	30,0
	Constructivista	21	65,6	70,0	100,0
	Total	30	93,8	100,0	
Perdidos	Sistema	2	6,3		
Total		32	100,0		

Tabla 4.25. Enunciado Historia de la Ciencia 70

La utilización de la historia de la ciencia en la enseñanza, debe tener una fundamentación didáctica del conocimiento erudito.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Menos Absolutista	3	9,4	9,7	9,7
	Menos Constructivista	7	21,9	22,6	32,3
	Constructivista	21	65,6	67,7	100,0
	Total	31	96,9	100,0	
Perdidos	Sistema	1	3,1		
Total		32	100,0		

Tabla 4.26. Enunciado Historia de la Ciencia 55

Las perspectivas históricas en que se basa la enseñanza de las ciencias, son independientes de la imagen de ciencia que aprenden los estudiantes.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Absolutista	6	18,8	20,0	20,0
	Menos Absolutista	10	31,3	33,3	53,3
	Menos Constructivista	7	21,9	23,3	76,7
	Constructivista	7	21,9	23,3	100,0
	Total	30	93,8	100,0	
Perdidos	Sistema	2	6,3		
Total		32	100,0		

Tabla 4.27. Enunciado Historia de la Ciencia 54

La historia de la ciencia genera patrones de desarrollo individual y colectivo, independientes de la fundamentación de las teorías didácticas.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Absolutista	4	12,5	12,9	12,9
	Menos Absolutista	14	43,8	45,2	58,1
	Menos Constructivista	11	34,4	35,5	93,5
	Constructivista	2	6,3	6,5	100,0
	Total	31	96,9	100,0	
Perdidos	Sistema	1	3,1		
Total		32	100,0		

Con respecto a la *comprensión procedimental* de la Historia de la Ciencia, es decir a los procesos, dinámicas y metodologías de las comunidades científicas, se observó el acuerdo total (84.4%) y parcial (15.6%) con este componente para diseñar actividades y estrategias significativas de enseñanza, ítem 30, (Tabla 4.28), es decir, que existe una valoración positiva hacia la Historia de la Ciencia en la Enseñanza. Afirmación que se confirma a través de los resultados del ítem 14 en donde se observó una mayoría en acuerdo con la incorporación de episodios históricos acerca y sobre la Historia de la Ciencia, según los resultados de la Tabla 4.29 (Totalmente de acuerdo 56.3% y Parcialmente de acuerdo 37.5%). Sin embargo, esta incorporación es problemática cuando se pregunta al profesorado sobre la necesidad de este componente histórico para comprender la ciencia que se transmite, ítem 38, en donde se evidencian diferentes posturas, Dogmática 31.3%; menos dogmática 6.3%, menos constructivista 21.9% y Constructivista 40.6%, (Tabla 4.30) o sobre la manera en qué se desarrolla el conocimiento, ítem 79, en donde se evidencian también varias posturas, Dogmática 21.9%; menos dogmática 13.3%, menos constructivista 23.3% y Constructivista 40%, (Tabla 4.31).

Tabla 4.28. Enunciado Historia de la Ciencia 30

I profesorado de ciencias puede utilizar la historia de la ciencia para diseñar actividades estrategias significativas de enseñanza.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Menos Constructivista	5	15,6	15,6	15,6
	Constructivista	27	84,4	84,4	100,0
	Total	32	100,0	100,0	

Tabla 4.29. Enunciado Historia de la Ciencia 14

La incorporación de episodios históricos acerca de y sobre la ciencia, promueve aprendizajes significativos en los estudiantes.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Menos Absolutista	2	6,3	6,3	6,3
	Menos Constructivista	12	37,5	37,5	43,8
	Constructivista	18	56,3	56,3	100,0
	Total	32	100,0	100,0	

Tabla 4.30. Enunciado Historia de la Ciencia 38

Incorporar la historia de la ciencia en la enseñanza, es innecesario desde el punto de vista de comprender la ciencia que se transmite.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Absolutista	10	31,3	31,3	31,3
	Menos Absolutista	2	6,3	6,3	37,5
	Menos Constructivista	7	21,9	21,9	59,4
	Constructivista	13	40,6	40,6	100,0
	Total	32	100,0	100,0	

Tabla 4.31. Enunciado Historia de la Ciencia 79

En el desarrollo histórico del conocimiento científico, no hay retrocesos ni estancamientos que condicionen o determinen avances en las ciencias.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Absolutista	7	21,9	23,3	23,3
	Menos Absolutista	4	12,5	13,3	36,7
	Menos Constructivista	7	21,9	23,3	60,0
	Constructivista	12	37,5	40,0	100,0
	Total	30	93,8	100,0	
Perdidos	Sistema	2	6,3		
	Total	32	100,0		

Estos resultados pueden suponer una valoración de la Historia de la Ciencia en la enseñanza. Sin embargo, también evidencia una problemática interesante sobre cómo se debe incorporar este componente ya que no existe una visión clara sobre los aspectos procedimentales de la actividad científica.

Finalmente, acerca de la *comprensión de la Historia de la Ciencia desde un plano social o contextual*, es decir relacionado hacia los intereses y actitudes hacia la ciencia la actividad química con relación a los aspectos individuales y colectivos y los factores socio culturales en general y su influencia en la construcción de conocimiento científico, el profesorado de química manifiesta total acuerdo en un 93.8% (Tabla 4.32) sobre la oportunidad que ofrece la incorporación de la Historia de la Ciencia para mostrar al conocimiento científico como una actividad humana, ítem 68. De esta manera también

existe total acuerdo en la mayoría del profesorado (90.6%) según los resultados de la Tabla 4.33, en que la historia de la ciencia permite relacionar la construcción de conocimiento científico con el entramado valórico y cultural de quienes la elaboran y divulgan, ítem 01.

Tabla 4.32. Enunciado Historia de la Ciencia 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.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Menos Absolutista	1	3,1	3,1	3,1
	Menos Constructivista	1	3,1	3,1	6,3
	Constructivista	30	93,8	93,8	100,0
	Total	32	100,0	100,0	

Tabla 4.33. Enunciado Historia de la Ciencia 01

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.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Menos Absolutista	1	3,1	3,1	3,1
	Menos Constructivista	2	6,3	6,3	9,4
	Constructivista	29	90,6	90,6	100,0
	Total	32	100,0	100,0	

Según los resultados anteriores es posible afirmar que existe una valoración positiva hacia la historia de la ciencia por parte del profesorado de química. Sin embargo, esta valoración va más orientada hacia la comprensión contextual, es decir la incorporación de este componente científico para comprender aspectos relacionados sobre la ciencia. Esto se puede evidenciar además, mediante los resultados obtenidos a través del C08, en donde una de las profesoras participantes afirma:

“Incorporar el componente histórico científico en las clases de ciencias aporta significativamente en la valoración de los alumnos por el aporte de las ciencias en el progreso de la humanidad, apoya la contextualización de la realidad histórica en el cual se desarrollaron los aportes científicos y posibilita el acercamiento de los científicos en el plano humano, dar la visión de los científicos como personas que se desarrollaron como cualquier persona, pero que a su vez fueron capaces de perseverar en la búsqueda de respuestas que les parecían importantes.”

(Profesora 005, C08)

De la misma manera la profesora Caroline, señala que:

“Incorporar la historia de la ciencia en la clase de Química es importante por varias razones. [...] Visión global frente a la ciencia y no como un saber atomizado Permite mostrar el tipo de los problemas científicos de cada época y como se relacionaban con los requerimientos del hombre, así como también el estilo de vida, características personales, valores del hombre de ciencia. Valorar el trabajo perseverante, riguroso del científico”.

(Profesora Caroline, C08)

Sí bien se reconoce la importancia de la Historia de la Ciencia para comprender los factores sociales que inciden en la construcción de conocimiento científico en relación a problemas científicos de cada época, en la afirmación de la profesora 005 y Caroline, se observó una relación de la actividad científica desde una visión masculinizada de la ciencia, perspectiva que también se observó en el Profesor Emilio

“Los alumnos obtendrían una visión más concreta ya que la investigación científica requiere un largo camino hacia el descubrimiento. Valorarían las contribuciones de los científicos a las necesidades del hombre”

(Profesor Emilio, C08)

De igual manera, existe una valoración positiva de la Historia de la Ciencia para la Actividad Científica Escolar, en particular existe acuerdo sobre incorporar este componente a través del diseño de diferentes estrategias que van desde la elaboración de una línea de tiempo, búsqueda de datos bibliográficos, hasta personificaciones u obras de teatro, a continuación se mencionan algunas estrategias utilizadas por el profesorado de química durante el cuestionario (C08).

“Construcción de una línea del tiempo, por ejemplo en la historia de la Química; Vivenciar experimentalmente acontecimientos de descubrimiento”

(Profesora Experta, C08)

“Me parece que lo más oportuno es incluir antecedentes históricos en cada contenido, a modo de contextualizar histórica y temporalmente al alumno frente a cada formulación científica. También, como introducción motivacional a un contenido específico. Podría motivarse a los alumnos a que investigaran las historias de vida de los científicos más destacados en cada contenido y se crearan publicaciones escolares con la información, hay ciertos contenidos que se pueden apoyar en los antecedentes históricos en los cuales fueron formulados para crear debates con los alumnos, respecto de ciencia – sociedad – ética y moral. Las fuentes de información son variadas y depende de la disponibilidad y creatividad de cada docente y de la motivación de sus alumnos, Internet es un buen recurso y que los alumnos usan bien, acceso a bibliotecas o conversaciones con profesionales de la Academia de ciencias, universidades u otros. Los recursos, según disponga el colegio”.

(Profesora 005, C08)

“Se podría trabajar a través de contenidos, tales como: El átomo, Química Orgánica, Cinética Química, etc. (Tercero Medio Diferencial incluye una unidad llamada: Orígenes de la Química desde la prehistoria hasta la actualidad) Se pueden incluir actividades de investigación bibliográfica, recrearlas a través de comics, representaciones teatrales con caracterización de personajes, reproducir algunos experimentos de un determinado científico, elaborar revistas de divulgación científica de una determinada época (trabajo de proyectos), introducción de un determinado tema a través de relatos del profesor, con énfasis en las características de la época en que se desarrolló el determinado contenido, datos anecdóticos, etc.....”

(Profesora Caroline, C08)

“En forma personal me he inclinado en realizar, por ejemplo, investigación bibliográfica de un personaje centrándolo en su contexto histórico y todos los datos que sean trascendentales en su propuesta, luego se le pide a los alumnos que expongan el tema "personificados" con la ropa y otros elementos propios de la época, además de entregar en material resumen a sus compañeros”.

(Profesor Emilio, C08)

Es importante mencionar que según algunos docentes dichas estrategias dependen del contenido a enseñar, es decir que no todas las temáticas permiten ser enseñadas incorporando el componente histórico, a través del cuestionario (C08), el profesorado señaló:

“Como dije antes, los aspectos históricos favorecen los objetivos relacionados con la valoración de los esfuerzos y superación de las personas. En este sentido es posible incorporar aspectos históricos en las clases de química, sobre todo en los niveles de segundo ciclo de educación básica, en donde la capacidad de sorprenderse de los niños es mayor. En los cursos de media sirve para motivar a la elección de futuras carreras profesionales, sin más, actualmente el programa de estudios del plan diferenciado de química acentúa mucho los aspectos históricos asociados a la valoración del conocimiento y la iniciativa creadora, sobre todo el de tercero medio”.

(Profesora 005, C08)

“Considero que es completamente posible en algunas unidades temáticas, ya que permite la estructuración de la unidad de una manera más ordenada, en otras en cambio no tiene relevancia. Además, puedo destacar que en los planes y programas de enseñanza media, específicamente en tercer año medio electivo, se considera como primera unidad temática "Orígenes e Historia de la Química" y como contenidos a tratar se encuentra la antigua Grecia, la Alquimia, el flogisto y otros temas”

(Profesora Caroline, C08)

Sí bien, existe una valoración positiva de la relación entre Historia de la Ciencia y enseñanza de la química, al parecer esta relación en la práctica se realiza de manera ingenua, dado a que el profesorado no manifiesta ninguna fundamentación historiográfica sobre cómo y por qué realiza este tipo de estrategias y actividades.

Finalmente, con respecto a la comprensión conceptual de la Historia de la Ciencia, este se relaciona ampliamente con la comprensión de aspectos relacionados con la naturaleza de la ciencia, en particular existe un consenso sobre el valor de la historia para mejorar la imagen y las actitudes hacia la actividad científica, no se señalan aspectos relacionados con la comprensión de los conceptos ha enseñar en la actividad química escolar.

“Por otro lado permite dar la visión de que la ciencia está en permanente cambio, que cada teoría propuesta es perfectible o puede ser cambiada por otra mejor fundamentada, cada científico y aporte fue importante en su época, pero con el aumento del conocimiento y la tecnología los principios, leyes y teorías se actualizan. Dando a conocer el desarrollo histórico, se

enfatisa el aspecto de que en ciencias la "Verdad" como palabra última no existe, existen verdades relativas a contextos específicos, esto permite motivar la inquietud y curiosidad de los alumnos"

(Profesora 005, C08)

"Permite al estudiante comprender el camino recorrido por los científicos para llegar a establecer las nociones teóricas que actualmente utilizamos. Cómo emergieron y como se fueron corrigiendo. Visión global frente a la ciencia y no como un saber atomizado".

(Profesora Caroline, C08)

4.3.2.2 Resultados y Análisis del Estudio de Caso Caroline acerca de la Historia de la Ciencia

4.3.2.2.1 Perfil Conceptual sobre Historia de la Ciencia de Caroline en la Fase Diagnóstico.

Las respuestas de Caroline en el cuestionario Tipo Likert (C07) (Tabla 4.34) señalaban en general una coexistencia de las dos visiones epistemológicas. Ella estuvo parcialmente de acuerdo con todos los ítems relacionados con la comprensión conceptual de la Historia de la Ciencia. Estos ítems hacían mención del modelo cognitivo de ciencia con la comprensión del conocimiento científico, ítem 53; el ítem 54 que menciona que la historia de la ciencia genera patrones de desarrollo individual y colectivo, el ítem 55 hacia alusión a las perspectivas históricas en que se basa la enseñanza de las ciencias y su relación con la imagen de ciencia que aprende el estudiantado y el ítem 70, que relaciona la historia de la ciencia en la enseñanza de las ciencias.

Tabla 4. 34. Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Caroline acerca de la Historia de la Ciencia Fase I. Diagnóstico

CATEGORÍA: CONCEPCIONES DE CAROLINE ACERCA DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA (FASE I)			
Instrumento	Id.	Códigos	Unidades de Análisis
C07	C071.1	Aporte de la HC	HC1 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.
C07	C071.2	Aporte de la HC	HC38 Incorporar la historia de la ciencia en la enseñanza, es necesario desde el punto de vista de comprender la ciencia que se transmite.
C07	C071.4	Aporte de la HC	HC68 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.
C08	C081.1	Aporte de la HC	<i>Incorporar la historia de la ciencia en la clase de Química es importante por varias razones. Algunas de ellas serían: Permite al estudiante comprender el camino recorrido por los científicos para llegar a establecer las nociones teóricas que actualmente utilizamos. Cómo emergieron y como se fueron corrigiendo. Visión global frente a la ciencia y no como un saber atomizado</i>
C08	C081.4	Currículo - HC	<i>Es posible incorporar la historia de la ciencia en la enseñanza de la Química .</i>
C08	C081.5	Estrategias para trabajar la HC	<i>Se podría trabajar a través de contenidos , tales como: El átomo, Química Orgánica, Cinética Química, etc. (Tercero Medio Diferencial incluye una unidad llamada: Orígenes de la Química desde la prehistoria hasta la actualidad) Se pueden incluir actividades de investigación bibliográfica, recrearlas a través de comics, representaciones teatrales con caracterización de personajes, reproducir algunos experimentos de un determinado científico, elaborar revistas de divulgación científica de una determinada época (trabajo de proyectos) , introducción de un determinado tema a través de relatos del profesor, con énfasis en las características de la época en que se desarrolló el determinado contenido, datos anecdóticos, etc.....</i>
C07	C071.3	Formación en HC del profesorado	HC30 El profesorado de ciencias puede utilizar la historia de la ciencia para diseñar actividades y estrategias significativas de enseñanza. (Constructivista)
C07	C071.7	Formación en HC del profesorado	HC 70La utilización de la historia de la ciencia en la enseñanza, debe tener una fundamentación didáctica del conocimiento erudito.

Así el aporte de la Historia de la Ciencia está relacionado con los contenidos conceptuales (Q2) y los modelos teóricos (R2), *establecer relaciones teóricas que actualmente utilizamos C071.1, C071.2, C071.4, C081.1*. Ella además, presento total acuerdo con los ítems: 01 que señala que la historia de la ciencia permite relacionar la construcción de conocimiento científico con el entramado valórico y cultural, ítem, así como en el ítem 68, que relaciona la incorporación de la historia de la ciencia para mostrar el conocimiento científico como actividad humana. Estos resultados, en conjunto con los obtenidos a través del cuestionario (C08) permiten afirmar que la visión de historia de la ciencia de la profesora Caroline, se centra fundamentalmente en la comprensión contextual, dentro de los aportes también se resaltan aspectos relacionados con el plano social comunicativo (P3) y el contenido contextual (O3).

Acerca de las estrategias para trabajar la historia de la ciencia en el aula, Caroline manifestó total acuerdo con el ítem 30, que menciona que *el profesorado de ciencias puede utilizar la historia de la ciencia en estrategias significativas de enseñanza*, así como el total acuerdo con la necesidad de incorporar la historia de la ciencia para comprender la ciencia que se transmite, ítem 38. Sin embargo, también manifestó total acuerdo con el ítem 79 que fue formulado desde una visión dogmática *en relación al desarrollo histórico del conocimiento científico sin retrocesos ni estancamientos que condiciones o determinen los avances en las ciencias*. Finalmente, señaló parcial acuerdo con respecto a la *incorporación de episodios históricos*. Así el perfil conceptual denota una inclinación fuerte hacia el plano instrumental (P2), los contenidos procedimentales (Q2), el saber hacer (O2) y los procedimientos de aplicación (R2) en relación a las estrategias que incorporan el componente historiográfico y la relación entre el currículo y la Historia de la Ciencia.

Finalmente, con respecto a la Formación de Docentes en Historia de la Ciencia, ella establece un vínculo instrumental desde el plano de desarrollo procedimental (P2), los contenidos procedimentales (O2), los procedimientos de aplicación (R2) y el saber hacer, *pone de manifiesto que la utilización de la historia de la ciencia debe tener una fundamentación didáctica (C071.7, C071.3)*, así como el uso que puede hacer el profesorado de diferentes estrategias C071.1.

De esta manera el perfil conceptual de la Profesora Caroline acerca de la Historia de la Ciencia en la Fase de Diagnóstico se sitúa principalmente bajo un contenido procedimental (O2), un plano instrumental (P2), relacionado con el saber hacer (Q2) y los procedimientos de aplicación (R2), tal y como se muestra en la Fig. 4.13.

Figura 4.13 Perfil Conceptual de Caroline sobre Historia de la Ciencia Fase I.

PERFIL CONCEPTUAL CAROLINE HISTORIA DE LA CIENCIA FASE I.				
Aporte de la HC	3	3	1	1
Currículo e HC	2	2	2	2
Estrategias para trabajar la HC en el aula	2	2	2	2
Formación Docente en HC	2	2	2	2

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;
Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3
Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3
Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.2.2 Perfil Conceptual sobre Historia de la Ciencia de Caroline en la Fase Fundamentación Teórica.

A través de las unidades de análisis identificadas (Tabla 4.35) se identifica que las nociones de Caroline sobre el aporte de la Historia de la Ciencia se sitúan principalmente hacia la comprensión conceptual (O1), (Q1), (R1) bajo un plano social comunicativo (P3). En particular ella señala que *la historia de las ciencias tiende a mejorar las competencias científicas y promover competencias en los alumnos (TRD1.033, TRD1.035)* así como que *le permite entender qué es el aprendizaje científico y lo qué es la construcción de conocimiento (TRD1.042, TRD1.063)* lo que denota una relación con el contenido conceptual (O1), los modelos teóricos (R1) y los modelos teóricos. Esto además, lo relaciona con el plano social comunicativo, *sino a ver retrocedamos por qué se le ocurriría eso, qué pasó, cuál es el contexto histórico y de ahí llegar a que comprendan un nuevo conocimiento (TRD1.020, TRD1.071, TRD1.072)* lo que esta relacionado con el plano social comunicativo (P3).

Acerca de la relación entre Currículo e Historia de la Ciencia, Caroline plantea la relación entre la Historia de la ciencia con el marco curricular y *la distinción que propone sobre ciencia y conocimiento científico TRD1.044;* además sitúa los ejes curriculares que se proponen *uno es distribución entre ciencia y conocimiento, otro es alfabetización científica, objetividad como constancia subjetiva y razonamiento científico (TRD1.047, TRD1.050).* Así asocia los elementos del currículo con la historia de la ciencia, desde el contenido conceptual (O1), la importancia del saber conocer (Q2) de dichos aspectos desde el plano social (P3) al mencionar que *por un lado vamos alfabetizando científicamente (TRD1.047, TRD1.052).*

Tabla 4. 35 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Caroline acerca de la Historia de la Ciencia Fase II. Fundamentación Teórica

CATEGORÍA: CONCEPCIONES DE CAROLINE ACERCA DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA (FASE II)			
Instrumento	Id.	Códigos	Unidades de Análisis
TRD	TRD1.003	Aporte de la HC	TRD01ECD1 1:023 [pero los niños empiezan a valorar la importancia de cada hecho de cada descubrimiento en esa época...] (54:54)
TRD	TRD1.011	Aporte de la HC	TRD01ECD1 1:044 [que le tomen valor y vayan entendiendo lo qué es el aprendizaje científico y lo que es la construcción de conocimiento...] (66:66)
TRD	TRD1.017	Aporte de la HC	TRD01ECD1 1:078 [la historia y enseñándoles como va entregándose, cómo fue el conocimiento para que lo vayan entendiendo...] (98:98)
TRD	TRD1.020	Aporte de la HC	TRD01ECD1 1:093 [Yo la Historia la entiendo así, sino que a ver retrocedamos, pero por qué se le ocurriría, qué pasó, cuál es el contexto histórico y de ahí llegar a que comprendan un nuevo conocimiento...] (110:110)
TRD	TRD1.032	Aporte de la HC	TRD02ECD1 1:005 [sumerge al alumno a ver el problema, osea no sólo entender el concepto, el entramado conceptual, como se decía ahí, sino también el problema que se quiere solucionar...] (104:104)
TRD	TRD1.033	Aporte de la HC	TRD02ECD1 1:007 [El enseñar la historia de la ciencia ahora tendía a mejorar las competencias científicas y promover competencias en los alumnos. eso es interesante también, cómo verlo...] (104:104)
TRD	TRD1.035	Aporte de la HC	TRD02ECD1 1:035 [transmitir la química como un materia que está en constante proceso de elaboración, que se genera en la, debiera dar respuesta a los problemas científicos que se va planteando la humanidad, eso es una cosa...] (125:125)
TRD	TRD1.042	Aporte de la HC	TRD02ECD1 1:044 [ellos van a entender qué los llevo que los condujo a desarrollar tal investigación, que logren entender eso, por qué los llevo a eso...] (133:133)
TRD	TRD1.043	Aporte de la HC	TRD02ECD1 1:056 [hay que considerarlo y justamente con eso hay claro, va a tener un sentido mucho más valórico y no va a ser de tipo ahistórico...] (165:165)
TRD	TRD1.056	Aporte de la HC	TRD02ECD1 1:125 [es un aporte la historia, no lo es todo...] (385:385)
TRD	TRD1.063	Aporte de la HC	TRD03ECD1 1:004 [ayuda a comprender mejor a los. ayuda a comprender mejor a los alumnos...] (70:70)
TRD	TRD1.066	Aporte de la HC	TRD03ECD1 1:027 [para cambiar una imagen deficiente la incorporación de la HC ellos propusieron comprobar, demostrar, como influía la HC en el aprendizaje del alumno...] (101:101)
TRD	TRD1.068	Aporte de la HC	TRD03ECD1 1:051 [y lo hacen relacionar, no sólo es la química pura, sino lo hacen relacionar con la biología, con el medio...] (144:144)
TRD	TRD1.071	Aporte de la HC	TRD03ECD1 1:079 [ayuda a que el alumno entienda cómo se hace ciencia...] (183:183)
TRD	TRD1.072	Aporte de la HC	TRD03ECD1 1:080 [yo veo que la HC, pero todo lo que tiene que ver con la interacción cotidiana, llevar al alumno a, es otro aporte...] (183:183)
TRD	TRD1.015	Currículo - HC	TRD01ECD1 1:069 [no siempre es factible, no siempre es probable, entonces yo diría que eso ha hecho que se tome la historia y se lleve a un electivo...] (92:92)
TRD	TRD1.044	Currículo - HC	TRD02ECD1 1:065 [estaba pensando que uno de los enfoques de la enseñanza de las ciencias en el marco curricular actual es la distinción que tiene que hacer el profesor entre ciencia y conocimiento científico...] (177:177)

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

TRD	TRD1.047	Currículo - HC	TRD02ECD1 1:069 [uno es distribución entre ciencia y conocimiento científico, el otro es alfabetización científico, el otro es objetividad como constancia subjetiva, unión entre ciencia, tecnología y cambio social y el razonamiento científico, es el quinto, pensar reflexivo, no me acuerdo ahorita, pero eso son los cinco ejes del marco curricular] (180:180)
TRD	TRD1.048	Currículo - HC	TRD02ECD1 1:070 [yo digo que aportar en la distinción entre, uno partiendo en lo que yo decía entre ciencia y conocimiento, osea ahí, sí yo entrego historia de la ciencia en la forma que se está planteando con la problematización...] (184:184)
TRD	TRD1.050	Currículo - HC	TRD02ECD1 1:071 [voy a estar haciendo, no voy a estar entregando conocimientos puros, así atomizados, sino que voy a estar, los niños van a entender, vamos a entender lo que es la ciencia, vamos a estar haciendo más de ciencia, no hacer ciencia sino que entiendan cómo se fue creando toda esta actividad científica...] (184:184)
TRD	TRD1.052	Currículo - HC	TRD02ECD1 1:072 [por otro lado vamos a estar alfabetizando científicamente. Y todo esto lo que tiene que ver la relación entre la investigación científica y la experiencia, que sería con el cuarto unión de ciencia y tecnología y cambio social. Yo creo que pensando en esos ejes algo, aporta, osea...] (184:184)
TRD	TRD1.001	Estrategias para trabajar la HC	TRD01ECD1 1:019 [pasa al último modelo, al actual, que es lo que interesa, eso era lo que hacía hace muchos años atrás...] (54:54)
TRD	TRD1.002	Estrategias para trabajar la HC	TRD01ECD1 1:020 [pero con los años, con la experiencia me he dado cuenta que actitudinalizándolo y dándole la importancia, a ver cuál era la importancia en ese momento] (54:54)
TRD	TRD1.004	Estrategias para trabajar la HC	TRD01ECD1 1:026 [trato de hacer más en segundo medio, osea, que uno no siempre, está llevando todo, osea actitudinalizando históricamente osea eso no, eso no se hace siempre] (54:54)
TRD	TRD1.005	Estrategias para trabajar la HC	TRD01ECD1 1:033 [Yo se los presento como una historia,...] (62:62)
TRD	TRD1.006	Estrategias para trabajar la HC	TRD01ECD1 1:034 [osea parto desde la época del fuego y se los voy tratando así...] (62:62)
TRD	TRD1.007	Estrategias para trabajar la HC	TRD01ECD1 1:035 [pero. parto de la historia misma...] (62:62)
TRD	TRD1.009	Estrategias para trabajar la HC	TRD01ECD1 1:042 [hoy día estaba hicimos obtención de nitrógeno y obtención de, digamos de una forma de recrear lo de Sthal y dejamos que un alumno averiguará sobre lo que hizo Lavoisier, y hablaba de la retorta y no sabíamos que era eso, y ahí, en eso estamos.] (66:66)
TRD	TRD1.010	Estrategias para trabajar la HC	TRD01ECD1 1:043 [Es poco lo que he tratado de hacer, osea te digo que no debe ser lo último, la maravilla, pero es que lo que uno hace sólo en el colegio tratando de, con lo que he aprendido, de que los alumnos no lo vean como algo así separados] (66:66)
TRD	TRD1.012	Estrategias para trabajar la HC	TRD01ECD1 1:061 [terminamos con afiches, exposiciones con los científicos] (86:86)
TRD	TRD1.013	Estrategias para trabajar la HC	TRD01ECD1 1:064 [pero yo, con el tiempo he venido relacionando y he tratado de hacer ese trabajo de la actitudinalización histórica y me han resultado] (86:86)
TRD	TRD1.014	Estrategias para trabajar la HC	TRD01ECD1 1:065 [Por ejemplo, con lo de Volta, no se me, osea con oxido reducción digamos, acaso decir Volta, busquen la biografía, claro, porque no lo he hecho sencillamente] (86:86)
TRD	TRD1.016	Estrategias para trabajar la HC	TRD01ECD1 1:075 [los de tercero están más convencidos y les gusta más...] (94:94)
TRD	TRD1.019	Estrategias para trabajar la HC	TRD01ECD1 1:092 [lo veo así y sí no, no tiene claro. Sí yo le digo ya, te voy a pasar la Ley X, Boyle, pero no tienen sentido, ¿qué tiene más sentido? Que entienda cuál es la importancia y cómo se llegó y hay lo conecto con Historia] (110:110)

TRD	TRD1.021	Estrategias para trabajar la HC	TRD01ECD1 1:112 [miren este caballero fue el que hizo tal cosa, pero, pero ir poniendo caras ir haciendo ejemplos y otras cosas...] (118:118)
TRD	TRD1.022	Estrategias para trabajar la HC	TRD01ECD1 1:129 [hay que estimularles la creatividad, motivarlos para que ellos vayan investigando, hacerles actividades para que vayan buscando información...] (132:132)
TRD	TRD1.023	Estrategias para trabajar la HC	TRD01ECD1 1:131 [motivarlos para que ellos se vayan preguntando, haciéndose preguntas y esa pregunta nos lleve a nosotros a hacerle otra actividad que ellos mismos, irse de atrás y de nuevo volver, puede ser algo tan concreto como el televisor...] (132:132)
TRD	TRD1.024	Estrategias para trabajar la HC	TRD01ECD1 1:135 [Pero todo bajo el contexto histórico y estamos recién, todavía no tienen claro que producto vamos a encontrar, pero están en eso, buscando información, se subdividieron ellos mismo, pero fue interesante, y después se fueron dando tareas, la verdad es que, bueno así trabajo yo] (136:136)
TRD	TRD1.026	Estrategias para trabajar la HC	TRD01ECD1 1:140 [ahí que plantearlo así, como pelea. Yo quiero esto, yo quiero ganar...] (144:144)
TRD	TRD1.027	Estrategias para trabajar la HC	TRD01ECD1 1:022 [qué importancia tiene, vamos a mirar esa época y ahí he ido introduciendo un poco la historia de la química, tratando de buscar anécdotas, digamos información, y lo que yo he hecho es contarlos como historias...] (54:54)
TRD	TRD1.028	Estrategias para trabajar la HC	TRD01ECD1 1:065 [Por ejemplo, con lo de Volta, no se me, osea con oxido reducción digamos, acaso decir Volta, busquen la biografía, claro, porque no lo he hecho sencillamente...] (86:86)
TRD	TRD1.031	Estrategias para trabajar la HC	TRD02ECD1 1:004 [incorporar la historia de la ciencia como y contar historias de la ciencia enseña...] (104:104)
TRD	TRD1.037	Estrategias para trabajar la HC	TRD02ECD1 1:037 [yo creo que es lo básico, mostrarla tal cómo se fue, como es, y no como lo estamos entregando...] (125:125)
TRD	TRD1.041	Estrategias para trabajar la HC	TRD02ECD1 1:042 [por ejemplo analizar una biografía, una personalidad, de un científico...] (133:133)
TRD	TRD1.045	Estrategias para trabajar la HC	TRD02ECD1 1:065 [estaba pensando que uno de los enfoques de la enseñanza de las ciencias en el marco curricular actual es la distinción que tiene que hacer el profesor entre ciencia y conocimiento científico...] (177:177)
TRD	TRD1.049	Estrategias para trabajar la HC	TRD02ECD1 1:070 [yo digo que aportar en la distinción entre, uno partiendo en lo que yo decía entre ciencia y conocimiento, osea ahí, sí yo entrego historia de la ciencia en la forma que se está planteando con la problematización...] (184:184)
TRD	TRD1.051	Estrategias para trabajar la HC	TRD02ECD1 1:071 [voy a estar haciendo, no voy a estar entregando conocimientos puros, así atomizados, sino que voy a estar, los niños van a entender, vamos a entender lo que es la ciencia, vamos a estar haciendo más de ciencia, no hacer ciencia sino que entiendan cómo se fue creando toda esta actividad científica...] (184:184)
TRD	TRD1.053	Estrategias para trabajar la HC	TRD02ECD1 1:072 [por otro lado vamos a estar alfabetizando científicamente. Y todo esto lo que tiene que ver la relación entre la investigación científica y la experiencia, que sería con el cuarto unión de ciencia y tecnología y cambio social. Yo creo que pensando en esos ejes algo, aporta, osea...] (184:184)
TRD	TRD1.057	Estrategias para trabajar la HC	TRD02ECD1 1:146 [pero es interesante partir de osea, iniciar de un proceso que construyó cotidiano, que es, que explique un cambio, un cambio químico, independiente de que sea, de oxido reducción, o de ácido o base y después, osea yo estaba pensando en la pila,.. partir de una pila, una linterna desarmarla, no sé para que puedan verla, porque uno les habla de las pilas, pero no les muestra las pilas, que puedan ver los materiales que reaccionan, las alcalinas...] (413:413)
TRD	TRD1.059	Estrategias para trabajar la HC	TRD02ECD1 1:155 [sí a Faraday, de ahí a Faraday hacer también la parte, detenerse ahí y hacer, y que hagan los estudiantes la reflexión de lo que ocurrió en torno a eso...] (455:455)

TRD	TRD1.074	Estrategias para trabajar la HC	TRD03ECD1 1:097 [podemos llevarlos a establecer relaciones entre las científicas y las humanistas...] (225:225)
TRD	TRD1.075	Estrategias para trabajar la HC	TRD03ECD1 1:098 [relacionar con todo lo actual...] (225:225)
TRD	TRD1.077	Estrategias para trabajar la HC	TRD03ECD1 1:115 [hay que buscar por autor, leer libros de HC hay libros preciosos...] (280:280)
TRD	TRD1.078	Estrategias para trabajar la HC	TRD03ECD1 1:119 [las preguntas que este propuestas yo creo que lo puedes sacar incluso con un fragmento, tal cual entre comillas, el trabajo que tu le haces a partir de eso, siento que eso podríamos hacer...] (285:285)
TRD	TRD1.081	Estrategias para trabajar la HC	TRD04ECD1 1:041 [hay que elegir y ahí decía, de esas cosas tome nota, osea hay que analizar el texto, primero saber muy bien de dónde lo saca, cuál es la referencia, porque eso es importante para el profesor y qué sentido se le va a dar a ese texto, qué se va a analizar, osea el profesor debe tener claro los objetivos para trabajarla con los estudiantes, osea que sentido le va a dar y ... es importante también, los términos, por ejemplo, sí uno va a dar una biografía, los términos de esa época, hay que tener, hay que hacer un hincapié en eso. Porque por ejemplo, los análisis, las reflexiones que ellos hacían en esa época, desde su perspectiva, no son las mismas que tienen hoy los alumnos y que tenemos nosotros] (79:79)
TRD	TRD1.082	Estrategias para trabajar la HC	TRD04ECD1 1:042 [hay que valorar, osea cuidar y hay que, por eso dice actitudinalizada y hay que partir de la época, primero al alumno hay que contarle de la época, cuál era la época, en qué situación estaba, para que entienda también los términos, los materiales, los instrumentos, por ejemplo, en las recetas habían sustancias importantes, los nombres distintos que hay una relación, los materiales que usaban, hay procesos que se usan hoy día, que eso es importante] (79:79)
TRD	TRD1.030	Formación en HC del profesorado	TRD02ECD1 1:002 [la formación inicial que nosotros recibimos, porque también se habla en el artículo que, que no está, no estaba contemplado...] (104:104)
TRD	TRD1.034	Formación en HC del profesorado	TRD02ECD1 1:009 [A ver, carecemos de una... solamente lo tenemos en los últimos años la parte de la relación historia con la ciencia, en los últimos años...] (108:108)
TRD	TRD1.076	Formación en HC del profesorado	TRD03ECD1 1:104 [yo creo que cuando uno tiene la disposición, a formarse a cambiar, a recibir cualquier situación se hace más fácil y creo que sí estamos aquí, es porque estamos con esa idea, vamos complementando los aportes y con la lectura que es lo que orienta no es difícil, lo sentí...] (272:272)

En cuanto a las estrategias para trabajar la Historia de la ciencia, la profesora Caroline durante la fase II, manifiesta una inclinación hacia los contenidos contextuales (O3), que promuevan mejores actitudes, creatividad, motivación *actitudinalizándolo y darle importancia, a ver cuál era la importancia en ese momento (TRD1.002, TRD1.004, TRD1.016, TRD1.022, TRD1.023, TRD1.026, TRD1.027)*, de tal manera de orientarlo hacia el plano personal (P1) *de lo que ella considera saber conocer (Q2) los modelos teóricos (R2)*.

Acerca de la formación de docentes en la ciencia, deja de situarla desde un plano instrumental como lo había hecho en la Fase I y lo relaciona más con la necesidad de una formación conceptual o teórica, la necesidad de conocer modelos (Q1) (R1) (O1) de formación o estrategias de cómo se puede incorporar la historia, así como la importancia de la intención didáctica en la propuesta de diferentes estrategias, más que la estrategia en sí. De esta manera Caroline plantea que *la formación inicial que nosotros recibimos no estaba contemplado (la HC) TRD1.030, pero que sí bien existe esta carencia o limitación, ella tiene buena disposición de formarse a cambiar TRD1.076* relacionando estos aspectos conceptuales con su plano personal significativo (P1).

Así el perfil conceptual de Caroline sobre Historia de la Ciencia en la Fase II, Figura 4.14, se caracteriza por relacionar el contenido conceptual (O1) desde los planos personal significativo (P1) y (P3), así como el saber conocer (Q1) de los modelos teóricos (R1).

Figura 4.14 Perfil Conceptual de Caroline sobre Historia de la Ciencia Fase II.

PERFIL CONCEPTUAL CAROLINE HISTORIA DE LA CIENCIA FASE II.				
Aporte de la HC	1	3	1	1
Currículo e HC	1	3	1	1
Estrategias para trabajar la HC en el aula	3	1	2	2
Formación Docente en HC	1	1	1	1

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;

Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3

Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3

Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.2.2.3 Perfil Conceptual sobre Historia de la Ciencia de Caroline en la Fase Diseño.

Durante las unidades de análisis de la fase III (Tabla 4.36), Caroline manifiesta que el aporte de la Historia está relacionado con el contenido conceptual (O1) *de esta manera menciona la importancia del modelo teórico (cambio químico) (R1) (TRD1.089, TRD1.099, TRD1.100)* con la intención de incorporar la Historia de la Ciencia en el diseño, así como otros aspectos conceptuales al respecto, por ejemplo *enlace químico TRD1.092 (R1)*. Sin embargo, esta relación conceptual la sitúa en un plano instrumental *cuál es la condición para que ocurra la transferencia de electrones TRD1.092, yo en el laboratorio hice la evolución de Berzelius y lo relaciono mucho con química orgánica TRD1.122*. Así además, le otorga importancia al saber hacer (Q2) tanto para ella como sujeto como para cada uno de sus estudiantes (P1).

Tabla 4. 36 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Caroline acerca de la Historia de la Ciencia Fase III. Diseño de una Unidad Didáctica

CATEGORÍA: CONCEPCIONES DE CAROLINE ACERCA DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA (FASE III)			
Instrumento	Id.	Códigos	Unidades de Análisis
TRD	TRD1.088	Aporte de la HC	TRD05ECD1 1:039 [cómo se produce electricidad, qué factores empiezan a intervenir, esa es la idea y de ahí, depende de cómo vaya saliendo, porque también] (80:80)
TRD	TRD1.089	Aporte de la HC	TRD05ECD1 1:037 [es que lo trato de relacionar con el cambio químico] (80:80)
TRD	TRD1.092	Aporte de la HC	TRD05ECD1 1:086 [lo importante es preguntar porqué se producen esa transferencia de electrones, cuál es la condición para que eso ocurra] (149:149)
TRD	TRD1.097	Aporte de la HC	TRD05ECD1 1:112 [porque nosotros nos quedamos en el como, sino que qué, qué concepto queremos que le quede al alumno...] (191:191)
TRD	TRD1.099	Aporte de la HC	1. TRD05ECD1 1:122 [los vamos a ayudar a entender que es el cambio químico] (217:217)
TRD	TRD1.100	Aporte de la HC	TRD05ECD1 1:123 [estamos tratando de que entienda eso sí, toda la idea de la química es que entiendan que es el cambio químico] (219:219)
TRD	TRD1.101	Aporte de la HC	TRD05ECD1 1:140 [comprender el cambio químico] (282:283)
TRD	TRD1.102	Aporte de la HC	1. TRD05ECD1 1:142 [reconocer no un cambio un tipo de reacción particular] (287:287)
TRD	TRD1.120	Aporte de la HC	TRD06ECD1 1:117 [Que vean lo importante qué es la Historia de la Química] (343:343)
TRD	TRD1.133	Aporte de la HC	TRD08ECD1 1:028 [ayudarlos a ordenar, qué hemos visto, yo pensaba a hacer como una cronología, como una presentación cortita en base a lo que tenemos acá (en el curso) sí lo tenemos] (29:29)
TRD	TRD1.143	Aporte de la HC	TRD08ECD1 1:105 [pero yo siento que con la pila de Daniell se puede todo] (206:206)
TRD	TRD1.145	Aporte de la HC	TRD08ECD1 1:152 [Ahora, esto es una propuesta distinta además que se incorpora la Historia que es un modelo de Ciencia que es el que nosotros debiéramos trabajar, eso es lo que veo por un lado] (383:383)
TRD	TRD1.147	Aporte de la HC	TRD08ECD1 1:157 [Ahora, creo que este tipo de actividad son las que hay que promover y cuesta] (383:383)
TRD	TRD1.093	Currículo - HC	TRD05ECD1 1:105 [tú sabes que cuando yo estaba leyendo yo decía pero esto me sirve para unir enlace, pero enlace lo tengo que ver en segundo y esto es en tercero...] (182:182)
TRD	TRD1.094	Currículo - HC	TRD05ECD1 1:109 [esto fue un gran descubrimiento...] (186:186)
TRD	TRD1.095	Currículo - HC	TRD05ECD1 1:110 [de átomo y eso lo ven en segundo...] (189:189)
TRD	TRD1.096	Currículo - HC	TRD05ECD1 1:111 [por lo tanto ahí estamos mal, tratamos de cumplir con un programa...] (189:189) 1:113 [ya entiendo porque están tan perdidos los alumnos...] (192:192)
TRD	TRD1.137	Currículo - HC	TRD08ECD1 1:044 [Yo de todas maneras, debiera a ver sido con más tiempo. Todo se esta pasando muy rápido, pero lamentablemente yo estoy pensando que ya se viene la semana de pruebas y se me va a ir...] (73:73)
TRD	TRD1.139	Currículo - HC	TRD08ECD1 1:047 [esa es la organización del colegio...] (90:90)
TRD	TRD1.142	Currículo - HC	TRD08ECD1 1:073 [Y entonces, a la vuelta tendría que retomar con el trabajo de ellos. No podría hacerlo, porque el tiempo no te da y no sacan nada con presionarlos, si lo que nos interesan son los alumnos y ellos tienen que internalizar bien y se van a quedar ahí, primero van a quedar fascinados en que sí les resulta o no la pila ...] (118:118)
TRD	TRD1.090	Estrategias para trabajar la HC	TRD05ECD1 1:036 [yo lo inicio desde...una forma de cómo podemos producir electricidad, cómo se produce electricidad] (78:78)

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

TRD	TRD1.091	Estrategias para trabajar la HC	TRD05ECD1 1:042 [la solución que se propone, por ejemplo, con sulfato de cobre, sulfato de zinc, se introduce un voltaje] (89:89)
TRD	TRD1.114	Estrategias para trabajar la HC	TRD06ECD1 1:065 [la pila de Volta está en introducción...] (206:206)
TRD	TRD1.116	Estrategias para trabajar la HC	TRD06ECD1 1:080 [que fuera explicando cómo se produce una reacción...] (231:231)
TRD	TRD1.118	Estrategias para trabajar la HC	TRD06ECD1 1:109 [tendría que ser una actividad grupal o, donde ellos tuvieran una guía que responder una pregunta...] (305:305)
TRD	TRD1.121	Estrategias para trabajar la HC	TRD06ECD1 1:126 [una pequeña biografía y los aportes...] (373:373)
TRD	TRD1.122	Estrategias para trabajar la HC	TRD06ECD1 1:128 [yo en el laboratorio hice una evolución y tengo a Berzelius y lo relaciono mucho con orgánica] (377:377)
TRD	TRD1.128	Estrategias para trabajar la HC	TRD07ECD1 1:067 [sí de orgánica, me apareció hoy día en una clase de cuarto, ni me acuerdo, bueno. Por eso le dije que lo leyeran en ese libro //Mil científicos, mil biografías//] (165:165)
TRD	TRD1.130	Estrategias para trabajar la HC	TRD07ECD1 1:101 [con ese curso no//sobre la V de Gowin//, va hacer difícil porque hay que explicar. Pero con ellos sí he trabajado mapas conceptuales, eso he trabajado con ese grupo...] (249:249)
TRD	TRD1.132	Estrategias para trabajar la HC	TRD08ECD1 1:009 [sí, yo sabía porque yo trabajo con Berzelius y siempre, incluso tengo unos afiches relacionados con la orgánica...] (21:21)
TRD	TRD1.134	Estrategias para trabajar la HC	TRD08ECD1 1:29 [Comenzamos leyendo, qué pasó, comentarles un poco de Jane Marcet y que vino ahora Volta y que fue lo que planteaba, Davy, qué dijeron uds. yo pienso que eso y Berzelius, y dejarlos como ordenaditos y centrados y de ahí continuar y eso me demoraría poco] (29:29)
TRD	TRD1.135	Estrategias para trabajar la HC	TRD08ECD1 1:032 [o sino también uno puede entregarle biografías extensas, donde este todo, pero que sepamos que lo pueden encontrar y hacerlos que la preparen pero en base a esa, cada uno en forma individual y después en grupo, ahí se podría cambiar eso...] (36:36)
TRD	TRD1.136	Estrategias para trabajar la HC	TRD08ECD1 1:042 [entregales una biografía a cada grupo y que ellos busquen ...] (56:56)
TRD	TRD1.138	Estrategias para trabajar la HC	TRD08ECD1 1:045 [quiero hacerlo así, porque pa mí lo ideal es cerrarla y si me quedarán unas tres clases, yo habría hecho de nuevo el trabajo, les había dado una media hora y ellos están acostumbrados a eso, yo les devuelvo las pruebas, los trabajos y sabes que está incompleto (lo que le dice a sus estudiantes) porque esa es la idea que aprendan, ud le falto esto búsquelo, tiene que mejorar esto...] (73:73)
TRD	TRD1.148	Estrategias para trabajar la HC	TRD08ECD1 1:154 [Porque yo di una actividad de taller, crear una actividad donde se creará una CPC y de nivel superior porque eso esta muy débil en el colegio, nos quedamos en lo básico, entonces salio bastante interesante por lo tanto yo siento que lo que estoy haciendo que estoy aprendiendo, lo estoy promoviendo allá, está multiplicado en 35 profesores de todas las especialidades, ahora todos me odian, porque están trabajando justo ahora. Y yo expuse todo lo que estábamos haciendo y conté estos la actividad del año pasado de enlace químico y hable de los aprendizajes previos de contrastar y lo hice muy natural y salió bien y creo que eso es muy interesante y que se están encontrando los profesores con la resistencia de los alumnos es que Ud. No paso materia...] (383:383)
TRD	TRD1.149	Estrategias para trabajar la HC	TRD08ECD1 1:160 [Y les quiero compartir algo, yo tuve que traer, exponer en el colegio sobre mi clase, bueno, yo definí las clases, pensando en una UD y la llame la clase perfecta o ideal. Bueno, hable todo los componentes de una clase, psicológicos, lógicos, sociológicos y por otro lado de las etapas, pensando en la exploración y todo. Hable me tocaba con una colega y no estuvo y lo hice sola. Entonces, el director hace tiempo que estaba esperando que esto lo llevarán a la práctica, tienen a todos los profesores a propósito, trabajando diseñando una actividad dentro de una clase y lo

			<p>tienen que exponer y entregar el 9 de julio, donde se desarrolle una habilidad metacognitiva o competencia. Porque yo di una actividad de taller, crear una actividad donde se creará una CPC y de nivel superior porque eso esta muy débil en el colegio, nos quedamos en lo básico, entonces salio bastante interesante por lo tanto yo siento que lo que estoy haciendo que estoy aprendiendo, lo estoy promoviendo allá, está multiplicado en 35 profesores de todas las especialidades, ahora todos me odian, porque están trabajando justo ahora. Y yo expuse todo lo que estábamos haciendo y conté estos la actividad del año pasado de enlace químico y hable de los aprendizajes previos de contrastar y lo hice muy natural y salió bien y creo que eso es muy interesante y que se están encontrando los profesores con la resistencia de los alumnos es que Ud. No paso materia...] (383:383)</p>
TRD	TRD1.146	Formación en HC del profesorado	<p>TRD08ECD1 1:154 [Porque yo di una actividad de taller, crear una actividad donde se creará una CPC y de nivel superior porque eso esta muy débil en el colegio, nos quedamos en lo básico, entonces salio bastante interesante por lo tanto yo siento que lo que estoy haciendo que estoy aprendiendo, lo estoy promoviendo allá, está multiplicado en 35 profesores de todas las especialidades, ahora todos me odian, porque están trabajando justo ahora. Y yo expuse todo lo que estábamos haciendo y conté estos la actividad del año pasado de enlace químico y hable de los aprendizajes previos de contrastar y lo hice muy natural y salió bien y creo que eso es muy interesante y que se están encontrando los profesores con la resistencia de los alumnos es que Ud. No paso materia] (383:383)</p>

En la fase III, la profesora Caroline plantea nuevas relaciones entre el contenido conceptual (O1) y los modelos teóricos (R1) con los aspectos del ser (Q3) desde el plano social comunicativo (P3). Así toma decisiones sobre el diseño y la articulación de los contenidos en unidad diferentes a las propuestas en el currículo, por ejemplo *cuándo yo estaba leyendo yo decía esto me sirve para unir enlace, pero enlace lo tengo que ver en segundo TRD1.093, TRD1.095.*

En cuanto a las estrategias para trabajar la Historia de la Ciencias durante la fase de diseño, Caroline, propone estrategias orientadas hacia la comprensión conceptual (O1), *que fuera explicando cómo se produce una reacción TRD1.116, cómo se produce electricidad TRD1. 090* relacionadas principalmente con el modelo de cambio químico (Q1). Además, caracteriza estas estrategias en relación al plano social comunicativo (P3) *tendría que ser una actividad grupal TRD1.118*, así como la incorporación de episodios históricos *contextualizados* por ejemplo *la pila de volta TRD1.114*, el uso de *biografías contextualizadas TRD1. 121*. Estas estrategias orientadas hacia un papel protagónico y activo del estudiante en donde el lenguaje (R3) juega un papel fundamental *que fuera explicando TRD1.116, ellos tuvieran que responder una pregunta TRD1.118, qué dijeron Uds TRD1.134*. La profesora Caroline, durante esta fase reconoce la importancia y el valor de los diferentes materiales desde la Historia de la Ciencia a trabajar con una intención didáctica, así como la complejidad, preparación y tiempo que se requiere para poder incorporar estas estrategias *TRD1.138* y el apoyo entre colegas o institucional para poder llevarlo a cabo. Al respecto además, mencionó la transferencia del trabajo en el curso a sus colegas del colegio a fin de promover competencias de pensamiento científico en la enseñanza de las ciencias, en particular de la química *TRD1.149*.

Así relacionó el diseño e implementación de estrategias desde la Historia de la Ciencia con la formación en Historia y el apoyo institucional y entre colegas, logrando la transferencia a los colegas de su colegio e iniciando una nueva discusión teórica sobre cómo trabajarlo en el aula *TRD1.146*.

A partir de los análisis anteriores, entonces se propone que el perfil conceptual de Caroline sobre Historia de la Ciencia en la Fase III, Figura 4.15, se caracteriza por relacionar el contenido conceptual (O1) desde los planos personal significativo (P1) y (P3), así como el saber conocer (Q1) en relación a las estrategias y la formación docente; el saber hacer (Q2) en relación al aporte de la Historia de la Ciencia y el saber ser (Q3) en función del currículo. Finalmente, sitúa la importancia de los modelos teóricos (R1) con respecto al aporte y el currículo e Historia de la ciencia y la importancia del lenguaje (R3) y la comunicación en las estrategias para incorporar la historia de la ciencia y la formación docente.

Figura 4.15 Perfil Conceptual de Caroline sobre Historia de la Ciencia Fase III.

PERFIL CONCEPTUAL CAROLINE HISTORIA DE LA CIENCIA FASE III.				
	O	P	Q	R
Aporte de la HC	1	1	2	1
Currículo e HC	1	3	3	1
Estrategias para trabajar la HC en el aula	1	3	1	3
Formación Docente en HC	1	1	1	3

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;
 Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3
 Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3
 Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.2.2.4 Perfil Conceptual sobre Historia de la Ciencia de Caroline en la Fase Evaluación e Implementación

Al terminar el taller de reflexión docente y las observaciones de clase las concepciones de la profesora Caroline sobre la Historia de la Ciencia demostraron algunos cambios que sitúan mayor complejidad en el perfil conceptual ya que incorpora nuevos elementos y los sitúa desde los diferentes planos. Al respecto en la Tabla 4.37 se proponen las diferentes unidades de análisis, demostrando como ella enriquece su discurso al respecto y como complejiza las diferentes subcategorías de análisis.

Con respecto al aporte de la historia de la ciencia, este lo sitúa principalmente en relación al contenido instrumental (O2), al saber hacer (Q2) *hay resultados positivos TRD1.166, aparte de que estamos incorporando historia, el alumno tiene un producto TRD1.022, les quedo clarito que era importante Volta TRD1.153..* Además este aporte lo sitúa en un plano social comunicativo (P3), así ella manifestó su total acuerdo con los ítems 3, 12, 15 y 18 del C09, aspectos relacionados con la *motivación, incentivos o efectos por los cuales se desarrolla el trabajo científico TRD (P3), así como una imagen y actitud positiva hacia y sobre la ciencia y el valor de las diferentes audiencias en la construcción de conocimiento científico.* Por otra parte, *el valor de la historia de la ciencia para conocer los instrumentos, métodos y estrategias C091.10 (Q2).* Con respecto a la relación entre Historia de la Ciencia y el mejoramiento de las competencias de pensamiento científico, ítems 6 y 9, manifestó su parcial acuerdo.

Tabla 4. 37 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Caroline acerca de la Historia de la Ciencia Fase IV. Evaluación e Implementación

CATEGORÍA: CONCEPCIONES DE CAROLINE ACERCA DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA (FASE IV)			
Instrumento	Id.	Códigos	Unidades de Análisis
TRD	TRD1.153	Aporte de la HC	TRD09ECD1 1:119 [les quedo clarito que era importante Volta] (195:195)
TRD	TRD1.159	Aporte de la HC	TRD09ECD1 1:130 [hacen uso de las conexiones de las herramientas que sí tienen, más lo que están observando ahora, porque lo lógico] (227:227)
TRD	TRD1.166	Aporte de la HC	TRD10ECD1 1:006 [sí, hay resultados positivos] (24:24)
TRD	TRD1.169	Aporte de la HC	TRD10ECD1 1:022 [yo hay otra importante, con este estilo de trabajo, aparte de que estamos incorporando la HC es que en cada clase el alumno tiene que tener un producto, osea un producto, sea cual sea, pero que haga algo que te lo entregué, que trabajé él más que nosotros] (47:47)
TRD	TRD1.175	Aporte de la HC	TRD10ECD1 1:043 [Esto es cosa positiva, osea, pero aquí lo que opino es que hay que tener un poco de conocimiento de HC de la noción que va a explicar, osea, si en este caso la electroquímica. Pero ya conozco 1, 2, 3, 4 la Tabla periódica, el enlace químico, los modelos atómicos, ahora puedo organizarlo con la electroquímica, así que ya tengo 4 cosas ganadas que las puedo seguir aplicando y mejorando. Porque cuando uno tiene más experiencias, está más tranquila, ya sabía el final, en cambio ahora íbamos como emergiendo, viendo lo que estábamos haciendo, tratando de trabajar la argumentación....] (84:84)
TRD	TRD1.178	Aporte de la HC	TRD10ECD1 1:058 [ventaja, encuentro que lograron lo que nosotros queríamos, el conocimiento, la noción científica...] (82:82)
TRD	TRD1.179	Aporte de la HC	TRD10ECD1 1:059 [claro, sí, sí lo que sí no te lo podría ellos decir, o escribir así tan bien, pero que lo tienen, estoy segura, me lo van comunicando, pero sí yo se lo pidiera a ver escribanme rápidamente esto, no son tan, tienen esas deficiencias de describir y redactar, porque lo hemos comentado y estas conversaciones creo que han sido valiosas, el decir otros no entendimos nada, pero por qué, que es lo que he estado pensando que es un alumno que memoriza todo, mecánicamente, entonces, le cambiaste y donde estudiaba, él es el de que temas me aprendo y eso los lleva a que sean de memorizar por la forma de enseñar...] (84:84)
TRD	TRD1.183	Aporte de la HC	TRD10ECD1 1:065 [Eso les va quedando, porque de los nombres se pueden olvidar, pero les va a quedar que vino uno, después otro y otro y al final, tenemos un conocimiento...] (95:95)
TRD	TRD1.188	Aporte de la HC	TRD10ECD1 1:072 [pero, justamente para que encuentre un fin práctico, no basta con decir la teoría de Lavoisier, después la teoría...] (102:102)
C09	C091.1	Aporte de la HC	La Historia de la Ciencia permite que los y las estudiantes dominen los conceptos científicos
C09	C091.2	Aporte de la HC	La Historia de la Ciencia permite que los y las estudiantes aprendan definiciones científicas, leyes y teorías
C09	C091.3	Aporte de la HC	La Historia de la Ciencia promueve que los y las estudiantes comprendan la naturaleza tentativa del conocimiento científico
C09	C091.4	Aporte de la HC	La Historia de la Ciencia ayuda a entender cómo los factores sociales, económicos o políticos están estrechamente relacionado con los esfuerzos científicos
C09	C091.5	Aporte de la HC	La Historia de la Ciencia contribuye a comprender que las personas que trabajan en ciencias son hombres y mujeres, que no son diferentes de cualquier persona
C09	C091.6	Aporte de la HC	La Historia de la Ciencia contribuye a que los y las estudiantes desarrollen un proceso sistemático de pensamiento
C09	C091.7	Aporte de la HC	La Historia de la Ciencia desarrolla mejor las competencias de pensamiento científico
C09	C091.8	Aporte de la HC	La Historia de la Ciencia permite aumentar la capacidad de investigación en los y las estudiantes

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

C09	C091.9	Aporte de la HC	La Historia de la Ciencia permite ver los motivos, incentivos o efectos por los cuales se desarrolla el trabajo científico
C09	C091.10	Aporte de la HC	La Historia de la Ciencia permite conocer el valor de los instrumentos, métodos y estrategias que se utilizan para la construcción de conocimiento científico
TRD	TRD1.152	Currículo - HC	TRD09ECD1 1:028 [Y hoy día me quede súper contenta, a les dije yo, que bueno porque tenemos un trabajo pendiente todavía y hay que hacerlo, así que hay que evaluar todo el trabajo y entonces, de ahí nació, me dijeron entonces Ud. escriba las preguntas y fue una buena idea y lo voy a hacer así, y se las contestamos a vuelta de vacaciones] (15:15)
TRD	TRD1.176	Currículo - HC	TRD10ECD1 1:048 [que con lo que nosotros hicimos tiene lo más importante] (88:88)
TRD	TRD1.177	Currículo - HC	TRD10ECD1 1:49 [a la final qué les vas a enseñar, ya, supongamos por el método ión electrón, la oxidación y la reducción, pero ya saben que esa es la oxidación, la relacionan con la pila, entonces, lo tienen] (90:90)
TRD	TRD1.150	Estrategias para trabajar la HC	TRD09ECD1 1:018 [yo lo que hice fue una síntesis, de lo que llevábamos, un orden de donde íbamos, partí de, conté todo esto (Davy y Berzelius) y después, llegué a la pila y conté que porque ver la pila con ellos y después vimos la pila, que fueran ellos diciendo cómo hacerla tenían algunas ideas, siento que tenían y hartó] (15:15)
TRD	TRD1.151	Estrategias para trabajar la HC	TRD09ECD1 1:020 [pero la arme sola primero en la pizarra y luego, y qué más a través de preguntas, y yo creo que eso es importante] (15:15)
TRD	TRD1.165	Estrategias para trabajar la HC	TRD10ECD1 1:001 [osea uno no sé da cuenta que lograron, me di cuenta el día de la prueba, hice la prueba muy globalizada muy general porque es la idea del colegio, no caer en que calculen números de oxidación, nada de eso, hice una pregunta muy parecida a la que habíamos hecho, para que a ver si ellos identificaban la oxidación reducción, lo pregunte de dos formas y hoye hoy día la prueba y ellos me comentaron, oye Profe fácil su prueba.] (20:20)
TRD	TRD1.173	Estrategias para trabajar la HC	TRD10ECD1 1:039 [no tan a fondo pero sí tienen que tener el material para poder, un material hay que tenerlo, osea, hay que buscarlo y reconocerlo, por ejemplo, yo de hecho trabajo mucho con Historia, pero nada que ver, osea, yo he hecho que hagan biografías, que hagan una actitudinalización histórica, una línea de tiempo, afiches, lo he hecho con la teoría atómica, pero no así, porque a lo mejor estaba promoviendo competencias, sí, pero no estaba pensando en que las quería promover...] (77:77)
TRD	TRD1.174	Estrategias para trabajar la HC	TRD10ECD1 1:040 [incluso que sintetizarán, al ponerlos a hacer un afiche, habían varias cosas que yo les exigía sin saber que era una CPC y que les cuesta más...] (79:79)
TRD	TRD1.182	Estrategias para trabajar la HC	TRD10ECD1 1:064 [Entonces, sí tu le cuentas un poquito, no es contarle todo, ellos se van dando cuenta, yo creo que eso, eso lo van entendiendo y después, viene este otro e hizo este aporte...] (95:95)
TRD	TRD1.184	Estrategias para trabajar la HC	TRD10ECD1 1:066 [Yo ahora estoy haciendo un trabajo con los polímeros]
TRD	TRD1.185	Estrategias para trabajar la HC	TRD10ECD1 1:067 [sí y salieron varios]
TRD	TRD1.186	Estrategias para trabajar la HC	TRD10ECD1 1:068 [Y ellos (estudiantes) están armando la línea de tiempo]
TRD	TRD1.187	Estrategias para trabajar la HC	TRD10ECD1 1:069 [Van viendo y solucionando problemas y qué paso]
TRD	TRD1.190	Estrategias para trabajar la HC	TRD10ECD1 1:84 [Con relación a las CPC y bueno, que hay que seguir incorporándolo con otros contenidos, donde uno crea, lo importante es relacionar lo de la CPC, saber lo que uno quiere, a mí gusta saber lo que quiero, hay que buscar estrategias. Pero hay algo, hay bastante escrito, hay investigaciones no sé de HC, pero que te digo, hay cosas de cómo mejorar (a ECD2) en el fondo pienso que estás buscando distintas formas de trabajar en el fortalecer CPC hay información, yo he encontrado, muchas estudios de argentina, España donde hay trabajos, investigaciones, de cómo promover CPC, hay estudios también en nivel superior] (129:129)

OBSC	OBSC1.057	Estrategias para trabajar la HC	OBSC1ECD1 1:261 [EC1:1: para el próximo lunes, tarea, pongan mucha atención, me lo van a traer en una hojita y lo vamos discutir. Una pequeña biografía de cada uno. Segundo, segundo, para el próximo lunes. El lunes de tarea, biografía de cada uno, el aporte de cada uno en referente a la química y a la electroquímica] (333:333)
OBSC	OBSC1.058	Estrategias para trabajar la HC	OBSC1ECD1 1:262 [EC1: y fueran a buscar en el libro de biografías de mil científicos] (335:335)
OBSC	OBSC1.059	Estrategias para trabajar la HC	OBSC1ECD1 1:263 [EC1:1: Ya, que bueno. De todas maneras Pedro, en la biblioteca está, buscan que están ahí las biografías y sino recurran a Internet. Y me encantaría que fueran a la biblioteca a leer ese libro, o sea buscar ahí. Porque yo se que salen mas de mil biografías de científicos del año 1800, de toda esta época que nosotros estamos viendo.] (339:339)
OBSC	OBSC1.072	Estrategias para trabajar la HC	OBSC2ECD1 2:027 [En 20 minutos van a preparar, ya, van a preparar, digamos, un tipo de debate] (112:112)
OBSC	OBSC1.091	Estrategias para trabajar la HC	OBSC2ECD1 2:051 [EC1:1 Vamos a escuchar durante cinco, diez minutos la exposición primero del grupo de Davy y luego la de Berzelius. Pero mientras el grupo de ellos expone, ustedes, y aquí va su primer trabajo, van a (...) tomar nota según esta tabla. Le van a poner primero el nombre, entonces ustedes van a anotar lo que van exponiendo de lo que explican sus compañeros] (150:150)
OBSC	OBSC1.134	Estrategias para trabajar la HC	OBSC3ECD1 3:13 [en el cual ustedes buscaron una biografía y el aporte que habían hecho al ambiente químico. Aquí, en el caso de esta fase, en esta clase, ustedes dijeron que les había faltado información, que no quedó claro, por las respuestas que tengo en sus trabajos, pero si algunos, los leí, realmente encontraron, encontraron algunos aportes y entendieron alguna cosa] (38:38)
OBSC	OBSC1.145	Estrategias para trabajar la HC	OBSC3ECD1 3:28 [Y después de ahí, nació la tarea, la tarea era la biografía de Davy y Berzelius] (56:56)
OBSC	OBSC1.166	Estrategias para trabajar la HC	OBSC4ECD1 4:110 [EC1:1 digan es lo mismo. Ahora díganme consideran que incorporando, yo fui contándoles Historias] (289:289)
OBSC	OBSC1.188	Estrategias para trabajar la HC	OBSC4ECD1 4:139 [EC1:1 eso, cómo fue históricamente hecho ese concepto, pero después pasamos a ver una definición correcta y después pasamos a ver nuestro propio concepto] (338:338)
TRD	TRD1.170	Formación en HC del profesorado	TRD10ECD1 1:025 [En muy pocos colegios, porque nos formaron así, hay que reconocerlo, si uno quiere generar cambios tiene que aceptarlo y a mí que me digan que está bien o está mal, bien, lo voy a hacer mejor para la otra vez...] (49:49)
TRD	TRD1.172	Formación en HC del profesorado	TRD10ECD1 1:038 [primero una debilidad personal que yo no conozco, osea para poder hacer un trabajo de este tipo hay que tener la fundamentación, osea la historia de la electroquímica, osea del tema, tengo que conocerlo muy bien porque de ahí van a surgir las formas como yo voy a planificar las actividades y eso nosotros, por lo menos yo, tengo algunas osea conozco pero así tan a fondo, no...] (75:75)
TRD	TRD1.189	Formación en HC del profesorado	TRD10ECD1 1:83 [yo había leído harto y ahora, aprendí cómo se hace, es lo más importante, llevarlo a la práctica. Yo había leído de HC, pero no me lo imaginaba hacerlo así, relacionándolo con las CPC, la forma de trabajar, interesante] (129:129)

A pesar que otorga mayor importancia al aspecto procedimental respecto al aporte de la historia de la ciencia, es importante mencionar que establece una fuerte relación entre currículo y la historia de la ciencia para saber conocer (Q1) los modelos teóricos (R1). Ella reconoce la importancia de la historia para la comprensión de los conceptos químicos, *permite que los estudiantes dominen los conceptos científicos C091.01* y esta comprensión conceptual la relaciona con los contenidos procedimentales (O2) del currículo, de tal manera que los pueda alcanzar o pueda realizar acciones instrumentales (P2) *supongamos por el método ión electrón, la oxidación y la reducción, pero ya saben que esa es la oxidación, la relacionan con la pila, entonces, lo tienen TRD1.152.*

Teniendo en cuenta lo anterior, las estrategias que propone para incorporar la historia de la ciencia en la actividad química escolar, está orientada hacia la comprensión de los modelos teóricos (R1) el saber conocer los conceptos químicos (Q1), pero en función de un contenido contextualizado (O3) y desde un plano social comunicativo (P3). Así ella manifiesta su total acuerdo en los ítems 1, 4, 16 y 19 que relaciona la historia de la ciencia con el saber conocer (Q1) dominio de los conceptos científicos; la construcción de modelos o explicaciones de los fenómenos científicos (R1), pero no sólo reducido a al aprendizaje de definiciones científicas, leyes y teorías, está parcialmente de acuerdo con el ítem 7, lo que supone además, otros aspecto relacionados. Al respecto, ella declara que *osea uno no sé da cuenta que lograron, me di cuenta el día de la prueba, hice la prueba muy globalizada muy general porque es la idea del colegio, no caer en que calculen números de oxidación, nada de eso, hice una pregunta muy parecida a la que habíamos hecho, para que a ver sí ellos identificaban la oxidación reducción, lo pregunte de dos formas y hojee hoy día la prueba y ellos me comentaron, oye Profe fácil su prueba TRD1.165.* Así se evidencia que la importancia de la estrategia no está en la

propia estrategia sino en la orientación didáctica que se le otorgue de tal modo que interrelacione la los modelos teóricos (R1) los conceptos químicos (Q1) con el contexto del estudiantado (O3) desde el plano social comunicativo (P3),

Con respecto a la formación docente ella expresa la necesidad de una fundamentación didáctica de la Historia de la Ciencia en la enseñanza (R1), muestra parcial acuerdo en el ítem 13. El ítem 10 no lo contesta. A pesar de haberlo trabajado de manera autónoma e ingenua reconoce el papel centrar de conocer los modelos teóricos (R1) al respecto para poder desarrollarlo en la práctica *yo había leído harto y ahora, aprendí cómo se hace, es lo más importante, llevarlo a la práctica Yo había leído de HC, pero no me lo imaginaba hacerlo así, relacionándolo con las CPC, la forma de trabajar, interesante TRD1.189*. Esta formación docente en historia de la ciencia, asimismo la plantea como una desde un plano personal (P1) *una debilidad personal que yo no conozco, osea para poder hacer un trabajo de este tipo hay que tener la fundamentación, osea la historia de la electroquímica, osea del tema, tengo que conocerlo muy bien porque de ahí van a surgir las formas como yo voy a planificar las actividades y eso nosotros, por lo menos yo, tengo algunas osea conozco pero así tan a fondo, no TRD1. 172*.

De esta manera la profesora Caroline, presentó cambio con respecto a sus concepciones acerca de la historia de la ciencia y no sólo privilegió los aspectos contextuales sino que además tuvo acogida para el desarrollo de los conceptos y modelos teóricos orientados hacia el plano social comunicativo. En particular se evidenció un perfil conceptual sobre la historia de la ciencia orientado hacia la promoción de los aspectos teóricos (R1), la comprensión de de estos modelos, el saber conocer (Q1) para poder lograr esto la profesora reconoce de una manera

importante la integración de estos modelos teóricos con los aspectos contextuales (O3) y sociales (P3).

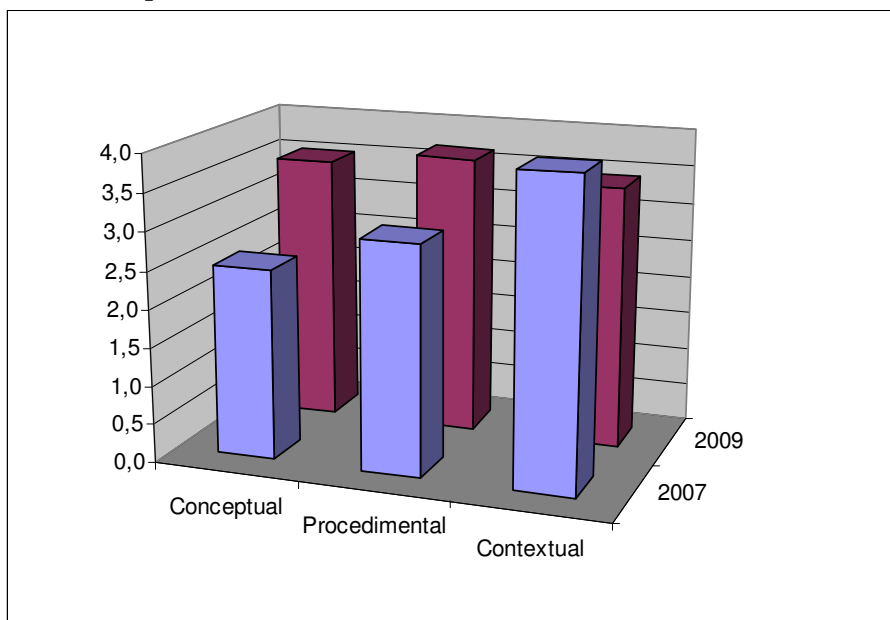
Figura 4.16 Perfil Conceptual de Caroline sobre Historia de la Ciencia Fase IV.

PERFIL CONCEPTUAL CAROLINE HISTORIA DE LA CIENCIA FASE IV.				
Aporte de la HC	2	3	2	2
Currículo e HC	2	2	1	1
Estrategias para trabajar la HC en el aula	3	3	1	1
Formación Docente en HC	3	3	3	1

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;
Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3
Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3
Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

Al terminar el taller de Formación Docente, los resultados obtenidos presentaron leves matices en relación a los obtenidos a través del cuestionario (C07) (Figura 4.17) Ella sólo estuvo en total acuerdo con los ítems 8, 11 y 17, reconoce el valor de las personas en las comunidades científicas, tanto hombres como mujeres, así como la posibilidad que el estudiantado se sitúe, relaciones y comprenda el contenido que está aprendiendo, desde la Historia de la Ciencia. Presente un acuerdo parcial en los ítems 2, 5, 14 y 20, relacionados con los factores sociales, económicos, políticos y su relación con los esfuerzos científicos; la metodología científica; la diversidad cultural y el dominio de los conceptos científicos.

Figura 4.17. Concepciones acerca de la Historia de la Ciencia de la Profesora Caroline



Así a través de la comparación de los resultados de Caroline mediante los cuestionarios (C07), (C08) y (C09), se evidenció un cambio conceptual con respecto a la historia de la ciencia en donde se otorgó un valor similar a las tres dimensiones de la Historia de la ciencia, en particular se destaca el cambio en la dimensión conceptual hacia una perspectiva más constructivista.

Este aspecto relacionado con el cambio conceptual en las concepciones de la profesora Caroline, se discuten con mayor profundidad en el apartado de resultados correspondiente a Cambio Conceptual en las concepciones sobre Historia de la Ciencia.

4.3.2.3 Resultados y Análisis del Estudio de Caso Emilio acerca de la Historia de la Ciencia

4.3.2.3.1 Perfil Conceptual sobre Historia de la Ciencia de Emilio en la Fase Diagnóstico.

A través de las diferentes unidades de análisis (Tabla 4.38) se pudo interpretar la visión de historia de la ciencia de Emilio con respecto al aporte de la historia de la ciencia. Así se evidenció que esta se sitúa en un función del saber conocer (Q1) de los modelos teóricos (R1) en relación al plano social (P3) y los contenidos contextuales (O3). Él sólo contesta dos ítems el 54, relacionado con los patrones de desarrollo individual y colectivo en la construcción de conocimientos, allí manifiesta estar en parcial desacuerdo y el ítem 70 en donde señala parcial acuerdo con la relación entre historia de la ciencia y enseñanza de las ciencias. Al parecer el profesor reconoce el valor de la historia de la ciencia desde una clara posición ante el aporte contextual de la historia de la ciencia *“es como para que el alumnos los haga reflexionar y ... aprenda digamos o más que nada que comprendan el tipo de aporte de la teoría que trabaja este autor TRD2.002”*. Sin embargo, señala como una desventaja la relación entre este componente y el currículo, considerando que es necesario *“Buscar las instancias de efectuar algunas modificaciones al subsector de química o la reestructuración de los programas”* (Emilio C08), para Emilio, es importante lo que dice el currículo y señala que incorporar la historia de la ciencia *“sí es posible, realizando algunas modificaciones del programa”* (Emilio, C08).

Tabla 4. 38 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Emilio acerca de la Historia de la Ciencia Fase I. Diagnóstico

CATEGORÍA: CONCEPCIONES DE EMILIO ACERCA DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA (FASE I)			
Instrumento	ID.	Códigos	Unidades de Análisis
C07	C072.01	Aporte de la HC	HC1 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.
C07	C072.04	Aporte de la HC	HC38 Incorporar la historia de la ciencia en la enseñanza, es necesario desde el punto de vista de comprender la ciencia que se transmite.
C07	C072.06	Aporte de la HC	HC68 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.
C08	C082.1	Aporte de la HC	<i>Ventajas: Los alumnos obtendrían una visión más concreta ya que la investigación científica requiere un largo camino hacia el descubrimiento.</i>
C08	C082.4	Currículo - HC	<i>Si es posible, realizando algunas modificaciones al programa.</i>
C07	C072.02	Estrategias para trabajar la HC en el aula	HC14 La incorporación de episodios históricos acerca de y sobre la ciencia, promueve aprendizajes significativos en los estudiantes.
C08	C082.5	Estrategias para trabajar la HC en el aula	<i>Con documentos y relatos preparados destacando el período histórico y la relevancia del aporte científico a la sociedad actual.</i>
C07	C072.03	Formación en HC del profesorado	HC30 El profesorado de ciencias puede utilizar la historia de la ciencia para diseñar actividades y estrategias significativas de enseñanza.
C07	C072.07	Formación en HC del profesorado	HC 70 La utilización de la historia de la ciencia en la enseñanza, debe tener una fundamentación didáctica del conocimiento erudito.

Así con respecto a los ítems relacionados con la comprensión contextual, Emilio manifiesta total acuerdo de la misma manera que lo hace la profesora Caroline. Este aspecto se confirma durante el cuestionario (C08) cuando él señala como ventaja de la incorporación del componente histórico de la ciencia, lo siguiente, otorgando principalmente un valor contextual para la historia de la ciencia.

“Los alumnos obtendrían una visión más concreta ya que la investigación científica requiere un largo camino hacia el descubrimiento. Valorarían las contribuciones de los científicos a las necesidades del hombre”

Aludiendo a la relación que el profesor manifiesta entre historia de la ciencia y currículo, se observó que esta propuesta sólo en función de lo procedimental (O2, P2, Q2, R2) pues el supone la incorporación de la historia en la medida que el currículo lo permita, a pesar de reconocer el valor contextual de esta para la actividad química escolar *Si es posible, realizando algunas modificaciones al programa C082.04.*

En cuanto a las estrategias para trabajar la historia de la ciencia en el aula, Emilio, muestra total acuerdo en los ítems 30 y 14, relacionados con la incorporación de la historia en la educación científica, así como el uso de diferentes estrategias y actividades con este componente. Sin embargo, al igual que Caroline manifiesta total acuerdo con el ítem 79 que fue formulado desde una visión dogmática en relación al desarrollo histórico del conocimiento científico, él además señala que esto se puede realizar *Con documentos y relatos preparados destacando el período histórico y la relevancia del aporte científico a la sociedad actual C082.05.* Lo que supone las estrategias en función del plano

instrumental operativo (P2) relacionando contenidos procedimentales (O2) y función del saber hacer (Q2) y la técnica de aplicación (R2).

En cuanto a la formación docente, Emilio manifiesta total acuerdo con los ítems 30 y 70 en relación al uso de la historia de la ciencia por parte del profesorado para diseñar actividades significativas de enseñanza, así como la fundamentación didáctica que debe tener dicha utilización. Sólo hace mención de este aspecto a través del C07.

Así el perfil conceptual del profesor Emilio con respecto a la Historia de la Ciencia en la Fase I, Figura 4.18 propone un fuerte componente instrumental con respecto al currículo, las estrategias y la formación docente que incorporen este componente teórico. En cuanto al aporte de la historia de la ciencia la sitúa desde un plano contextual (P3) en relación al contenido contextual (O3) que puede orientarse hacia el saber conocer (Q1) y los modelos teóricos. Aquí se propone además que si estas relaciones son instrumentales, él profesor declara la declaración explícita del currículo o los programas para poder desarrollarse en el aula.

Figura 4.18 Perfil Conceptual de Emilio sobre Historia de la Ciencia Fase I.

PERFIL CONCEPTUAL EMILIO HISTORIA DE LA CIENCIA FASE I.				
	O	P	Q	R
Aporte de la HC	3	3	1	1
Currículo e HC	2	2	2	2
Estrategias para trabajar la HC en el aula	2	2	2	2
Formación Docente en HC	2	2	2	2

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;

Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3

Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3

Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

4.3.1.3.2 Perfil Conceptual sobre Historia de la Ciencia de Emilio en la Fase Fundamentación Teórica.

En esta fase se identificaron unidad de análisis del discurso (Tabla 4.39) que permitieron caracterizar el perfil conceptual del profesor Emilio sobre Historia de la Ciencia, durante la segunda fase de la investigación.

Con respecto a los aporte de la historia de la ciencia, Emilio los sitúa principalmente en relación al contenido contextual (O3) y al plano social comunicativo (P3), él manifiesta que la historia de la ciencia *es como para que el alumno los haga reflexionar TRD2. 002, como para que se sitúe TRD2. 004, que valoren el aporte y vayan dando un sentido más concreto TRD2. 006, darle un sentido más valórico a la ciencia TRD2.014.* Así este además es relacionado con el propio saber conocer (Q1) los modelos teóricos de la química (R1), es decir que *ir entendiendo desde el punto de vista de la enseñanza de la química TRD2.006.*

En cuanto al currículo se observaron cambios en particular en relación hacia la comprensión del saber conocer (Q1) y los modelos teóricos (R1), así integra la historia de la ciencia al currículo y la reconocer como un aspecto importante para la formación del estudiantado *abarca, con esos dos elementos de la formación de los jóvenes, de los adolescentes, partiendo de la primera formación del niño que se les pasa historia y religión a la vez TRD2.057.* señalando además un plano social (P3), relacionado con contenidos contextuales (O3) como por ejemplo la *fermentación o elaboración de vino TRD2.058*

Sí bien el profesor Emilio durante la segunda fase de la investigación incorpora o propone desde su discurso nuevas estrategias para trabajar la historia de la ciencia en el aula, éstas aún se caracterizan por estar situadas en relación al contenido procedimental (O2) y desde el plano instrumental (P2) por ejemplo *que a partir de los primeros conceptos, que bueno acá la propuesta es de Volta, recopilar un poco de antecedentes y de Volta y dar cuenta hasta la primera fuente eléctrica TRD2.034. Se evidencia una gran preocupación por disponer de la cantidad de materiales, qué recursos TRD2.048 o por saber cómo aplicarlos nosotros vamos a trabajar ese material, vamos a disponer de eso TRD2.050* promoviendo la comprensión de las técnicas de aplicación (R2) y el saber hacer (Q2).

Tabla 4. 39 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Emilio acerca de la a de la Historia de la Ciencia Fase II. Fundamentación Teórica

CATEGORÍA: CONCEPCIONES DE EMILIO ACERCA DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA (FASE II)			
Instrumento	ID.	Códigos	Unidades de Análisis
TRD	TRD2.002	Aporte de la HC	TRD01ECD2 1:009 [es como para que el alumnos los haga reflexionar y ... aprenda digamos o más que nada que comprendan el tipo de aporte de la teoría que trabaja este autor...] (50:50)
TRD	TRD2.004	Aporte de la HC	TRD01ECD2 1:012 [también les va a dar un, algún tipo de valor sí o les da no sé, va a hacer que esté niño se sitúe y ... en ese proceso histórico que vivieron los científicos...] (50:50)
TRD	TRD2.006	Aporte de la HC	TRD01ECD2 1:014 [cosa para que logren valorar el aporte y vayan dando también un sentido más concreto, para ir entendiendo, para ir entendiendo desde el punto de vista de la enseñanza de la química...] (50:50)
TRD	TRD2.011	Aporte de la HC	TRD02ECD2 1:010 [darle un sentido más valórico a la misma ciencia...] (108:108)
TRD	TRD2.014	Aporte de la HC	TRD02ECD2 1:050 [yo lo veo ahora como más complejo...] (165:165)
TRD	TRD2.015	Aporte de la HC	TRD02ECD2 1:051 [lo había visualizado en cómo agregar el componente histórico, como herramienta de motivación, sin embargo, lo que está planteando acá el documento, es considerar todas las instancias sociales, que vivieron en ese momento...] (165:165)
TRD	TRD2.033	Aporte de la HC	TRD02ECD2 1:127 [el mismo hecho de hacerle actividades con ecuaciones a los alumnos que no tiene mucha trascendencia y después de trabajar que eso ya es prácticamente, lo que plantea la profesora de matemáticas, mucha matemáticas y prácticamente ya cuando uno ha pasado la unidad y los estudiantes tampoco la han, uno tiene que volcar todo y hacerle una transformación y pintarla de forma distinta para volver a retomar un poco entusiasmo y optimismo porque eso es lo que, a mí me parece digamos bastante apropiado trabajar bien la parte de la historia de la ciencia con esta unidad y pasar un sentido, mucho más práctico que sólo las ecuaciones] (391:391)
TRD	TRD2.042	Aporte de la HC	TRD03ECD2 1:030 [después de proponer la hipótesis de llevar a cabo el experimento, osea de realizar este tipo de actividades se logro que los estudiantes de ciencias obtuvieran una imagen más completa y más contextualizada de la ciencia, de la química en realidad...] (107:107)
TRD	TRD2.024	Conocimiento científico	TRD02ECD2 1:063 [por hablar de Copérnico, que fue, fue condenado en la inquisición, pero no habla de, no me baso un poco más atrás en la persecución que tenían todos los científicos y cuantos tuvieron que permanecer callados, por la vida que había justamente, por el régimen feudal, régimen, la poderosa iglesia que castigaba que a la gente que se desviaba de los principios que estaba planteando...] (173:173)
TRD	TRD2.057	Currículo - HC	TRD04ECD2 1:012 [abarca, con esos dos elementos de la formación de los jóvenes, de los adolescentes, partiendo de la primera formación del niño que se les pasa historia y religión a la vez...] (57:57)
TRD	TRD2.058	Currículo - HC	TRD04ECD2 1:017 [la fermentación, la elaboración del vino y esas temáticas en algún momento nosotros también las tocamos...] (67:67)
TRD	TRD2.001	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD01ECD2 1:008 [tratando de ubicar en ese contexto histórico, bajo los elementos y materiales de la época...] (50:50)
TRD	TRD2.007	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD01ECD2 1:083 [pero uno lo sitúa en un marco pequeño y después viene lo otro, y de ahí vienen un trabajo sobre la teoría y después viene y presentas la información, pero al final, queda siendo la historia tuya] (102:102)
TRD	TRD2.009	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD01ECD2 1:109 [ojala nosotros podemos, lo que propongamos, que ellos investiguen en Internet y se logre entusiasmar más...] (118:118)
TRD	TRD2.017	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD02ECD2 1:057 [porque el hecho de llegar y decirle la biografía como aparte de la que esta pasando, también hay una desconexión porque al pasar a centrarse en la ley o en la ecuación, que yo estaba diciendo recién del científico, uno se, se descentra de lo que estoy planteando...] (165:165)
TRD	TRD2.025	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD02ECD2 1:064 [porque yo finalmente enseñé las leyes de Copérnico, enseñé la ley y bueno, lamentablemente Copérnico fue condenado y paso a los tribunales de la inquisición, pero no me baso, no le doy contexto, lo que dice en documento] (173:173)
TRD	TRD2.030	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD02ECD2 1:089 [claro, uno se guía más por la primera (visión diacrónica de la historia de la ciencia), siempre uno pensando en forma personal, que ocurrió tales cosas y se fue descubriendo...] (293:293)

TRD	TRD2.034	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD02ECD2 1:151 [hay que partir de los primeros conceptos, que bueno acá la propuesta es partiendo de Volta, recopilar un poco de antecedentes antes de Volta y dar cuenta hasta la primera fuente de energía eléctrica, y de ahí a... Faraday y de ahí la comprensión diacrónica...] (439:439)
TRD	TRD2.035	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD02ECD2 1:161 [de una simulación, la persona se enroliza con el personaje, porque justamente cuando le empiezan a atacar su ego, cuando le empieza a recibir sus ataques, entonces él busca de una u otra forma entender...] (499:499)
TRD	TRD2.048	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD03ECD2 1:113 [es disponer de la cantidad de materiales, qué recursos, sobre eso yo me imagino de tomar materiales distintos y después sobre eso, armar uno para poder trabajarlo con los alumnos...] (279:279)
TRD	TRD2.049	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD03ECD2 1:116 [nosotros vamos a trabajar con ese material, lo vamos a dedicar a eso...] (282:282)
TRD	TRD2.050	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD03ECD2 1:117 [promover la lectura del texto original, es hacer un extracto de la lectura de una evidencia que ocurrió...] (284:284)
TRD	TRD2.051	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD03ECD2 1:118 [que eso lo redactamos nosotros, lo producimos nosotros para darle toda la intención...] (284:284)
TRD	TRD2.055	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD04ECD2 1:010 [de una visión lo más atrás posible partir de lo que, las biografías más antiguas de las referencias más antiguas que se tienen...] (57:57)
TRD	TRD2.056	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD04ECD2 1:011 [darle el conocimiento de todo, la cultura más primitiva, porque por una parte se enseña historia y por otra parte, se enseña la religión y sobre todo...] (57:57)
TRD	TRD2.062	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD04ECD2 1:043 [adaptación para mí, yo la voy a entender para mí, pero también tengo que pensar en mis estudiantes que tampoco están tan familiarizados con los elementos químicos, que eso] (80:80)
TRD	TRD2.088	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD04ECD2 1:137 [eso les va a dar un sentido de más real, teniendo esa visión, que les va a servir para que puedan estudiar más, se motiven más, conociendo realidad y cultura que fueron totalmente difíciles, para ellos ni siquiera se lo imaginan] (237:237)
TRD	TRD2.012	Formación en HC del profesorado	TRD02ECD2 1:011 [Porque resulta que uno entre los primeros, primero segundo, tercero, todo eso ahí queda toda la parte contundente de que a uno lo alimenta como profesor, pero ya después en la última etapa, cuando ya lo último que quiere es recibir, digamos el título, trata de terminar una memoria...] (112:112)
TRD	TRD2.013	Formación en HC del profesorado	TRD02ECD2 1:012 [Por eso es que, llega como a la brecha final, como que no es algo que se haya planteado dentro de los primeros inicios de la carrera, no sé...] (112:112)
TRD	TRD2.016	Formación en HC del profesorado	TRD02ECD2 1:054 [y yo carezco de muchas de, porque a lo más, uno digamos lo que sé, es quien dicto la ley...] (165:165)
TRD	TRD2.019	Formación en HC del profesorado	TRD02ECD2 1:060 [no ser historiador de la ciencia, en el fondo no es ser historiador de la química, historiador de la ciencia, es entender en el mundo en que se vivió] (173:173)
TRD	TRD2.046	Formación en HC del profesorado	TRD03ECD2 1:094 [primero la observación eso es lo básico...] (219:219)

De la misma manera la formación docente en historia de la ciencia, es vista por Emilio desde un plano instrumental (P2) en función de lo que él hizo (Q2) *Porque resulta que uno entre los primeros, primero segundo, tercero, todo eso ahí queda toda la parte contundente de que a uno lo alimenta como profesor, pero ya después en la última etapa, cuando ya lo último que quiere es recibir, digamos el título, trata de terminar una memoria TRD2.012.*

Con respecto al perfil conceptual de Emilio acerca de la Historia de la Ciencia durante la Fase II, se puede decir que este se caracteriza notablemente por la perspectiva instrumental de las estrategias y la formación docente, aspecto que continua prevaleciendo desde la fase anterior y que se mantendrá, con matices a través de las siguientes fases de investigación. Con respecto al aporte de la Historia de la Ciencia la relaciona todavía con el saber conocer (Q1) y los modelos teóricos (R1) en relación a la dimensión contextual (O1) del contenido o al plano social (P3). En esta fase se evidencia un cambio interesante sobre su propia noción de la relación entre currículo e historia de la ciencia donde, ahora se señala una perspectiva menos instrumental y con posibilidad más flexible de apertura hacia el plano social (P3) y la enseñanza de contenidos contextuales (O3) *porque yo finalmente enseñé las leyes de Copérnico, enseñé la ley y bueno, lamentablemente Copérnico fue condenado y pasó a los tribunales de la inquisición, pero no me baso, no le doy contexto, lo que dice el documento TRD2.025.*

Figura 4.19 Perfil Conceptual de Emilio sobre Historia de la Ciencia Fase II.

PERFIL CONCEPTUAL EMILIO HISTORIA DE LA CIENCIA FASE II.				
	O	P	Q	R
Aporte de la HC	3	3	1	1
Currículo e HC	3	3	1	1
Estrategias para trabajar la HC en el aula	2	2	2	2
Formación Docente en HC	2	2	2	2

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;

Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3

Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3

Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.1.3.3 Perfil Conceptual sobre Historia de la Ciencia de Emilio en la Fase de Diseño.

A través de las unidades de análisis identificadas y presentadas en la tabla 4.40, se caracteriza a continuación el perfil conceptual de Emilio con respecto a la Historia de la Ciencia durante la fase III de Diseño.

Con respecto al aporte de la Historia de la Ciencia se percibe la continuidad de sus concepciones con respecto al contenido contextual (O3) y el plano social (P3), en función del saber conocer (Q1) los modelos teóricos (R1). Así realiza afirmaciones como *comprender el cambio químico* (R1) a través de la historia (O3) pero relacionándola (P3) TRD2.120. En la construcción de la UD durante la fase de diseño Emilio, está preocupado por incorporar los aspectos del currículo y esta preocupación la manifiesta desde una perspectiva instrumental, ya planteada durante la fase I. *pero lo que pasa es que estaba pensando un poco más porque ya después no va a elaborar pruebas alternativas (Q2) sino que van a trabajar en CPC (O2) TRD2.146* y como desde el diseño de la UD ponía contribuir a las evaluaciones que habitualmente se hacen *yo lo que pasa es que estoy preocupado por como se llama, las tendencias, todos los cambios que vienen (P2), ya por ejemplo en historia están incluso que los alumnos formulen ensayos (R2) TRD2.144*. Con respecto a las estrategias, éstas se plantean desde el plano instrumental (P2) es decir, que el estudiantado sepa hacer cosas *llegue al resultado correcto TRD2.090; construir un diálogo TRD2.092; utilizar esquemas TRD2.099, entre otras*. De esta misma manera el profesor Emilio sitúa la formación Docente en Historia de la Ciencia, mostrando una preocupación por no haber enseñado de esta manera y el reto al que se enfrenta para poder desarrollarlo.

Tabla 4. 40 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Emilio acerca de la Historia de la Ciencia. Fase III. Diseño de una Unidad Didáctica

CATEGORÍA: CONCEPCIONES DE EMILIO ACERCA DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA (FASE III)			
Instrumento	ID.	Códigos	Unidades de Análisis
TRD	TRD2.120	Aporte de la HC	TRD06ECD2 1:043 [comprender el cambio químico a través de la Historia, pero relacionándola] (127:127)
TRD	TRD2.149	Aporte de la HC	TRD08ECD2 1:147 [Bueno, yo esto yo lo encuentro bastante más significativo para que puedan comprender esta UD verlo desde este punto de vista] (382:382)
TRD	TRD2.144	Currículo - HC	TRD08ECD2 1:141 [yo lo que pasa es que estoy preocupado por como se llama, las tendencias, todos los cambios que vienen, ya por ejemplo en historia están incluso que los alumnos formulen ensayos...] (354:354)
TRD	TRD2.145	Currículo - HC	TRD08ECD2 1:142 [pero lo que pasa es que estaba pensando un poco más porque ya después no va a elaborar pruebas alternativas sino que van a trabajar en CPC...] (356:356)
TRD	TRD2.148	Currículo - HC	TRD08ECD2 1:46 [ahora nos encontramos con las pruebas de coeficiente...] (89:89)
TRD	TRD2.090	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD05ECD2 1:012 [logran los alumnos, se sienten como realizados porque llegan al resultado correcto....] (48:48)
TRD	TRD2.091	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD05ECD2 1:013 [porque dentro de las actividades... del diálogo de Marcet, entregarlo...] (48:48)
TRD	TRD2.092	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD05ECD2 1:014 [presentarlo a modo de diálogo, construir un diálogo...] (48:48)
TRD	TRD2.093	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD05ECD2 1:028 [habría que partir de estos conceptos bien elementales para ir introduciéndolos...] (76:76)
TRD	TRD2.095	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD05ECD2 1:035 [ahora sería al revés, partir de lo que quiénes hablan de eso...] (76:76)
TRD	TRD2.099	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD05ECD2 1:064 [yo visualizo lo que va haciendo, y va explicando cómo existe la transferencia de energía eléctrica que ahí uno debiera utilizar algunos esquemas algunos modelos para explicar que se produce precisamente el cambio químico...] (125:125)
TRD	TRD2.102	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD05ECD2 1:065 [viendo lo de Marcet...] (123:123)
TRD	TRD2.103	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD05ECD2 1:066 [cationes, aniones ya ahí uno empieza a ir haciendo...] (125:125)
TRD	TRD2.104	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD05ECD2 1:067 [detalles más analíticos, los va representando...] (125:125)
TRD	TRD2.105	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD05ECD2 1:068 [va explicando cómo existe la transferencia de energía eléctrica que ahí uno debiera utilizar algunos esquemas algunos modelos para explicar que se produce precisamente el cambio químico...] (125:125)
TRD	TRD2.111	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD05ECD2 1:143 [acá en una de las tareas que nos dieron, era sobre el diálogo, sobre cómo aplicar esto para la enseñanza de la electroquímica...] (298:298)
TRD	TRD2.118	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD06ECD2 1:002 [eso esta en el libro de Historia de los elementos químicos, que es súper bueno] (37:37)
TRD	TRD2.119	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD06ECD2 1:007 [partir digamos de Marcet, porque hay que tomar la parte, digamos, de Marcet, partir de los diálogos, comentar por qué, utiliza lenguaje muy cercano...] (47:47)

TRD	TRD2.122	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD06ECD2 1:084 [con diagramas explicativos...] (245:245)
TRD	TRD2.124	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD06ECD2 1:089 [en la aplicación es un proceso de explotación actual...] (258:258)
TRD	TRD2.127	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD06ECD2 1:121 [dividir al grupo en dos para que se genere una competencia...] (363:363)
TRD	TRD2.128	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD06ECD2 1:122 [que tendrían que averiguar...] (364:364)
TRD	TRD2.139	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD08ECD2 1:134 [la producción es la que tengo la duda del momento porque ellos van a estar observando, van a estar diciendo cosas ¿pero después se les va a dar preguntas para que ellos respondan?...] (334:334)
TRD	TRD2.140	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD08ECD2 1:135 [no, pero no se va a rescatar algún producción escrita de cierre, de la construcción de la pila...] (339:339)
TRD	TRD2.141	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD08ECD2 1:136 [explicando pero verbal, no lo vayan...] (341:341)
TRD	TRD2.142	Estrategias para trabajar la HC en el aula	TRD08ECD2 1:139 [hay una selección de materiales de recursos apropiados, en ese aspecto sí, pero me refería como para después evaluar lo que viene siendo la explicación misma que uno después tiene que evaluar esto, tiene que evaluar y por eso, tienen que ejercitar lo que es explicar para que aprendan a explicar porque en el fondo eso es lo que estamos...] (350:350)
TRD	TRD2.094	Formación en HC del profesorado	TRD05ECD2 1:029 [pero la verdad de las cosas yo nunca lo había enseñado así] (76:76)

Finalmente, se puede decir que el perfil del profesor Emilio durante la fase III de la investigación se sigue caracterizando por el enfoque instrumental (P2) y la relación del contenido procedimental (O2) para la relación entre el currículo y la historia de la ciencia; el diseño de las estrategias y la formación docente. El aporte de la historia de la ciencia a la actividad química escolar, también se mantiene en función del saber conocer (Q1) de los modelos teóricos (R1).

Figura 4.20 Perfil Conceptual de Emilio sobre Historia de la Ciencia Fase III.

PERFIL CONCEPTUAL EMILIO HISTORIA DE LA CIENCIA FASE III.				
	O	P	Q	R
Aporte de la HC	3	3	1	1
Currículo e HC	2	2	2	3
Estrategias para trabajar la HC en el aula	2	2	2	2
Formación Docente en HC	2	2	2	2

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;
Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3
Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3
Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.1.3.4 Perfil Conceptual sobre Historia de la Ciencia de Emilio en la Fase Evaluación e Implementación

Una vez concluyó el taller de formación docente y se indaga nuevamente a través del cuestionario (C09) sobre las concepciones de Historia de la Ciencia, el profesor Emilio manifiesta total acuerdo en los ítems 4, 10, 13, 16 y 19, es decir con que la historia de la ciencia permite la construcción de modelos o explicaciones; comprende la naturaleza tentativa del conocimiento científico; requiere una fundamentación didáctica para la enseñanza; contribuye a mejorar la imagen y actitud sobre y acerca de la ciencia y aporta a reconocer las diferentes audiencias en la construcción de conocimiento científico. Además, de estas afirmaciones con las que él está de acuerdo, Emilio manifiesta el aporte de la Historia de la ciencia en relación al plano personal significativo de cada estudiante (P1), la comprensión de los contenidos conceptuales (O1), el saber conocer (Q1) y los modelos teóricos (R1) *el alumno construye y estructura su pensamiento y no se le entrega el contenido y ellos transcriben, en cambio acá, se les hace reflexionar, analizar situaciones y eso, le va dando a ellos un sentido más significativo, van entendiendo el por qué, van entendiendo la utilidad que tienen en sus vida cotidiana o que la pueden estar relacionando con situaciones que pueden entender algunos procesos de la industria TRD2.177* Demostrando así que es importante los contenidos propios de la química, en correspondencia con su acuerdo parcial en los ítems 1 y 7, relacionados con el dominio de conceptos, fórmulas, leyes o teorías, ya que no sólo es el contenido en sí, sino la relación que de este pueda hacer la persona.

Con respecto a las estrategias, éstas se situaron durante todo el proceso de investigación desde un plano instrumental operativo (P2), a través del C09, Emilio señaló un total acuerdo con los ítems 3, 12, 15 y 18 relacionados con el

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

desarrollo de un proceso sistemático de pensamiento; la importancias de la motivación e inventivos, así como los instrumentos, métodos y estrategias en la construcción de conocimiento. Emilio también señala un parcial acuerdo con los ítems 6 y 9, que mencionan el desarrollo de las competencias de pensamiento científico, es decir que se reconoce el valor de las diferentes estrategias para incorporar la historia de la ciencia en la actividad química escolar, pero no se evidencian algunos indicadores que permitan dar cuenta de cómo se problematizan, pareciera ser que sólo se reducen al uso de los materiales.

Tabla 4. 41 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Emilio acerca de la Historia de la Ciencia Fase IV. Evaluación e Implementación

CATEGORÍA: CONCEPCIONES DE EMILIO ACERCA DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA (FASE IV)			
Instrumento	ID.	Códigos	Unidades de Análisis
TRD	TRD2.169	Aporte de la HC	TRD10ECD2 1:031 [osea, va teniendo un valor significativo en cuanto al pensamiento evolutivo de ellos] (53:53)
TRD	TRD2.176	Aporte de la HC	TRD10ECD2 1:053 [las ventajas es que justamente se va a crear digamos, aprendizajes más significativos...] (93:93)
TRD	TRD2.177	Aporte de la HC	TRD10ECD2 1:054 [el alumno construye y estructura su pensamiento y no sé le entrega el contenido y ellos transcriben, en cambio acá, se les hace reflexionar, analizar situaciones y eso, le va dando a ellos un sentido más significativo, van entendiendo el por qué, van entendiendo la utilidad que tienen en sus vida cotidiana o que la pueden estar relacionando con situaciones que pueden entender algunos procesos de la industria...] (93:93)
TRD	TRD2.179	Aporte de la HC	TRD10ECD2 1:057 [Y también entender los procesos de la tecnología...] (93:93)
TRD	TRD2.180	Aporte de la HC	TRD10ECD2 1:060 [Entonces, desde ese punto de vista, yo lo encuentro muy positivo, y el hecho de que vaya preguntando cosas sobre el material que tienen, una situación que se les presenta, lo van a integrar mucho más, que cuando uno le entrega el conocimiento...] (93:93)
OBSC	OBSC2.087	Aporte de la HC	OBSC3ECD2 - 3:055 [ECD2: Esto, haber es lo que, esto es lo que tienen ustedes justamente ya a empezar a ir relacionando todas las ciencias porque tienen que existir una interpretación de leyes. Eso no hay que dividir las, aunque a ustedes se les esté entregando por separado. Ustedes tienen que generar algún tipo de integración con las otras áreas, incluso con historia y con otras disciplinas que no tengan, o no se vean, que sean del mismo, de la misma área, o del mismo nivel científico] (154:154)
C09	C09ECD2.01	Aporte de la HC	La Historia de la Ciencia permite que los y las estudiantes aprendan definiciones científicas, leyes y teorías
C09	C09ECD2.02	Aporte de la HC	La Historia de la Ciencia promueve que los y las estudiantes comprendan la naturaleza tentativa del conocimiento científico
C09	C09ECD2.03	Aporte de la HC	La Historia de la Ciencia ayuda a entender cómo los factores sociales, económicos o políticos están estrechamente relacionado con los esfuerzos científicos
C09	C09ECD2.04	Aporte de la HC	La Historia de la Ciencia ayuda a que los y las estudiantes comprendan que el trabajo de los y las científicas, se desarrolla en comunidades de conocimiento
C09	C09ECD2.05	Aporte de la HC	La Historia de la Ciencia contribuye a comprender que las personas que trabajan en ciencias son hombres y mujeres, que no son diferentes de cualquier persona
C09	C09ECD2.06	Aporte de la HC	La Historia de la Ciencia permite reconocer la diversidad cultural
C09	C09ECD2.07	Aporte de la HC	La Historia de la Ciencia permite al estudiante situarse, relacionar y comprender el contenido que está aprendiendo
C09	C09ECD2.08	Aporte de la HC	La Historia de la Ciencia desarrolla mejor las competencias de pensamiento científico
C09	C09ECD2.09	Aporte de la HC	La Historia de la Ciencia permite aumentar la capacidad de investigación en los y las estudiantes
C09	C09ECD2.10	Aporte de la HC	La Historia de la Ciencia permite ver los motivos, incentivos o efectos por los cuales se desarrolla el trabajo científico
C09	C09ECD2.11	Aporte de la HC	La Historia de la Ciencia permite conocer el valor de los instrumentos, métodos y estrategias que se utilizan para la construcción de conocimiento científico
TRD	TRD2.160	Currículo - HC	TRD09ECD2 1:155 [considerando cierto tipo de mapas de progreso, que en química no están definidos, en el cual el alumno da una explicación de un fenómeno de oxido reducción] (276:276)

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

TRD	TRD2.166	Currículo - HC	TRD10ECD2 1:012 [eso, es un poco lo que tienen un enfoque más pedagógico, ir construyendo cada vez de mayor complejidad, un texto un poco más simple, después algo mucho más elaborado. Eso yo lo puedo entender así] (35:35)
TRD	TRD2.170	Currículo - HC	TRD10ECD2 1:032 [siempre han tenido una participación vacía que prácticamente no se nota, ahora que participe y este dando una opinión tiene valor frente al resto pero no todos lo hacen, pero uno no se puede quedar solamente con ese foco, sino por lo demás uno tiene que tratar de que todos hagan producción y yo me encuentro, lo encuentro muy adecuado mediante ese tipo de instrumentos porque a parte se les va a, en cuanto eso, como lo pueden ir auditando revisando constantemente y comparando con respecto a otras sesiones y ahí se va notando crecimiento, desarrollo y generar producción pero justamente como no todos los profesores digamos lo hacen, cuando lo empieza a hacer uno, que es otro profesor que está contra todo el sistema] (53:53)
TRD	TRD2.171	Currículo - HC	TRD10ECD2 1:033 [yo lo que quiero además incluso, quiero trabajar con este sistema y quiero darle valor a lo que estoy haciendo, entonces quiero empezar a hablar con el grupo de apoderados y hablando de todos estos temas del desarrollo de CPC que ellos lo vayan en las reuniones con mi curso, yo lo recalque, pero yo tengo que hacerlo también en todo los cursos, sobre todo en el curso de primero medio, que son un desastre] (55:55)
TRD	TRD2.181	Currículo - HC	TRD10ECD2 1:073 [pero osea las actividades que se seleccionaron acá de acuerdo a lo que se converso, se preparo, se ve que los tiempos andan bien, de acuerdo a lo que hemos programado acá] (106:106)
OBSC	OBSC2.182	Estrategias para trabajar la HC en el aula	OBSC4ECD2- 4:158 [27: todo lo que era didáctico, el experimento, generalmente cuando las cosas son visuales es más fácil aprender que el sólo hecho de escribir, escribir, escribir, porque las cosas que se hacen y las acciones quedan, como la del último experimento que se hizo los power que hubo, cosas así.] (312:312)
OBSC	OBSC2.184	Estrategias para trabajar la HC en el aula	OBSC4ECD2- 4:159 [27: sí, claro que exponer no es tan difícil, lo que es en sí estar leyendo sin imágenes se vuelve más fome, se vuelve más como siguiendo la misma línea] (314:314)
OBSC	OBSC2.186	Estrategias para trabajar la HC en el aula	OBSC4ECD2- 4:160 [27: pero gran parte del tiempo que se usaba para eso yo no lo usaba, era como que la mitad lo usaba para poder definir y hacer las justificaciones escritas y el resto era conversar y hacer otras cosas nada que ver] (316:316)
TRD	TRD2.150	Formación en HC del profesorado	TRD10ECD2 1:045 [bueno, yo igual tengo las mismas falencias con respecto de la, al tipo de bibliografía, yo no tengo, yo había escuchado y había leído sobre Davy, a Berzelius nunca lo relaciones con la electroquímica, tampoco nunca conocí a un texto de Marçet de Faraday, podría haber sido, pero tampoco lo relacionaba con eso] (87:87)
TRD	TRD2.173	Formación en HC del profesorado	TRD10ECD2 1:046 [yo igual tengo las mismas falencias con respecto de la, al tipo de bibliografía...] (87:87)
TRD	TRD2.174	Formación en HC del profesorado	TRD10ECD2 1:051 [Ahora, yo no me habido dado cuenta de todo eso, de todas estas cosas, sino hubieramos tenido estos espacios acá de reflexión, porque estos espacios son los que lo ayudan a uno...] (91:91)
TRD	TRD2.175	Formación en HC del profesorado	TRD10ECD2 1:052 [porque como tú me estabas preguntando de antes, sí habían otros profesores, hay otros profesores, hay otra de Biología, pero no tenemos los espacios de reflexión, tenemos que ir depurando todas estas situaciones, entonces, claro y uno como va teniendo un seguimiento de ir trabajando las UD y va siguiendo, va, sin tener este espacio de detención y analizar esto, no me esta resultando bien, como yo lo estaba viendo y por eso, uno se motiva en hacer estas actividades novedosas y bueno, estar tomando elementos de los cuales uno no ha trabajado, con respecto a la HC...] (91:91)
TRD	TRD2.183	Formación en HC del profesorado	TRD10ECD2 1:081 [la ausencia, no sé, sí esta cosa a mí me ha enriquecido cualquier cantidad, estos espacios...] (125:125)

TRD	TRD2.184	Formación en HC del profesorado	TRD10ECD2 1:082 [no voy a tener estos espacios de reflexión, no voy a tener, uno queda solo no más...] (127:127)
TRD	TRD2.185	Formación en HC del profesorado	TRD10ECD2 1:085 [tomar algunas cosas y aplicarlos, pero no es lo mismo que acá que uno fortalece sus ideas, digamos esta revisando y vamos todos en conjunto haciendo, porque lo ideal hubiera sido que todos trabajáramos en la UD, en la misma sintonía, porque todo eso nos ayuda a nosotros...] (132:132)

De esta manera se configura el perfil de Emilio con respecto a la Historia de la Ciencia durante la última fase de la investigación teniendo un componente instrumental fuerte en los diferentes componentes.

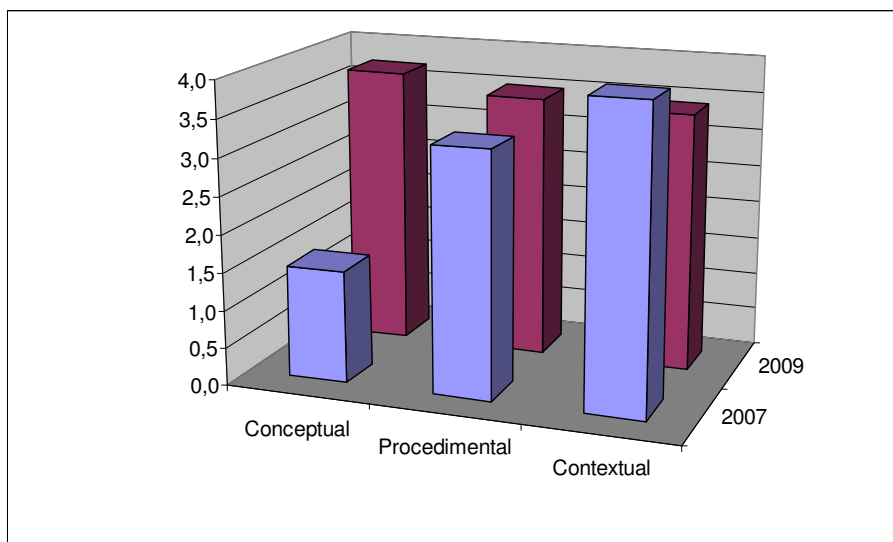
Figura 4.21 Perfil Conceptual de Emilio sobre Historia de la Ciencia Fase IV.

PERFIL CONCEPTUAL EMILIO HISTORIA DE LA CIENCIA FASE IV.				
	O	P	Q	R
Aporte de la HC	1	1	1	1
Currículo e HC	2	2	2	2
Estrategias para trabajar la HC en el aula	2	2	2	2
Formación Docente en HC	2	2	2	2

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;
Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3
Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3
Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

Sí bien es cierto que los anteriores resultados evidencian una gran inclinación de Emilio hacia el uso de la comprensión de la historia de la ciencia desde la perspectiva instrumental, también se propone un enfoque conceptual en particular para el aporte de la Historia de la ciencia, aspecto que varía entre la fase inicial y final del proceso de investigación, como se muestra en la figura 4.22.

Figura 4.22. Concepciones acerca de la Historia de la Ciencia de la Profesor Emilio

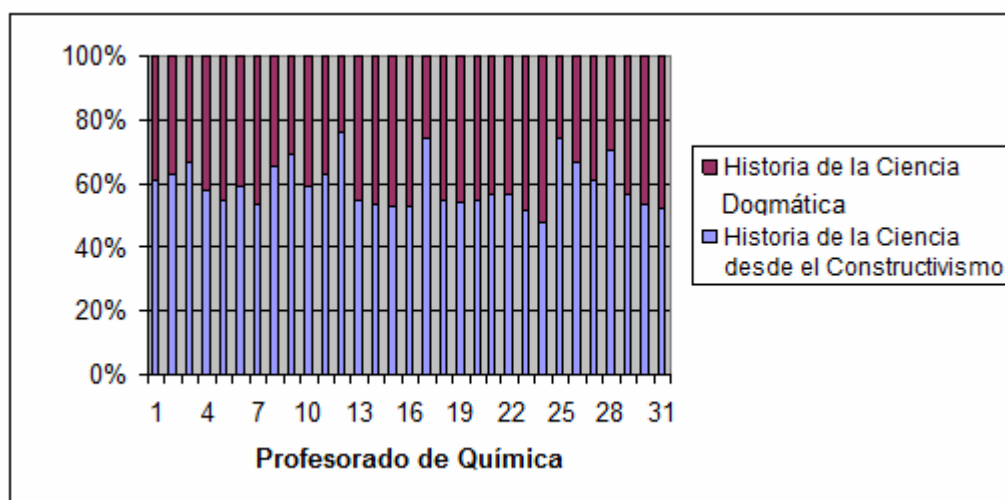


4.3.3 Acerca de las Concepciones del Profesorado de Química sobre las Competencias de Pensamiento Científico

4.3.3.1 Resultados y Análisis de los 32 Docentes de Química

En los resultados sobre las concepciones del profesorado de química acerca de las Competencias de Pensamiento Científico, se evidencia una inclinación hacia una postura menos constructivista, como se aprecia en la Figura 4.23, postura que según afirma Quintanilla *et al* (2010, p. 194) “no sólo implica demostraciones de conocimientos ni planteamientos de respuestas frente a demandas específicas, sino que además se ha de manifestar la participación de la persona en el desempeño de la competencia”.

Figura 4.23. Resultados de las Concepciones del Profesorado de Química según las visiones Dogmática o Constructivista de las Competencias de Pensamiento Científico



En la tabla 4.42 se observó que la mayoría del profesorado de química (90.6%) se sitúa en una visión menos constructivista de la ciencia de las

competencias de pensamiento científico. Quintanilla *et al* (2010, p. 196) destaca consenso entre el profesorado en aspectos como “la anticipación a la acción, más allá de la rigidez de una instrucción: la necesidad del componente experimental en la clase de ciencias; la participación de la persona en el desarrollo de las competencias científica específica, incluyendo factores afectivos y axiológicos; reconocimiento del modelo cognitivo de ciencia; y la importancia de las habilidades cognitivo lingüísticas como promotoras de competencias de pensamiento científico”.

Tabla 4.42 Puntuación de las Concepciones en Historia de la Ciencia

Puntaje de las concepciones en Competencias de Pensamiento Científico

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Menos Absolutista	2	6,3	6,3	6,3
	Menos Constructivista	29	90,6	90,6	96,9
	Constructivista	1	3,1	3,1	100,0
	Total	32	100,0	100,0	

A continuación se presenta un análisis detallado por ítem en donde se relacionan los planos de desarrollo según Labarrere y Quintanilla (2002), para caracterizar las concepciones del profesorado de química respecto a las competencias de pensamiento científico.

Según el *plano personal significativo* de la competencia de pensamiento científico, es decir, el rol de la persona competente con respecto a sus conocimientos, habilidades, actitudes, valores entre otros aspectos relacionados con la propia persona, se analizaron los ítems 25, 34, 41, 47 y 74

En la Tabla 4.43, se observó total acuerdo (75%) o parcial acuerdo (21.9%) acerca de la integración de conocimientos, actitudes y valores de la comunidad científica en la clase de ciencias, ítem 34, reconociendo a la persona en el

desempeño de la competencia. Esto se confirma con los resultados del ítem 47, en donde evidencia una visión constructivista (78.1%) acerca de que un estudiante competente reconoce las limitaciones o ventajas de apoyarse en teorías científicas Tabla 4.44.

Además, se observó un acuerdo total (56.3%) y parcial (31.3%) en la Tabla 4.45, sobre el desarrollo de habilidades y destrezas que promueve el profesorado para la contribución de competencias de pensamiento científico (ítem 41). Al parecer se da importancia tanto a las habilidades de carácter instrumental como a las cognitivas lingüísticas, estando esto relacionado con lo que afirma Izquierdo (1998). Es decir que el 56.3% del profesorado está de acuerdo total y el 37.5% en acuerdo parcial (Tabla 4.46), sobre la movilización de conocimientos y habilidades para la manipulación de instrumental, ítem 25, así como a la importancia de las habilidades cognitivas lingüísticas, como la argumentación y la explicación científica, tal y como lo demuestran los resultados del ítem 74, 71.9% en total acuerdo y 25% en parcial acuerdo (Tabla 4.47).

Tabla 4.43. Enunciado Competencia de Pensamiento Científico 34

Un estudiante competente en ciencias, integra conocimientos, actitudes y valores de la comunidad científica, en la clase de ciencias.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Menos Absolutista	1	3,1	3,1	3,1
	Menos Constructivista	7	21,9	21,9	25,0
	Constructivista	24	75,0	75,0	100,0
	Total	32	100,0	100,0	

Tabla 4.44. Enunciado Competencia de Pensamiento Científico 47

Un estudiante competente en ciencias, reconoce las limitaciones o ventajas de apoyarse en teorías para explicar un fenómeno.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Menos Absolutista	1	3,1	3,1	3,1
	Menos Constructivista	6	18,8	18,8	21,9
	Constructivista	25	78,1	78,1	100,0
	Total	32	100,0	100,0	

Tabla 4.45. Enunciado Competencia de Pensamiento Científico 41

El desarrollo de habilidades y destrezas que promueve el profesorado, contribuye a las competencias de pensamiento científico para autorregular los aprendizajes.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Menos Absolutista	4	12,5	12,5	12,5
	Menos Constructivista	10	31,3	31,3	43,8
	Constructivista	18	56,3	56,3	100,0
	Total	32	100,0	100,0	

Tabla 4.46. Enunciado Competencia de Pensamiento Científico 25

Un estudiante competente en ciencias, moviliza conocimientos y habilidades para manipular eficientemente instrumental científico.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Absolutista	18	56,3	56,3	56,3
	Menos Absolutista	12	37,5	37,5	93,8
	Menos Constructivista	2	6,3	6,3	100,0
	Total	32	100,0	100,0	

Tabla 4.47. Enunciado Competencia de Pensamiento Científico 74

Un estudiante es competente en ciencias, cuando argumenta a partir de la búsqueda de explicaciones a los posibles resultados.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Menos Constructivista	8	25,0	25,8	25,8
	Constructivista	23	71,9	74,2	100,0
	Total	31	96,9	100,0	
Perdidos	Sistema	1	3,1		
Total		32	100,0		

Con respecto a las competencias de pensamiento científico según *el plano instrumental operativo*, se evidencian diferentes posturas en contra y a favor de aspectos instruccionales, metodológicos, procedimentales y en relación con la evaluación de estas a través de pruebas nacionales (SIMCE, PSU) e internacionales (PISA; TIMSS), como muestran los ítems 04, 13, 26 y 80. Los cuales según Quintanilla *et al* (2010) supone un análisis posterior sobre la relación que existe entre estas respuestas y la visión epistemológica de la metodología científica, aspecto que se ha visto problemático en el análisis de las concepciones del profesorado sobre Naturaleza e Historia de la Ciencia.

Así los resultados del ítem 04, (Tabla 4.48) muestra una visión mayoritariamente dogmática (53.1% dogmática y 34.4% menos dogmática) en donde se reduce el logro del desarrollo de la competencia a la parte operativa e instruccional por parte del profesorado. Este aspecto instrumental es problemático y esto se evidencia a través de un análisis de los ítems 13, 26 y 80. En el ítem 13 sobre las conclusiones a partir de observaciones sin necesidad de acudir a teorías, la Tabla 4.49 muestra heterogeneidad en los resultados, siendo más evidente la visión dogmática (31.3%) o menos dogmática (31.3%) que las visiones constructivista (12.5%) o menos constructivista (12.5%). De igual

manera, en el ítem 26, en donde se pregunta por el desarrollo de competencias de pensamiento científico a través de la entrega de datos, fórmulas y teorías, existiendo total acuerdo con esta afirmación dogmática en un 12.5%, parcial acuerdo en un 37.5%, parcial desacuerdo en un 34.4% y un total desacuerdo en un 15.6% (Tabla 4.50). Estas diferentes posturas se muestran también en el ítem 80, con respecto a las mediciones nacionales o internacionales, en donde existe parcial acuerdo (40.6%) y total desacuerdo (31.3%), Tabla 4.51, con considerar que estas reflejan competencias de manera válida y confiable.

Tabla 4.48. Enunciado Competencia de Pensamiento Científico 04

El desarrollo de competencias de pensamiento científico por parte del profesorado, se logra con objetivos e instrucciones claras y precisas.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Absolutista	17	53,1	54,8	54,8
	Menos Absolutista	11	34,4	35,5	90,3
	Menos Constructivista	3	9,4	9,7	100,0
	Total	31	96,9	100,0	
Perdidos	Sistema	1	3,1		
Total		32	100,0		

Tabla 4.49. Enunciado Competencia de Pensamiento Científico 13

Un estudiante competente en ciencias, genera conclusiones a partir de sus observaciones sin necesidad de acudir a teorías.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Absolutista	10	31,3	31,3	31,3
	Menos Absolutista	10	31,3	31,3	62,5
	Menos Constructivista	8	25,0	25,0	87,5
	Constructivista	4	12,5	12,5	100,0
	Total	32	100,0	100,0	

Tabla 4.50. Enunciado Competencia de Pensamiento Científico 26

La actividad escolar que desarrolla competencias de pensamiento científico, se centra en la entrega de datos, fórmulas y teorías.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Absolutista	4	12,5	12,5	12,5
	Menos Absolutista	12	37,5	37,5	50,0
	Menos Constructivista	11	34,4	34,4	84,4
	Constructivista	5	15,6	15,6	100,0
	Total	32	100,0	100,0	

Tabla 4.51. Enunciado Competencia de Pensamiento Científico 80

Las mediciones SIMCE, PSU, PISA, TIMMS, reflejan competencias de pensamiento científico de manera válida y confiable.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Absolutista	2	6,3	6,5	6,5
	Menos Absolutista	13	40,6	41,9	48,4
	Menos Constructivista	6	18,8	19,4	67,7
	Constructivista	10	31,3	32,3	100,0
	Total	31	96,9	100,0	
Perdidos	Sistema	1	3,1		
	Total	32	100,0		

Finalmente, con respecto a las competencias de pensamiento científico desde un *plano social* existe acuerdo en considerar que una competencia de pensamiento científico expresa expectativas valoradas por la sociedad, el profesorado y la propia persona, ítem 32, esto lo demuestran el 78.1% del profesorado, según la Tabla 4.52.

Tabla 4.52. Enunciado Competencia de Pensamiento Científico 32

Una competencia de pensamiento científico expresa expectativas valoradas por la sociedad, el profesorado y el propio sujeto que aprende.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Menos Absolutista	1	3,1	3,1	3,1
	Menos Constructivista	6	18,8	18,8	21,9
	Constructivista	25	78,1	78,1	100,0
	Total	32	100,0	100,0	

4.3.3.2 Resultados y Análisis del Estudio de Caso Caroline acerca de la Explicación Científica

4.3.3.2.1 Perfil Conceptual sobre la Explicación Científica de Caroline en la Fase Diagnóstico.

Durante la primera fase la profesora Caroline sólo estuvo totalmente de acuerdo con la relación entre competencia de pensamiento científico relacionado las expectativas valoradas por la sociedad (P3) situado en el propio sujeto que aprende (R1).

Tabla 4. 53 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Caroline acerca de las Competencias de Pensamiento Científico Fase I. Diagnóstico

CATEGORÍA: CONCEPCIONES DE CAROLINE ACERCA DE LAS COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO (FASE I)			
Instrumento	Id.	Códigos	Unidades de Análisis
C07	C071.9	Explicar	<i>CPC 32. Una competencia de pensamiento científico expresa expectativas valoradas por la sociedad, el profesorado y el propio sujeto que aprende.</i>

Así en el perfil conceptual de la profesora Caroline (Fig. 424) se observó una inclinación hacia la explicación científica desde el plano social comunicativo (P3) en relación hacia el desarrollo de los modelos teóricos (R1) y el saber conocer (Q1).

Figura 4.24 Perfil Conceptual de Caroline sobre Competencias de Pensamiento Científico Fase I.

PERFIL CONCEPTUAL CAROLINE COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO FASE I.				
	O	P	Q	R
Explicar	3	3	1	1

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;
 Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3
 Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3
 Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.3.2 Perfil Conceptual sobre la Explicación Científica de Caroline en la Fase Fundamentación Teórica

Durante la fase de fundamentación teórica Caroline menciono la explicación como una manera que permite saber que se entendió un determinado concepto (Tabla 4.54).

Tabla 4. 54 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Caroline acerca de las Competencias de Pensamiento Científico Fase II. Fundamentación Teórica

CATEGORÍA: CONCEPCIONES DE CAROLINE ACERCA DE LAS COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO (FASE II)			
Instrumento	Id.	Códigos	Unidades de Análisis
TRD	TRD1.018	Explicar	TRD01ECD1 1:091 [para entender cualquier concepto el alumno necesita saber, representarse ¿Cómo se llegó a ese concepto?...] (110:110)

De esta manera fue posible identificar que la concepción de Caroline sobre la explicación científica a través de la fundamentación teórica se continuaba comprendiendo desde el plano social (P3) en relación a los modelos teóricos, precisando que esta relación era sinónimo de comprensión de dichos modelos (R1), indicaban saber conocer (Q1) los contenidos conceptuales (O1).

Figura 4.25 Perfil Conceptual de Caroline sobre Competencias de Pensamiento Científico Fase II.

PERFIL CONCEPTUAL CAROLINE COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO FASE II.				
	O	P	Q	R
Explicar	1	3	1	1

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;
Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3
Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3
Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.3.2.3 Perfil Conceptual sobre la Explicación Científica de Caroline en la Fase Diseño.

En la fase de diseño, donde se hizo explícito por los casos la elaboración de actividades que promovieran y desarrollarán la explicación científica como competencia de pensamiento científico, se evidenciaron más características de dicha competencia y de igual manera, más aspectos que la profesora mencionada y que permitió enriquecer y problematizar el perfil conceptual de Caroline. En la Tabla 4.55 se observaron las unidades de análisis en donde se aprecia la preocupación de la profesora por proponer a sus estudiantes actividades coherentes con la explicación, en particular relacionados con la asociación de conceptos y la construcción de argumentos en las pilas electroquímicas. Ella manifiesta además, trabajar esta competencia a través de

preguntas relacionadas con situaciones específicas y que se pueden desarrollar en grupo.

Tabla 4. 55 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Caroline acerca de las Competencias de Pensamiento Científico Fase III. Diseño de una Unidad Didáctica

CATEGORÍA: CONCEPCIONES DE CAROLINE ACERCA DE LAS COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO (FASE III)			
Instrumento	Id.	Sub categorías	Unidades de Análisis
TRD	TRD1.098	Explicar	TRD05ECD1 1:112 [porque nosotros nos quedamos en el como, sino que qué, qué concepto queremos que le quede al alumno] (191:191)
TRD	TRD1.105	Explicar	TRD05ECD1 1:153 [trabajemos sólo la explicación...] (327:327)
TRD	TRD1.110	Explicar	TRD05ECD1 1:182 [porque expliquen es más fácil...] (344:344)
TRD	TRD1.115	Explicar	TRD06ECD1 1:077 [que fueran capaces de explicar...] (225:225)
TRD	TRD1.119	Explicar	TRD06ECD1 1:110 [sí, se forman grupos y tendríamos que ver un cuestionario, luego la explicación y después, consensuar entre todos los grupos...] (307:307)
TRD	TRD1.123	Explicar	TRD06ECD1 1:136 [la explicación y argumentación a través de una visión de la historia de la química...] (157:157)
TRD	TRD1.127	Explicar	TRD06ECD1 1:146 [entonces que expliquen las formas en cómo.....] (323:323)
TRD	TRD1.129	Explicar	TRD07ECD1 1:075 [ahí, el criterio, habría que explicar...] (208:208)
TRD	TRD1.131	Explicar	TRD07ECD3 1:082 [sí, porque de hecho ellos pueden asociar que, cuáles son las ideas en las que se basaron para hacer lo que hicieron...] (217:217)
TRD	TRD1.140	Explicar	TRD08ECD1 1:071 [y a través de una guía de preguntas a ver si son capaces de explicar el proceso y hasta ahí llegaría...] (118:118)
TRD	TRD1.144	Explicar	TRD08ECD1 1:106 [Es que sabes que, si lo hacen grupal no es necesario que la conecten a un LEM, sin pasarle el voltímetro si hay problema con el multímetro y después ponerle a uno y explicarle y conectándolo a una ampolletita o a uno de 1.1 V porque ese es el potencial que genera, también que todos la armen por grupo] (208:208)

Como el objetivo de esta fase fue la elaboración de la Unidad Didáctica que posteriormente iba a ser ejecutada por los casos, el perfil conceptual de la profesora Caroline se movilizó hacia el plano instrumental (P2), que relacionó la capacidad de saber hacer (Q2), el uso de las técnicas y procedimientos (R2) y la promoción de contenidos procedimentales (O2), tal como se aprecia en la figura 4.26.

Figura 4.26 Perfil Conceptual de Caroline sobre Competencias de Pensamiento Científico Fase III

PERFIL CONCEPTUAL CAROLINE COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO FASE III.				
	O	P	Q	R
Explicar	2	2	2	2

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;
 Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3
 Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3
 Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.3.2.4 Perfil Conceptual sobre la Explicación Científica de Caroline en la Fase Evaluación e Implementación.

Finalmente, durante la fase de implementación y evaluación de la Unidad Didáctica construida para la enseñanza de la electroquímica en tercero medio, se evidencia que la profesora Caroline desarrolló actividades que asociaban preguntas abiertas problematizadoras, en búsqueda de relaciones conceptuales asociadas a la relación entre cambio químico y electricidad. En particular es importante señalar que durante esta fase la profesora promovió la construcción de explicaciones y que de acuerdo al desarrollo de la unidad didáctica en cada una de las cuatro clases (OBS) esta construcción se fue complejizando y enriqueciendo, como se evidencia en el discurso tanto de la profesora como de sus estudiantes., Tabla 4.26.

Durante esta fase además se muestra que la construcción de explicaciones científicas, conllevó a una participación activa del estudiantado, siendo estos sujetos epistemológicamente activos que problematizaron las situaciones propuestas por la profesora, que propusieron y discutieron desde la teoría científica y que lograron construir sus propias conclusiones con respecto a la relación entre cambio químico y teoría electroquímica.

Para un análisis más detallado sobre cómo trabajó la explicación científica en las clases la profesora a través del desarrollo de la unidad didáctica propuesta, se presenta al final de este apartado el análisis secuencial de cada clase.

Tabla 4. 56 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Caroline acerca de las Competencias de Pensamiento Científico Fase IV. Evaluación e Implementación

CATEGORÍA: CONCEPCIONES DE CAROLINE ACERCA DE LAS COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO (FASE IV)			
Instrumento	Id.	Sub categorías	Unidades de Análisis
TRD	TRD1.154	Explicar	TRD09ECD1 1:115 [que esta hablando de retener electricidad, como almacenar electricidad...] (187:187)
TRD	TRD1.155	Explicar	TRD09ECD1 1:116 [pero la está relacionando con la pila de ahora...] (189:189)
TRD	TRD1.156	Explicar	TRD09ECD1 1:117 [claro, la esta relacionando con la polarización, que se generan los polos...] (191:191)
TRD	TRD1.158	Explicar	TRD09ECD1 1:125 [yo lo encuentro completo, primero mira, está hablando de la oxidación y para que ocurre, está explicando y generando un catión, está tratando de llegar más allá...] (210:210)
TRD	TRD1.160	Explicar	TRD09ECD1 1:133 [que el oxígeno le quita electrones, por qué están dando ese ejemplo, no me acuerdo ya...] (236:236)
TRD	TRD1.161	Explicar	TRD09ECD1 1:135 [está diciendo esto sirve para que haya un flujo de electrones y supongo que esta entendiendo o habla de la electricidad de la corriente eléctrica...] (242:242)
TRD	TRD1.162	Explicar	TRD09ECD1 1:141 [está relacionando los óxidos con la formación. Están hablando de Berzelius ¿cierto?...] (256:256)
TRD	TRD1.163	Explicar	TRD09ECD1 1:143 [estaban explicando...] (260:260)
TRD	TRD1.167	Explicar	TRD10ECD1 1:007 [Ahora con respecto a las CPC nosotros estamos promoviendo y yo creo que hay que seguir, osea no significa que ya saben argumentar, ya saben explicar, pueden haber avances, pero eso es de a poco...] (24:24)
TRD	TRD1.168	Explicar	TRD10ECD1 1:008 [no pidas tú que con esto tiene que haber aprendido a explicar, no, resulta que hasta a nosotros de repente nos cuesta explicar] (26:26)
TRD	TRD1.171	Explicar	TRD10ECD1 1:027 [ya y lo hago hacer cosas, o exponer o explicar algo o responder clase a clase, lo estás haciendo pensar y estar atento...] (49:49)
OBSC	OBSC1.001	Explicar	OBSC1ECD1 1:045 [EC1:1 Pero con qué, explica] (68:68)
OBSC	OBSC1.002	Explicar	OBSC1ECD1 1:090 [EC1: A ver, silencio, me pueden poner atención antes de comenzar. Quiero darles bien la instrucción, lo que quiero explicar, van a realizar la lectura, cada uno puede representar una persona, ahí se darán cuenta y luego, van a contestar estas preguntas] (113:113)
OBSC	OBSC1.003	Explicar	OBSC1ECD1 1:095 [EC1: ya; explicar dice después expliqué cómo relaciona la electricidad con la formación de nuevas sustancias] (113:113)
OBSC	OBSC1.004	Explicar	OBSC1ECD1 1:096 [EC1: y la última dice, explique cuál cree que ha sido la importancia de la pila de volta para el desarrollo de las pilas que conocemos] (113:113)
OBSC	OBSC1.010	Explicar	OBSC1ECD1 1:125 [EC1:1 Ahh ya, tú sabías todo. Ya, que bueno entonces. Después nos explicas entonces] (168:168)
OBSC	OBSC1.016	Explicar	OBSC1ECD1 1:139 [EC1:1 Ya, tú dices que eran reprimidas, ¿en qué sentido, en esa época?] (177:177)
OBSC	OBSC1.039	Explicar	OBSC1ECD1 1:192 [EC1:1 Ya, pero lo que tu estás pensando, una reacción entre iones, entre sustancias, y al reaccionar esos iones, esas sustancias... ¿qué ocurría? ¿Qué se generaba?] (226:226)
OBSC	OBSC1.041	Explicar	OBSC1ECD1 1:201 [EC1:1 ¿Se les ocurrió pensar de dónde nacía el electrón, de qué sustancia? Haber ustedes] (238:238)
OBSC	OBSC1.048	Explicar	OBSC1ECD1 1:231 [EC1: ¿Cómo pasaba eso? Haber, cómo se los puedo explicar ¿No se los explicó eso?] (290:290)
OBSC	OBSC1.049	Explicar	OBSC1ECD1 1:232 [EC1: Uno queda positivo, o sea uno estaba cobre cero y zinc cero y de repente decía que uno se transformaba en positivo y el otro en negativo, ya y no, no, no, ¿no pensaron en eso? ¿Cómo?] (290:290)

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

OBSC	OBSC1.050	Explicar	OBSC1ECD1 1:237 [EC1:1: ahí hay iones, habían iones, cierto y tú me dices que el protón hay iones, ya, cargas, ¿que están pensando que de aquí hay las cargas? Yo después voy a hacer una explicación. Y, explique cómo se relaciona la electricidad con la transformación de nuevas sustancias] (296:296)
OBSC	OBSC1.051	Explicar	OBSC1ECD1 1:238 [EC1: ¿cómo se relaciona la electricidad con la transformación de otras sustancias?] (298:298)
OBSC	OBSC1.061	Explicar	OBSC1ECD1 1:266 [EC1: Me van a entregar, me van a entregar el trabajo de ahora, que quiero revisarlo y para comparar, para hacer una síntesis y explicar lo que quedó en el aire ahora] (341:341)
OBSC	OBSC1.062	Explicar	OBSC2ECD1 2:003 [EC1: “Explique cuál creen que ha sido la importancia de la pila de Volta para el desarrollo d las pilas que conocemos actualmente “] (75:75)
OBSC	OBSC1.063	Explicar	OBSC2ECD1 2:004 [EC1: “El descubrir que dos metales como el cobre y el zinc sumergidos en un líquido producen electricidad fue lo más importante , porque ayudó a vinieran otras pilas y para mejorar”] (75:75)
OBSC	OBSC1.064	Explicar	OBSC2ECD1 2:010 [EC1: O sea hay un (...) entre el zinc, conectadas con un, con una especie conductora, que es el líquido y que permite, permitía que se produjera electricidad. A mayor cantidad de placas, mayor era la electricidad de la pila] (75:75)
OBSC	OBSC1.065	Explicar	OBSC2ECD1 2:013 [EC1: Bien, y el cómo es importante, la electricidad produce nuevas sustancias a través de un cambio químico] (75:75)
OBSC	OBSC1.068	Explicar	OBSC2ECD1 2:022 [EC1:1 Hoy día vamos a en considerando su tarea, utilizando su tarea vamos a explicar] (112:112)
OBSC	OBSC1.069	Explicar	OBSC2ECD1 2:023 [EC1: ya vamos a ver que se entiende por explicar] (112:112)
OBSC	OBSC1.070	Explicar	OBSC2ECD1 2:024 [EC1:explicar, cómo, esa es la pregunta, cómo se produce el cambio químico a través de la electricidad, y cómo, son dos preguntas, cómo se produce electricidad a partir de la transformación de las sustancias] (112:112)
OBSC	OBSC1.071	Explicar	OBSC2ECD1 2:025 [EC1:Pero ahora vamos a tratar de explicar] (112:112)
OBSC	OBSC1.073	Explicar	OBSC2ECD1 2:028 [EC1:en donde ustedes van a explicar , van a explicar un grupo la posición de este tema de un autor; y el otro grupo va a explicar la posición y de este tema , del otro autor] (112:112)
OBSC	OBSC1.074	Explicar	OBSC2ECD1 2:029 [EC1:1 Momento. Pero ¿qué es lo que ustedes van a tener que hacer para explicar esas dos preguntas iniciales?] (114:114)
OBSC	OBSC1.075	Explicar	OBSC2ECD1 2:035 [EC1: y lo otro, cómo a partir de las ideas de Davy podría explicar la oxidación de un metal.] (114:114)
OBSC	OBSC1.076	Explicar	OBSC2ECD1 2:036 [EC1: Ya, hay una serie de preguntas que ustedes van a tratar de contestar para dar sus explicaciones] (114:114)
OBSC	OBSC1.077	Explicar	OBSC2ECD1 2:037 [ECD1: cuando tú quieres explicar algo ¿qué haces? ¿qué tratas de hacer? Cuando explicas ¿qué tratas de conseguir? ¿Qué entiendes por explicar?] (115:115)
OBSC	OBSC1.079	Explicar	OBSC2ECD1 2:039 [EC1:1 Describir, o sea explicar es sinónimo de describir] (117:117)
OBSC	OBSC1.083	Explicar	OBSC2ECD1 2:043 [EC1:1 Pero esa explicación referida, supongamos que vas a explicar cómo ocurre la, o cómo se produce la reacción, la electricidad. Entonces en base a qué tienes que explicarla] (122:122)
OBSC	OBSC1.085	Explicar	OBSC2ECD1 2:045 [EC1:1 a ejemplos, entonces tienes que explicar] (124:124)
OBSC	OBSC1.087	Explicar	OBSC2ECD1 2:047 [EC1:1 Ya, bueno, de todas maneras aquí en la guía viene algunas sugerencias quiero que esto quede claro. Cuando uno (...) cuando uno trata de explicar algo es (...) Primera cosa, significa destinado a entender] (126:126)
OBSC	OBSC1.088	Explicar	OBSC2ECD1 2:048 [EC1: Y entonces eso que tu sabes es capaz de hacer que los otros lo entiendan] (126:126)
OBSC	OBSC1.089	Explicar	OBSC2ECD1 2:049 [EC1: Si yo soy capaz de entender cómo funciona la electricidad tengo que ser capaz de explicárselo al resto cómo funciona la electricidad y que el otro lo entienda]
OBSC	OBSC1.090	Explicar	OBSC2ECD1 2:050 [EC1: Utilizando ejemplos, utilizando los conceptos,

			<i>etcétera. Esa es la idea. ¿Ya? Eso significa explicar] (126:126)</i>
OBSC	OBSC1.092	Explicar	<i>OBSC2ECD1 2:053 [EC1: O sea perdón, me explico de nuevo] (160:160)</i>
OBSC	OBSC1.093	Explicar	<i>OBSC2ECD1 2:058 [EC1: Y sobre la pregunta, para nosotros, de por qué o que cuál era, de por qué se producía la oxidación, porque simplemente, porque simplemente esta la sustancia, por ejemplo el hierro y al juntarse con el oxígeno, una reacción química, ocurre una oxidación, entonces lo que pasa con esta unión es que el oxígeno quita electrones al hierro y así se produce, así ocurre una oxidación y se ven los efectos, como el peróxido] (164:164)</i>
OBSC	OBSC1.096	Explicar	<i>OBSC2ECD1 2:071 [EC1: Ya, (...) Me faltó... ahí tengo una duda ¿cómo explicaba?] (197:197)</i>
OBSC	OBSC1.097	Explicar	<i>OBSC2ECD1 2:072 [EC1: Que explicaran un poquito más ¿cómo se produce ahí la electricidad?] (199:199)</i>
OBSC	OBSC1.100	Explicar	<i>OBSC2ECD1 2:077 [EC1:1 Haber, vamos a tratar, vamos a tratar de entender, o de plantear lo que dijo Davy o Berzelius (no se entiende) ¿qué me podrían decir acerca de la electroquímica?] (218:218)</i>
OBSC	OBSC1.101	Explicar	<i>OBSC2ECD1 2:079 [EC1:1 La electrólisis, osea en el fondo (...) Ya, a partir de la electricidad se produce un cambio o una transformación de la materia ¿cómo, qué ocurre?] (222:222)</i>
OBSC	OBSC1.104	Explicar	<i>OBSC2ECD1 2:086 [EC1: Ya, les están preguntando cómo puedo explicar el cambio químico ¿qué vamos a entender? ¿Qué estábamos haciendo recién? ¿Hablando de qué? Estábamos transformando, osea obteniendo nuevas sustancias a partir de otras ¿agregándole qué cosa?] (287:287)</i>
OBSC	OBSC1.108	Explicar	<i>OBSC3ECD1 3:034 [EC1: ¿me podría explicar o dar ideas de cómo se, funciona una pila?] (71:71)</i>
OBSC	OBSC1.109	Explicar	<i>OBSC3ECD1 3:035 [EC1: Ya, necesito dos polos, y para que tenga dos polos] (73:73)</i>
OBSC	OBSC1.110	Explicar	<i>OBSC3ECD1 3:041 [EC1: Un ácido, ¿y podría ser una solución? Ya, en solución el ácido lo voy a sumergir en una solución. Que sea una solución que me permita que, exactamente (no se entiende) conducción. Ya, ahí yo les voy a decir que solución podemos usar] (86:86)</i>
OBSC	OBSC1.111	Explicar	<i>OBSC3ECD1 3:043 [EC1.cómo me daría cuenta de que voy, porque se supone que voy a producir electricidad] (86:86)</i>
OBSC	OBSC1.121	Explicar	<i>OBSC3ECD1 3:074 [EC1:Eso es lo que tenemos que tratar de entender porque a mi no me costaría nada explicarles de que se trata] (150:150)</i>
OBSC	OBSC1.122	Explicar	<i>OBSC3ECD1 3:084 [EC1:1 No, no me han dicho ¿Qué sigue? Por una parte dijimos que los electrones seguían ese camino. Ya, y el zinc va a llegar acá, esto va a aumentar si es +2 se va a tornar ¿con qué carga este vaso?] (165:165)</i>
OBSC	OBSC1.123	Explicar	<i>OBSC3ECD1 3:102 [EC1:1 Si, pero acá tengo, tenemos varias cosas. Tenemos la oxidación y la reducción. Este electrodo, después le voy a decir los nombres, pero me interesa que piensen en el puente salino cumple una función ¿Cuál sería la función del puente salino? Porque si yo los saco deja de funcionar. Miren acá lo voy a poner] (214:214)</i>
OBSC	OBSC1.124	Explicar	<i>OBSC3ECD1 3:103 [EC1: Se supone que por otro lado que aquí yo tengo que tener cobre, y que debiera de haber un cambio de color o algo. Ustedes me dijeron. Todavía no observamos pero esta ocurriendo acá encima del electrodo ¿Qué se esta obteniendo ahí?] (216:216)</i>
OBSC	OBSC1.125	Explicar	<i>OBSC3ECD1 3:106 [EC1:1 A ver, dijimos que los electrones viajaban por aquí (puente) y el Zn 0 se transformaba en Zn+2 esto aumenta positivo. Hasta ahí vamos. Por otro lado (...) Oye, por otro lado, el Cu +2, dijimos cierto, que está recibiendo electrones y se reduce, entonces] (231:231)</i>
OBSC	OBSC1.126	Explicar	<i>OBSC3ECD1 3:107 [EC1: ¿Qué esta pasando con esta solución? Si se está dando Cu +2 ¿Cómo va quedando cargada?] (231:231)</i>
OBSC	OBSC1.127	Explicar	<i>OBSC3ECD1 3:108 [EC1:1 negativa. Entonces aquí va haber un exceso negativo y otro positivo, pero este puente algo me debe permitir] (233:233)</i>
OBSC	OBSC1.128	Explicar	<i>OBSC3ECD1 3:113 [EC1: ¿Cómo funciona esta pila? Entonces escucha por favor. Ya, haber, primero ¿Qué necesito para tener una pila de Daniell?] (246:246)</i>
OBSC	OBSC1.129	Explicar	<i>OBSC3ECD1 3:117 [EC1:1 Ya, haber mira. Bueno, te lo voy a explicar, un átomo neutro, por ejemplo el oxígeno y pongan atención acá, tiene, vamos a suponer una carga igual a cero, un número atómico igual a 8 ¿Qué significa?</i>

			<i>Que tiene 8 protones, 8 neutrones y 8 electrones. Si este átomo neutro pierde electrones, supongamos 2 o 1, entonces si estos menos 2 electrones ¿Cómo queda? ¿Qué le ocurre? Cambia la cantidad de protones Tiene 8 protones. ¿Pero cuantos electrones... este puede perder? Perdón, vamos a suponer que gana dos electrones, si gana 2 electrones ¿con cuantos queda?] (255:255)</i>
OBSC	OBSC1.130	Explicar	<i>OBSC3ECD1 3:120 [ECD1:¿Qué ocurre en el ánodo? ¿Qué es lo que ocurre? Oye, ya ¿Qué ocurre en el ánodo?] (258:258)</i>
OBSC	OBSC1.136	Explicar	<i>OBSC3ECD1 3:143 [EC1: Osea lo mismo que nosotros hemos explicado hoy día lo explican cortito] (330:330)</i>
OBSC	OBSC1.137	Explicar	<i>OBSC3ECD1 3:145 [EC1: Si lo acabamos de ver. Traten de explicarlo.] (330:330)</i>
OBSC	OBSC1.138	Explicar	<i>OBSC3ECD1 3:146 [EC1:1 Ya, haber, el texto. Miren, la tarea consiste en lo siguiente, lo voy a explicar] (351:351)</i>
OBSC	OBSC1.141	Explicar	<i>OBSC3ECD1 3:17 [EC1: Pero esta explicación, ustedes también lo dijeron, fue reocada con experimentos posteriores] (40:40)</i>
OBSC	OBSC1.142	Explicar	<i>OBSC3ECD1 3:18 [EC1: Los dos metales estaban en contacto y experimentaban la comunicación entre ellas. Ahora, según Galvanic, algunas partes del cuerpo producían electricidad, y esta era transferida por los nervios que estaba acumulado en los músculos y lo cual producía el movimiento de las ancas de la rana] (40:40)</i>
OBSC	OBSC1.144	Explicar	<i>OBSC3ECD1 3:21 [EC1:1 Cobre, pue pue puede haber sido cobre y zinc ¿qué? Buena tu pregunta ¿qué podría ser? ¿para que haya transferencia de energía...? Haber, pensemos en eso ¿Cómo lo deberían explicar ustedes? ¿Qué debiera ser el metal para el otro?] (44:44)</i>
OBSC	OBSC1.146	Explicar	<i>OBSC3ECD1 3:32 [EC1:1 Bueno, si yo tengo un oxido ácido con agua voy a agregar por ejemplo, para obtener un ácido. Bueno, también hablo de un carácter electivo, ¿Qué significa? Que una sustancia, si yo tenia por ejemplo una sustancia AB y le agregada una C ¿Qué podía ocurrir? Que este C fuera, digamos mas, tendría más afinidad con A, tendría más afinidad con A, y va a desplazar a B y van a formar un nuevo compuesto, y van a formar un nuevo compuesto. Eso seria en términos generales, ahí estaríamos hablando de una reacción química. Ya, entonces (no se entiende) suben, Berzelius, eso eran los aportes. Haber, Banda usted tenia en sus apuntes varias cosas importantes sobre Berzelius (no se entiende) ya, lo que tu expresaste habían cosas muy interesantes cuando tú empezaste tenías cosas muy cercanas con algo de los óxidos (no se entiende). Había, en contraste, encontraste hartos. Bueno esto sería el planteamiento, y el trabajo de Berzelius. Entonces, si nosotros hacemos un recuento primero partió Galvanic, Volta, Davy, y Berzelius y ahí estamos ¿esta claro? Ya, saco ahora les queda más claro eso que tenían que les faltaba. Pero en términos generales, ahora hay dos cosas.] (67:67)</i>
OBSC	OBSC1.147	Explicar	<i>OBSC3ECD1 3:33 [EC1: uno la electricidad produce un cambio químico, ya, lo que nosotros podemos hablar de electrólisis, por otro lado, a partir de un cambio químico generamos electricidad y ahí estaríamos hablando de la pila química o electroquímica y también hablamos de la pila electrolítica, ya, entonces eso es lo mas importante que tenemos hasta el momento.] (71:71)</i>
OBSC	OBSC1.148	Explicar	<i>OBSC4ECD1 4:002 [EC1: les dije que se podían explicar las ecuaciones, las ecuaciones que va a ser hoy día nuestro tema de trabajo] (41:41)</i>
OBSC	OBSC1.149	Explicar	<i>OBSC4ECD1 4:010 [EC1: cómo funcionaba la pila] (53:53)</i>
OBSC	OBSC1.150	Explicar	<i>OBSC4ECD1 4:032 [EC1: Pero hay algo que hoy día, que quiero explicarles que corresponde a la clase de hoy y que quiero que estén atentos para que entiendan qué pasa con el potencial y por qué nosotros vemos, qué significa, que el LED marqué 0,76 volt y acá es 0,34 volt.] (81:81)</i>
OBSC	OBSC1.151	Explicar	<i>OBSC4ECD1 4:039 [EC1:1 hay una... diferencia de potencial, ¿cierto? Y Uds. a qué creen que se debe está diferencia de potencial, Uds. saben que acá sale el flujo de electrones espontáneamente y salen por arriba por el circuito externo y ahí le da la electricidad, entonces hay una diferencia de potencial entre el cátodo y el ánodo, y esa diferencia de potencial hace que los electrones giran, perdón, sale o circula desde el ánodo hasta cátodo, significa que hay una mayor cantidad de flujo de electrones, diferente potencial, en el ánodo que en el cátodo. Lo mismo, como fluye el agua en una cascada, el agua arriba tiene un mayor potencial, energía potencial y cae, cierto hacía abajo, de la misma forma podrían interpretar el traspaso de electrones. Entonces, cada pila dependiendo</i>

			<i>de los electrodos, sí es Zn, Cu] (89:89)</i>
OBSC	OBSC1.152	Explicar	<i>OBSC4ECD1 4:049 [EC1:1 a ya de lo que han leído. Ya, ee, en una pila, osea cada electrodo tiene un potencial distinto y esos están determinados, se han establecido cuantitativamente y me dice que me ayudan a predecir cuál es la capacidad oxidante que tiene cada electrodo. Y cómo se hace esto, bueno, yo se los voy a contar en forma muy sencilla para que lo entiendan, fíjense que se utiliza, se buscó un electrodo inerte y patrón, que se llama electrodo de hidrógeno, en el cual en la lámina que Uds. van a ver acá es el platino, es inerte es prácticamente inerte, entonces, qué es lo que se hace, a una concentración se habla estándar con concentración 1M de las soluciones de HCl utilizando, inyectando hidrógeno. Esta es un lámina de platino, acá hay un tubo que tiene un orificio aquí se inyecta H₂ gaseoso y se hace burbujear, se le dio un a concentración M que sea igual a 0 mol, osea cuando es estándar, que es relativo se le da el valor de 0,0 volt. Además, es un electrodo inerte, qué es lo que ocurre, va cambiando el electrodo, por ejemplo, a una concentración 1M, siempre a una concentración estándar va a cambiar y miden el valor, de cada uno de ellos y de esa forma está diciendo el potencial de reducción de cada electrodo y ahí se va sustituyendo, por ejemplo, acá se puso el zinc y dio un valor igual a 0,76volt, yo lo puedo ir cambiando y puedo poder magnesio y cualquiera, cualquier electrodo y voy midiendo el valor, pero para que me serviría eso] (102:102)</i>
OBSC	OBSC1.155	Explicar	<i>OBSC4ECD1 4:079 [EC1: Te acuerdas cuando te explique lo de la suma de los electrones, y qué pasa cuándo se suman los electrones] (217:217)</i>
OBSC	OBSC1.157	Explicar	<i>OBSC4ECD1 4:081 [EC1: pero sí es del método ión electrón te acuerdas, igualamos allá y acá, como en la sesión anterior, el magnesio se oxida y el cobre se reduce, hay una oxidación y una reducción. Hablan al mismo tiempo diferentes estudiantes Sí no invierto la reacción del magnesio entonces será una reducción Mg +2 + 2e produce MgO. pero está en el otro sentido. Porque no podemos hacer funcionar la pila con dos reducciones, tiene que haber una oxidación y una reducción. Sí yo, les doy otra reacción, lo último que veamos, está reacción, Mg + 2HCl, está equilibrada, que es MgCl₂ + H₂, está equilibrada, está estupenda, y yo les estoy diciendo que es una reacción de oxido reducción, entonces, lo que yo le dijo que en base en los potenciales que me digan sí realmente es espontánea o no, que me digan que ocurra y que tenga oxidación y reducción.] (221:221)</i>
OBSC	OBSC1.159	Explicar	<i>OBSC4ECD1 4:089 [EC1:donde Uds. explicaban, justificaban, argumentaban sus posiciones sus posiciones] (264:264)</i>
OBSC	OBSC1.160	Explicar	<i>OBSC4ECD1 4:090 [EC1: iban apareciendo nuevos conceptos, nuevas explicaciones acerca de esta relación entre cambio químico y la electricidad] (264:264)</i>
OBSC	OBSC1.162	Explicar	<i>OBSC4ECD1 4:093 [EC1: Seguimos avanzando cómo funcionaba una pila, construimos una pila en el laboratorio y aquí estamos trabajamos esa vez con la pila de Daniell tratamos de explicar] (264:264)</i>

El perfil conceptual de la profesora Caroline, muestra la explicación científica desde el plano social (P3) que permite saber conocer (Q1) los modelos teóricos (R1) y los contenidos conceptuales (O2). Evidenciando así su vuelta al perfil conceptual identificado durante las primeras fases de la investigación.

Figura 4.27 Perfil Conceptual de Caroline sobre Competencias de Pensamiento Científico Fase IV

PERFIL CONCEPTUAL CAROLINE COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO FASE IV.				
	O	P	Q	R
Explicar	1	3	1	1

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;
 Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3
 Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3
 Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.3.3 Resultados y Análisis del Estudio de Caso Emilio acerca de la Explicación Científica

4.3.3.3.1 Perfil Conceptual sobre la Explicación Científica de Emilio en la Fase Diagnóstico.

Durante la fase de diagnóstico Emilio sólo declara en total acuerdo con dos afirmaciones en relación a las competencias de pensamiento científico, (Tabla 4.57) coincidiendo en que la competencia integra conocimientos, actitudes y valores de la comunidad científica en la clase de ciencias, así como que el carácter cognitivo de la persona competente al reconocer los límites o ventajas de apoyarse en teorías científicas para explicar un fenómeno.

Tabla 4. 57 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Emilio acerca de las Competencias de Pensamiento Científico Fase I. Diagnóstico

CATEGORÍA: CONCEPCIONES DE EMILIO ACERCA DE LAS COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO (FASE I)			
Instrumento	ID.	Códigos	Unidades de Análisis
C07	C072.15	Explicar	CPC 34.Un estudiante competente en ciencias, integra conocimientos, actitudes y valores de la comunidad científica, en la clase de ciencias.
C07	C072.16	Explicar	CPC.47. Un estudiante competente en ciencias, reconoce las limitaciones o ventajas de apoyarse en teorías para explicar un fenómeno.

De esta manera se identifica un perfil conceptual inicial (Figura 4.26) que sitúa las competencias de pensamiento científico en el plano social (P3) en función del contenido contextual (O3), así como el valor de las técnicas de representación (R2) y el saber hacer (Q2) el desarrollo de la competencia.

Figura 4.28 Perfil Conceptual de Emilio sobre Competencias de Pensamiento Científico Fase I

PERFIL CONCEPTUAL EMILIO COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO FASE I.				
	O	P	Q	R
Explicar	3	3	2	2

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;
 Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3
 Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3
 Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.3.3.2 Perfil Conceptual sobre la Explicación Científica de Emilio en la Fase Fundamentación Teórica

Durante la fase II, de fundamentación teórica, el profeso Emilio señala la importancia de la explicación en la construcción de conocimiento científico y propone un ejemplo desde la historia de la ciencia, sobre Copérnico (Tabla 4.58).

Tabla 4. 58 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Emilio acerca de las Competencias de Pensamiento Científico Fase II. Fundamentación Teórica

CATEGORÍA: CONCEPCIONES DE EMILIO ACERCA DE LAS COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO (FASE II)			
Instrumento	ID.	Códigos	Unidades de Análisis
TRD	TRD2.022	Explicar	TRD02ECD2 1:063 [por hablar de Copérnico, que fue, fue condenado en la inquisición, pero no habla de, no me baso un poco más atrás en la persecución que tenían todos los científicos y cuantos tuvieron que permanecer callados] (173:173)

Durante la fundamentación teórica el profesor Emilio, avoca la explicación científica ya no sólo desde una perspectiva instrumental como se había identificado en la fase anterior, sino que además permite relacionar esta competencia con la construcción de modelos teóricos (R1), el saber conocer (Q1) en función de un plano social (P3), donde el contenido contextual (O3) es importante, figura 4.29.

Figura 4.29 Perfil Conceptual de Emilio sobre Competencias de Pensamiento Científico Fase II

PERFIL CONCEPTUAL EMILIO COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO FASE II.				
	O	P	Q	R
Explicar	3	3	1	1

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;
 Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3
 Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3
 Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.3.3 Perfil Conceptual sobre la Explicación Científica de Emilio en la Fase Diseño

En la fase de diseño, que se intenciona directamente la explicación científica como competencia de pensamiento científico, por decisión de los casos, se evidencia a través del discurso del profesor Emilio la noción de la competencia llevada a explicitar lo que el estudiantado es capaz de hacer (Tabla 4.59). El señala en varias oportunidades procedimientos asociados a la construcción de pilas electroquímicas u otro tipo de experimentos que les permita a sus estudiantes construir explicaciones sobre los fenómenos electroquímicos. Así orienta más la discusión hacia el tipo de actividades que se podrían proponer, que van desde la elaboración de diagramas, realización de experimentos o la construcción de textos, aspecto en el que no profundiza.

Tabla 4. 59 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Emilio acerca de de las Competencias de Pensamiento Científico Fase III. Diseño de una Unidad Didáctica

CATEGORÍA: CONCEPCIONES DE EMILIO ACERCA DE LAS COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO (FASE III)			
Instrumento	ID.	Códigos	Unidades de Análisis
TRD	TRD2.101	Explicar	TRD05ECD2 1:064 [<i>yo visualizo lo que va haciendo, y va explicando cómo existe la transferencia de energía eléctrica</i>] (125:125)
TRD	TRD2.106	Explicar	TRD05ECD2 1:068 [<i>ahí uno debiera utilizar algunos esquemas algunos modelos para explicar que se produce precisamente el cambio químico</i>] (125:125)
TRD	TRD2.108	Explicar	TRD05ECD2 1:115 [<i>lo mismo que en el limón, los niños llegaban y se comían los limones y yo les decía, no se lo coman porque tiene toxinas porque el hecho mismo que se transfirió un electrón a otros, entonces, los niños chicos de básica les tenía que explicar más</i>] (205:205)
TRD	TRD2.109	Explicar	TRD05ECD2 1:115 [<i>entonces, el problema es que no se observan cambios, ese es el problema, porque sí se tiñera, pero sí lo que se puede es registrarse la temperatura, solo acredita que sí hay cambio, porque sí uno lo mide con el potenciómetro es un cambio de voltaje</i>] (205:205)
TRD	TRD2.123	Explicar	TRD06ECD2 1:088 [<i>explicar mediante el uso de diagramas sintéticos...</i>] (251:251)
TRD	TRD2.126	Explicar	TRD06ECD2 1:113 [<i>explica las formas en que se produce electricidad. Porque hablan de la electrostática</i>] (317:317)
TRD	TRD2.143	Explicar	TRD08ECD2 1:139 [<i>hay una selección de materiales de recursos apropiados, en ese aspecto sí, pero me refería como para después evaluar lo que viene siendo la explicación misma que uno después tiene que evaluar esto, tiene que evaluar y por eso, tienen que ejercitar lo que es explicar para que aprendan a explicar porque en el fondo eso es lo que estamos</i>] (350:350)
TRD	TRD2.146	Explicar	TRD08ECD2 1:143 [<i>eso es lo que había preguntado, porque ellos están realizando una buena explicación pero como se redacta, entonces se trata de que lo crean el texto</i>] (358:358)

En el caso de Emilio se identifica un perfil conceptual que sitúa la explicación como competencia de pensamiento científico desde un plano instrumental (P2), en relación a saber hacer (Q2) de las técnicas de representación (R2), privilegiando contenidos instrumentales (O2), Figura 4.30.

Figura 4.30 Perfil Conceptual de Emilio sobre Competencias de Pensamiento Científico Fase III.

PERFIL CONCEPTUAL EMILIO COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO FASE III.				
	O	P	Q	R
Explicar	2	2	2	2

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;
 Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3
 Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3
 Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.3.3.4 Perfil Conceptual sobre la Explicación Científica de Emilio en la Fase Evaluación e Implementación

Durante la fase de implementación el profesó Emilio enriquece y potencia desde diferentes puntos de vista la explicación científica. A través de las unidades discursivas objeto de análisis, se identifica que la explicación que promueve y desarrolla el profesor está orientada hacia la construcción y problematización de conceptos para dar cuenta del cambio químico por acción de la electricidad (Tabla 4.60).

Para Emilio es muy importante partir la construcción de explicaciones científicas desde la cotidianidad del estudiantado, lo que instaura la competencia desde un carácter significativo para las personas. Así, señala el interés de abordar los contenidos conceptuales particularmente a través de

actividades experimentales, como por ejemplo el hecho de frotar materiales contra otros y experimentar una repulsión o atracción entre estos, la construcción de circuitos eléctricos, entre otros ejemplos que propone.

A partir de la proposición de situaciones cotidianas, en particular relacionadas con el funcionamiento del cuerpo humano porque sus estudiantes antes de iniciar la clase de química tenían educación física, el profesor Emilio fue proponiendo desarrollar las diferentes actividades propuestas en la Unidad Didáctica a fin que sus estudiantes construyeron explicaciones acerca de la teoría electroquímica y a la vez caracterizarán qué es la explicación científica y se fueran autorregulando. Este aspecto fue bastante importante en la promoción y desarrollo de la explicación científica en el aula, estableciendo diferentes secuencias que permitían complejizar y fundamentar teóricamente la estructura de la explicación.

Tabla 4.60 Codificación y Categorización de Datos para las Concepciones de Emilio acerca de las Competencias de Pensamiento Científico Fase IV. Evaluación e Implementación

CATEGORÍA: CONCEPCIONES DE EMILIO ACERCA DE LAS COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO (FASE IV)			
Instrumento	ID.	Códigos	Unidades de Análisis
TRD	TRD2.152	Explicar	TRD09ECD2 1:105 [está dando igual una explicación, a parte de la justificación...] (159:159)
TRD	TRD2.153	Explicar	TRD09ECD2 1:114 [es que están dando como hechos, acontecimientos, tienen una postura...] (181:181)
TRD	TRD2.154	Explicar	TRD09ECD2 1:118 [que justamente lo esta relacionado con lo que está almacenando electricidad con la forma, como la base en la que se produce electricidad...] (193:193)
TRD	TRD2.155	Explicar	TRD09ECD2 1:128 [detalla bastante bien analítica la respuesta...] (220:220)
TRD	TRD2.156	Explicar	TRD09ECD2 1:134 [la explicación la está relacionando con electronegatividad...] (238:238)
TRD	TRD2.157	Explicar	TRD09ECD2 1:139 [eso fue lo que les faltó haber hecho una propuesta nueva, algo distinto, por ejemplo algo creativo de ellos...] (252:252)
TRD	TRD2.158	Explicar	TRD09ECD2 1:140 [o relacionar con algo más cotidiano, es que este es el aspecto...] (254:254)

TRD	TRD2.161	Explicar	TRD09ECD2 1:155 [considerando cierto tipo de mapas de progreso, que en química no están definidos, en el cual el alumno da una explicación de un fenómeno de oxidación-reducción]. (276:276)
TRD	TRD2.162	Explicar	TRD09ECD2 1:156 [cuando me acuerdo que en la Universidad, obtenga alcohol, obtenga esto y uno se dedicaba a puro obtener y cuando uno tenía que dar algún tipo de explicación científica se basaba en todo lo que había leído y lo explicaba...] (278:278)
TRD	TRD2.163	Explicar	TRD10ECD2 1:004 [sí, sí, osea lo más que, ellos aprendieron a hacer lo que quedo claro, era describir, tomar los elementos inmediatos de lo que viene hacer un texto y justificar, esas dos competencias, las manejaron bien, porque toman los elementos inmediatamente del texto, no encuentro yo que haya un trabajo más elaborado, ahora lo que decía este niño el Carrera, que decía, que faltaba algo para dar una explicación, tener una evidencia adicional, pero uno pensando que va a estar evaluando este tipo de CPC se va a encontrar con un texto en el cual es ahí donde tienen que trabajar sobre ese texto...] (22:22)
TRD	TRD2.164	Explicar	TRD10ECD2 1:005 [El asunto es un poco ese, tener una dedicación concentración para realizar un análisis y luego, dar una explicación de lo que se quiere, sí eso es más que nada...] (22:22)
TRD	TRD2.165	Explicar	TRD10ECD2 1:010 [osea yo lo hablo un poco, de que eso lo tienen que desarrollar de alguna forma independiente, a mí también, yo reconozco que ni siquiera reconozco la definición de lo que explicaron, ahí yo tengo una serie de falencias que me he venido dando cuenta, pero ahí el asunto es el sistema lo que presiona] (29:29)
OBSC	OBSC2.001	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:009 [ECD2: ¿Cómo se conseguía? O ¿Cómo poder conseguir que estos elementos se obtuviesen a partir del agua? ¿Qué procedimiento podríamos realizar? ¿De qué forma? Jóvenes, esperen un poco ¿de que forma yo obtengo también estos dos elementos en la molécula de agua?] (60:60)
OBSC	OBSC2.002	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:011 [ECD2: La hidrólisis ya, la hidrólisis completa, ahora ¿Cómo formamos la ruptura de esta molécula de agua?] (62:62)
OBSC	OBSC2.003	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:012 [AX: subiendo la temperatura] (64:64)
OBSC	OBSC2.004	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:013 [51: Aplicando corriente eléctrica] (66:66)
OBSC	OBSC2.005	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:015 [ECD2: Aplicando corriente eléctrica, entonces mediante la electrolisis, el agua (no se entiende). El agua se compone de dos elementos que son el hidrogeno y el oxigeno, por otro lado tenemos que ir viendo que la materia podemos así ver que esta es neutra, pero que tiene cargas, si nosotros (llegan más estudiantes) se integran, los que vayan llegando se integran a los grupos, y resulta que la materia es neutra y la podemos ir descomponiendo en partículas, que vendrían siendo, las cargas eléctricas] (67:67)
OBSC	OBSC2.007	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:019 [ECD2: Como yo puedo obtener partículas eléctricas, a ver sin corriente] (71:71)
OBSC	OBSC2.008	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:020 [50: ¿Sin corriente?] (72:72)
OBSC	OBSC2.009	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:021 [48: ¿el proceso?] (73:73)
OBSC	OBSC2.010	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:022 [50: ¿cómo se llama?] (74:74)
OBSC	OBSC2.011	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:023 [40: por frotación] (76:76)
OBSC	OBSC2.012	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:024 [ECD2: Por frotación, como está indicando, frotando a través de, a través de estar frotando ciertos tipos de objetos se obtiene, oye los que están allá interrumpiendo, por favor si alguien quiere participar que pida la palabra y así vamos a ir internalizando bastante, se van introduciendo en esta nueva unidad, entonces mediante la frotación de los objetos podemos conseguir carga eléctrica, carga eléctrica positiva, negativa y eso nos da cuenta de que existe cierto tipo de corriente aunque sea estática pero es corriente, pero ustedes lo viven a diario cuando se sacan un chaleco, cuando se sacan la ropa ustedes se descargan electro estáticamente y varios procesos que están viviendo con estas nuevas tecnologías de hoy] (77:77)

OBSC	OBSC2.013	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:25 [ECD2: ¿Qué se necesita para que se transmita corriente eléctrica? ¿Qué es lo que se necesita para transmitir corriente eléctrica?] (77:77)
OBSC	OBSC2.014	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:030 [ECD2: Bueno, conductor por ejemplo el metal, ya, pero no tenía enlace covalente, pero a ver focalicemos un poco, entonces, o resumamos para ir refiriendo corriente eléctrica necesitamos carga eléctrica luego vienen siendo, las partículas las cuales permiten que se transfiera la electricidad, entonces, (no se entiende) para eso tenemos que romper el enlace covalente para que esas partículas queden divididas y poder obtenerlas con cargas eléctrica para que puedan transmitir esa corriente...esa corriente que es la que estamos hablando] (83:83)
OBSC	OBSC2.015	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:032 [ECD2: Se necesitan que ustedes sepan realizar los procesos de justificar, explicar y describir ¿saben cual es la diferencia de cada uno de ellos?] (83:83)
OBSC	OBSC2.016	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:039 [ECD2: Bueno, veo (no se entiende). Veamos, explicar ¿Qué es explicar?] (91:91)
OBSC	OBSC2.017	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:040 [48: Redactar, Dar ejemplos] (92:92)
OBSC	OBSC2.018	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:041 [ECD2: Dar, entonces, es dar cuentas, justamente dar cuenta de algo mediante ejemplos, mediante un hecho, una historia.] (93:93)
OBSC	OBSC2.020	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:053 [ECD2: ¿Que explicación, Uds. cree que se puede dar?] (140:140)
OBSC	OBSC2.021	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:054 [50: Es por lo metales por la reacción que ellos generan.] (141:141)
OBSC	OBSC2.022	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:055 [48: por la reacción] (142:142)
OBSC	OBSC2.023	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:056 [ECD2: Ya, a ver lo que ellas están planteando acá este bien interesante y da a reflexionar. Traten de ir escuchando a sus compañeros, ya. ¿Hablo usted de reacciones, reacciones en donde? ¿En donde podría haber reacciones?] (143:143)
OBSC	OBSC2.024	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:057 [50: En los músculos] (144:144)
OBSC	OBSC2.025	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:058 [ECD2: ¿De que tipo las reacciones? ¿Reacciones químicas?] (145:145)
OBSC	OBSC2.026	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:059 [50: Reacciones eléctrica.] (146:146)
OBSC	OBSC2.027	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:060 [48: Si, reacciones eléctricas] (147:147)
OBSC	OBSC2.028	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:061 [ECD2: ¿Reacciones químicas? Y eso porque contiene ¿Qué es lo que contiene?] (148:148)
OBSC	OBSC2.029	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:062 [48: Electricidad] (149:149)
OBSC	OBSC2.030	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:063 [ECD2: Ya, hay transferencia de electricidad, pero que contienen los músculos ¿Qué contienen?] (150:150)
OBSC	OBSC2.031	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:064 [27: Fibra, carbohidratos.] (151:151)
OBSC	OBSC2.032	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:065 [50: Músculo.] (152:152)
OBSC	OBSC2.033	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:066 [ECD2: Tienen fibra, contienen azúcares, tienen grasa, eh qué otra cosa, contienen. Oye escuchen acá, ¿allá atrás? ¿Qué otra cosa contienen? ¿Qué otros elementos contienen?] (153:153)
OBSC	OBSC2.034	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:067 [40: masa muscular, Carga eléctrica] (154:154)
OBSC	OBSC2.035	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:068 [ECD2: Ya, carga eléctrica, ¿Cómo podrían entrar esas cargas eléctricas dentro de los músculos?] (155:155)
OBSC	OBSC2.036	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:069 [48: masa muscular] (156:156)
OBSC	OBSC2.037	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:070 [ECD2: Piensen un poco ¿Cuándo ustedes salen a correr?

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

			<i>Tienen que tomar esas bebidas isotónicas a qué se debe] (157:157)</i>
OBSC	OBSC2.038	Explicar	<i>OBSC1ECD2 - 1:071 [48: Energía] (158:158)</i>
OBSC	OBSC2.039	Explicar	<i>OBSC1ECD2 - 1:072 [Ax: Nos cansamos.] (159:159)</i>
OBSC	OBSC2.040	Explicar	<i>OBSC1ECD2 - 1:073 [ECD2: Pero ¿que es lo que se esta restaurando?] (160:160)</i>
OBSC	OBSC2.041	Explicar	<i>OBSC1ECD2 - 1:074 [48: la energía] (161:161)</i>
OBSC	OBSC2.042	Explicar	<i>OBSC1ECD2 - 1:075 [28: La hidratación del cuerpo] (162:162)</i>
OBSC	OBSC2.043	Explicar	<i>OBSC1ECD2 - 1:076 [27: El agua] (163:163)</i>
OBSC	OBSC2.044	Explicar	<i>OBSC1ECD2 - 1:077 [ECD2: ¿Y que otras cosas más?] (164:164)</i>
OBSC	OBSC2.045	Explicar	<i>OBSC1ECD2 - 1:078 [28: El oxígeno, el calcio] (165:165)</i>
OBSC	OBSC2.046	Explicar	<i>OBSC1ECD2 - 1:079 [38: Los protones] (166:166)</i>
OBSC	OBSC2.047	Explicar	<i>OBSC1ECD2 - 1:080 [40: El cobre, el hierro] (167:167)</i>
OBSC	OBSC2.048	Explicar	<i>OBSC1ECD2 - 1:081 [38: El potasio] (168:168)</i>
OBSC	OBSC2.049	Explicar	<i>OBSC1ECD2 - 1:082 [40: La energía que hay en el cuerpo, aparte que el cuerpo tiene un poco de zinc y un poco de cobre] (169:170)</i>
OBSC	OBSC2.050	Explicar	<i>OBSC1ECD2 - 1:083 [ECD2: ¿Ó sea, contiene algún tipo de?] (171:171)</i>
OBSC	OBSC2.051	Explicar	<i>OBSC1ECD2 - 1:084 [50: Metales] (172:172)</i>
OBSC	OBSC2.052	Explicar	<i>OBSC1ECD2 - 1:088 [28: (No se entiende) por eso cuando un tenista termina el set se comen un plátano] (177:177)</i>
OBSC	OBSC2.053	Explicar	<i>OBSC1ECD2 - 1:089 [ECD2: para restaurar, silencio, para restaurar entonces la pérdida de sales y estas sales son las que nos permite que el músculo funcione bastante bien] (179:179)</i>
OBSC	OBSC2.055	Explicar	<i>OBSC1ECD2 - 1:099 [¿Cómo funciona la pila de volta?] (193:193)</i>
OBSC	OBSC2.056	Explicar	<i>OBSC1ECD2 - 1:100 [40: con una carga negativa y otra positiva (no se entiende)] (194:194)</i>
OBSC	OBSC2.057	Explicar	<i>OBSC1ECD2 - 1:101 [ECD2: pero cómo consigo la carga] (195:195)</i>
OBSC	OBSC2.058	Explicar	<i>OBSC1ECD2 - 1:102 [40: Se neutralizan] (196:196)</i>
OBSC	OBSC2.059	Explicar	<i>OBSC1ECD2 - 1:103 [ECD2: aclárame un poquito de que se trata de ese tipo de tener las cargas, ¿las tengo así, así? O tengo ¿otro tipo de cosas?] (199:199)</i>
OBSC	OBSC2.060	Explicar	<i>OBSC1ECD2 - 1:104 [27: tengo placas de Cobre y Zinc para que puedan entrelazarse la corriente] (200:200)</i>
OBSC	OBSC2.061	Explicar	<i>OBSC1ECD2 - 1:105 [28: el cobre positivo y el zinc negativo] (201:201)</i>
OBSC	OBSC2.062	Explicar	<i>OBSC1ECD2 - 1:106 [27: para que puedan entrelazarse y se produzca la corriente] (202:202)</i>
OBSC	OBSC2.063	Explicar	<i>OBSC1ECD2 - 1:107 [28: así la energía queda neutra] (203:203)</i>

OBSC	OBSC2.065	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:110 [ECD2: (...) ¿no entiende como se produce la electricidad?] (206:206)
OBSC	OBSC2.066	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:111 [27. el movimiento de las partículas produce la electricidad] (207:207)
OBSC	OBSC2.067	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:113 [38: es como la cosa que uno hace con el movimiento del pelo fricción] (209:209)
OBSC	OBSC2.068	Explicar	OBSC1ECD2 - 1:114 [ECD2: bien, ahí esta su ejemplo de la electricidad] (210:210)
OBSC	OBSC2.069	Explicar	OBSC2ECD2 - 2:010 [27: La otra pregunta dice ¿Cómo partir de las preguntas de Berzelius que podría explicar la oxidación de los metales? porque los no metales podrían ser electropositivos respecto del oxígeno pero electronegativo respecto de los metales. De esta manera los metales formarían óxido básico que tendrían polaridad residual positiva y los metales darían lugar a otros óxidos ácidos con polaridad residual positiva] (64:64)
OBSC	OBSC2.070	Explicar	OBSC3ECD2 - 3:008 [ECD2: Por qué no me explicas acá] (70:70)
OBSC	OBSC2.071	Explicar	OBSC3ECD2 - 3:009 [ECD2: ¿qué va a pasar con la electricidad? ¿Cómo se va moviendo o pasando la electricidad?] (76:76)
OBSC	OBSC2.072	Explicar	OBSC3ECD2 - 3:010 [27: Porque produce que haya electricidad son las placas de zinc y de cobre ¿cierto? De zinc y de cobre, pero en la primera parte hay una pura cantidad de placas ¿o están intercaladas?] (79:79)
OBSC	OBSC2.073	Explicar	OBSC3ECD2 - 3:011 [ECD2: Bueno, aquí hay, tengo una, dos, tres, ya son tres láminas distintas, por lo menos. ¿Qué le esta diciendo, haber, qué le está diciendo la primera?] (80:80)
OBSC	OBSC2.074	Explicar	OBSC3ECD2 - 3:012 [27: El agua es conductora de electricidad] (81:81)
OBSC	OBSC2.075	Explicar	OBSC3ECD2 - 3:013 [50: Los metales] (82:82)
OBSC	OBSC2.076	Explicar	OBSC3ECD2 - 3:014 [ECD2: El agua es conductora, pero me esta hablando del asunto de las placas de zinc y de cobre ¿Dónde estarían estás placas?] (83:83)
OBSC	OBSC2.077	Explicar	OBSC3ECD2 - 3:015 [50: El agua, tienen contacto con el agua] (84:84)
OBSC	OBSC2.078	Explicar	OBSC3ECD2 - 3:016 [28: El ácido] (85:85)
OBSC	OBSC2.079	Explicar	OBSC3ECD2 - 3:017 [45: En esos puentecitos, esos como cadenas] (86:86)
OBSC	OBSC2.080	Explicar	OBSC3ECD2 - 3:018 [40: Lo que quisiera decir es que del puente salino, porque al pasar, al pasar las moléculas de cobre por cada vaso, también se junta por el otro lado la de zinc, osea al pasar más rápido forman una pequeña electricidad que se va propagando por cada el vaso] (91:91)
OBSC	OBSC2.091	Explicar	OBSC3ECD2 - 3:068 [ECD2: la explicación (...) me gustaría que alguien antes de ver la definición, propiamente tal, me diera la explicación, la explicación de cómo funciona una pila. ¿Alguno de ustedes quisiera dar la explicación del funcionamiento de la pila?] (186:186)
OBSC	OBSC2.092	Explicar	OBSC3ECD2 - 3:069 [27: Que para producir electricidad se necesitaban dos tipos de placas la de zinc y la de cobre, una conducía se podría decir que la negativa y otra positiva. También que en el ejemplo más arriba se conducía a través del agua, porque en uno, en cada extremo había uno de cobre y uno de zinc, para así poder conducir desde la fuente más adelante. Más...el del medio había una conducción de las placas de zinc mayor escala y eso significaba que habían mayor electricidad porque habían más placas de zinc y más placa de cobre] (196:196)

OBSC	OBSC2.093	Explicar	OBSC3ECD2 - 3:070 [48: <i>¿Una definición?</i>] (199:199)
OBSC	OBSC2.094	Explicar	OBSC3ECD2 - 3:071 [51: <i>Explicación es como saber sobre algún tema y explicárselo al otro o dárselo a entender para convencer al otro, y hacer que el otro entienda también el tema</i>] (203:203)
OBSC	OBSC2.095	Explicar	OBSC3ECD2 - 3:072 [33: <i>Explicar es decir algo (no se entiende) pero con ejemplos</i>] (205:205)
OBSC	OBSC2.096	Explicar	OBSC3ECD2 - 3:073 [ECD2: (...) <i>Correcto, utilizar justamente, utilizar otros elementos con los cuales uno esta explicando algo, y que no se confunda justamente con la descripción, con lo que estaba detallando ¿cierto? los pasos del tema de cómo iba produciéndose la corriente eléctrica, que en cierto minutos también no solo se está utilizando, se está utilizando el lenguaje propio que viene siendo de la descripción propia tal, sino también toma ejemplos, uno que otro ejemplos, pero la explicación, osea, va un poco más allá. Explicar entonces, es utilizar ejemplos, utilizar otros elementos con los cuales yo hago entender el funcionamiento, por ejemplo, de esta pila</i>] (206:206)
OBSC	OBSC2.097	Explicar	OBSC3ECD2 - 3:074 [28: <i>Explicar algo es (no se entiende) de tal manera que uno es capaz de hacer que el otro, que otro lo entienda...reconocimiento previo y un problema (no se entiende) interpretación de (no se entiende) conocidos (no se entiende) de determinados (no se entiende) aspectos más importantes .Síntesis y análisis de la (no se entiende) con la teoría científica explicando en el marco de una teoría. Incorporación de ideas nuevas para desarrollar el tema. Conclusión, relación con los conocimientos iniciales</i>] (209:209)
OBSC	OBSC2.098	Explicar	OBSC3ECD2 - 3:075 [ECD2: <i>Ahí está lo importante entonces...ya, ir sacando ideas nuevas, que desarrollen la creatividad, cosa que ustedes puedan mostrar algo que parece muy complejo, que los demás no lo entienden, y que lo van a presentar y se lo vana enseñar a los demás ...sobre todo digamos, a sus compañeros, o también en sus casas a sus papás, cuando tengan que (no se entiende) en alguna casa, cuando tengan que hacer una conversación sobre un tema científico, que eso genera un vínculo muy fuerte entre los padres e hijos todas la veces, ojala en todas las comidas, en la cena que tengan con los papás puedan ustedes hablar sobre un tema que están, que le están viendo en el colegio y que lo puedan incluso analizar</i>] (210:210)
OBSC	OBSC2.104	Explicar	OBSC3ECD2 - 3:082 [ECD2: <i>y a la vez, una vez que ya puedan eso permitir que les dé la posibilidad de explicar de esa forma ustedes van a poder ir trabajando este aspecto que es una capacidad mucho más alta</i>] (223:223)
OBSC	OBSC2.105	Explicar	OBSC3ECD2 - 3:085 [ECD2: <i>como la explicación ustedes tienen que tenerlo esto bastante claro, porque la próxima semana lo que se haga el tiempo es corto</i>] (227:227)
OBSC	OBSC2.106	Explicar	OBSC4ECD2- 4:019 [ECD2: <i>qué pasa, no se pueden unir, ya. Entonces, quizás falta algo, vamos a llevar acá una solución salina para unir las dos</i>] (54:54)
OBSC	OBSC2.107	Explicar	OBSC4ECD2- 4:038 [50: <i>profe, y para qué se utiliza esto, esa energía</i>] (84:84)
OBSC	OBSC2.108	Explicar	OBSC4ECD2- 4:039 [28: <i>es una pilita</i>] (85:85)
OBSC	OBSC2.109	Explicar	OBSC4ECD2- 4:040 [28: <i>así se arman las pilas</i>] (87:87)
OBSC	OBSC2.110	Explicar	OBSC4ECD2- 4:041 [27: <i>eso fue se invento la pila</i>] (88:88)

OBSC	OBSC2.111	Explicar	OBSC4ECD2- 4:048 [Ax: y cómo] (98:98)
OBSC	OBSC2.112	Explicar	OBSC4ECD2- 4:049 [ECD2: esta especie se transforma en cobre sólido, entonces, aquí se están liberando electrones y acá se están captando. En donde se libera electrones, se denomina oxidación y en donde se ganan electrones, se denomina, se llama reducción] (99:99)
OBSC	OBSC2.113	Explicar	OBSC4ECD2- 4:050 [27: qué pasa cuando se oxidan los metales, si de repente se oxidan, entonces están perdiendo electrones] (100:100)
OBSC	OBSC2.114	Explicar	OBSC4ECD2- 4:051 [ECD2: es justamente, es que están perdiendo electrones] (101:101)
OBSC	OBSC2.115	Explicar	OBSC4ECD2- 4:052 [ECD2: y la reducción consiste en que este está en +2, acá este es más electronegativo y queda sin carga eléctrica como me dice acá, aparece neutro (Zn). Entonces aquí gana electrones y acá está la reducción y aquí está la oxidación] (103:103)
OBSC	OBSC2.116	Explicar	OBSC4ECD2- 4:054 [27: entonces cuál es la diferencia como voy a saber si los gana o los libera si tienen el mismo signo] (108:108)
OBSC	OBSC2.117	Explicar	OBSC4ECD2- 4:055 [ECD2: el zinc está sólido y el cobre está acuoso y es por esto que liberan los electrones] (110:110)
OBSC	OBSC2.118	Explicar	OBSC4ECD2- 4:060 [27: sí porque el cobre está recibiendo, está donando los electrones, los está refiriendo] (118:118)
OBSC	OBSC2.119	Explicar	OBSC4ECD2- 4:061 [ECD2: el Zn los está liberando a la solución y los electrones, yo hice la conexión (muestra los electrodos) y estos electrones viajan por este circuito pasa me genera un potencial, una carga, me genera un potencial eléctrico y estos electrones siguen su camino y llegan acá (a la placa de cobre). Entonces, al generar, me están generando energía, me está generando trabajo eléctrico con la cual es, esto es una reacción] (119:119)
OBSC	OBSC2.120	Explicar	OBSC4ECD2- 4:063 [ECD2: Porque yo no le estoy aplicando una corriente eléctrica, así que por lo tanto estoy obteniendo electricidad ¿a partir de qué?] (121:121)
OBSC	OBSC2.121	Explicar	OBSC4ECD2- 4:064 [27: de los metales] (123:123)
OBSC	OBSC2.122	Explicar	OBSC4ECD2- 4:065 [ECD2: de una reacción química y esto] (124:124)
OBSC	OBSC2.123	Explicar	OBSC4ECD2- 4:066 [ECD2: es lo que ha interesado justamente a todos los científicos el hecho que produzca energía] (126:126)
OBSC	OBSC2.125	Explicar	OBSC4ECD2- 4:068 [27: sí yo lo explico con más placas de zinc y cobre y que este como parejas (alineadas) no va a hacer el mismo tipo de energía que se genere, cierto] (127:127)

OBSC	OBSC2.126	Explicar	OBSC4ECD2- 4:069 [ECD2: va a hacer el tipo, justamente, sí Uds. se recuerdan en el texto donde se explicaba venía siendo, donde se explica el funcionamiento de la pila de Volta con las placas de cobre y zinc, en ese texto se hablaba que al aumentar el número de placas, aumentaba la cantidad de corriente eléctrica, aumentaba el potencial, de hecho esta pila está marcando 1 volt, pero si nosotros aumentamos el número de placa, podríamos llegar a tener mucho más, ya. Lo otro que quiero ir tomando es lo siguiente, tenemos por un lado la oxidación y por el otro la reducción, la ecuación global que viene siendo el Zn sólido más el cobre acuoso me va a generar Zn +2 más cobre sólido.] (128:128)
OBSC	OBSC2.127	Explicar	OBSC4ECD2- 4:070 [Entonces, que pasa con estos electrones en la ecuación, ¿qué está pasando?] (134:134)
OBSC	OBSC2.128	Explicar	OBSC4ECD2- 4:071 [ECD2: los estamos pasando, estos electrones por un lado fueron liberados y por otro lado fueron captados, no necesita ser considerados, porque acá tenemos una ecuación una igualdad y estamos demostrando un cambio químico, dentro de estas sustancias, porque estás sustancias (productos) son diferentes de estas sustancias (reactivos), ya, no son iguales. Acá el zinc está sólido acá está el Zn +2 en disolución; el cobre acá está en disolución con la carga eléctrica + 2 y acá tenemos el cobre sólido. Entonces, acá existe cambio químico y ese cambio químico está produciendo además, porque no sólo estamos viendo algún tipo de reacción, sino que estamos viendo el enfoque para tercero medio, justamente para la producción de energía eléctrica a partir de una reacción química. Entonces, con esto podemos ir tomando otros aspectos que es importante destacar, primero estábamos recordando el que vieron de la explicación de la pila de Volta en el que, detallaba la carga positiva y la carga negativa. Y además, nombraba los componentes que participan en la pila, que venían siendo el cátodo (entran unos estudiantes a la sala)] (136:136)
OBSC	OBSC2.129	Explicar	OBSC4ECD2- 4:075 [ECD2: claro, el puente salino lo puedo reemplazar en el, pero igual va a funcionar, puedo cambiar la sal. Entonces de acuerdo con lo que yo estaba, les estaba manifestando acá que es lo que pasaba, o que es lo que había manifestado o descubierto, mejor dicho, Berzelius se recuerdan Uds, que hablaba que existían las reacciones de composición y descomposición, que ocurrían dentro de la pila, cooperaban con lo que los mismo efecto fuera de la pila. Se recuerdan eso, qué es, a qué es lo que se está refiriendo con esta expresión, tenemos acá el Zinc, es el ánodo el electrodo negativo, qué pasa, porque es negativo, sí acá yo lo tengo positivo, por qué queda negativo] (142:142)
OBSC	OBSC2.130	Explicar	OBSC4ECD2- 4:078 [ECD2: de iones, justamente, este es un metal activo, este metal activo genera iones positivos iones Zn, al generar este Zn, fíjese que yo tengo acá, este empieza a liberar los iones Zn, los libera, perdón, forma iones Zn. (dibuja la pila) Estos iones se van arrancando, pasan desde acá, Uds, saben que ahí está el Zn y acá existe, Uds. saben que los electrones tiene una carga metálica] (147:147)
OBSC	OBSC2.131	Explicar	OBSC4ECD2- 4:079 [28: ¿Cómo?] (148:148)
OBSC	OBSC2.132	Explicar	OBSC4ECD2- 4:080 [ECD2: a ver, están los electrones, sí se forman los iones Zn esos electrones van quedando aquí y qué van a hacer, cómo tienen acá un alambre un hilo conductor, viajan a través de la pila, viajan para acá, viajan se encuentran con el multimetro] (149:149)
OBSC	OBSC2.133	Explicar	OBSC4ECD2- 4:083 [ECD2: entonces, esos electrones, como quedan dando vueltas, salen del metal y viajan viaja, cruzan el multimetro y pasan al otro electrodo, que es de cobre que este es positivo. Y acá estos electrones pasan a la solución, pasan los electrones ¿sí? Con los cuales se van a combinar, se combinan acá con los del cobre +2 para dar lugar a la formación de Cobre metálico, porque el cobre metálico es aquel se empieza a depositar acá. Ya. Entonces, por un lado, Berzelius hablaba de las reacciones, de deposición que se podía ocurrir dentro de la pila y explicaba el efecto o fenómenos cooperativos para justamente la formación de la electricidad y estos electrones van saliendo, salen de esta pila van por acá por fuera, y forman celdas] (152:152)

OBSC	OBSC2.134	Explicar	OBSC4ECD2- 4:084 [51: ¿profe, de qué depende la calidad de las pilas? ¿de los electrones, de los metales, de qué?] (153:153)
OBSC	OBSC2.135	Explicar	OBSC4ECD2- 4:085 [ECD2: ¿de qué depende? Buena pregunta. Con el tiempo se han ido reemplazando estas soluciones, para conseguir mayor potencial. Esta me está generando un potencial de 1 volt. Pero las pilas que Uds. utilizan son de 1.5 entonces tienen un potencial mucho más alto de acuerdo a las composiciones que van teniendo, a los componentes que se le van agregando] (154:154)
OBSC	OBSC2.136	Explicar	OBSC4ECD2- 4:087 [28: por qué las pilas comunes se acaban, porque se les agota el líquido] (161:161)
OBSC	OBSC2.137	Explicar	OBSC4ECD2- 4:088 [ECD2: no, las pilas comunes incluso tienen otras sustancias diferentes a estas. A ver yo estoy mostrando una pila que se empezó a trabajar, después de la de Volta, la de Volta fue construida hacia 1793 y después, está apareció en 1836 y de ahí adelante se empiezan a ir cambiando lo que vienen siendo las sustancias ácidas porque ya por ejemplo, algunas sustancias ácidas son bastante corrosivas, contaminantes y se han ido reemplazando, el zinc es el que ha prevalecido mucho más por que es un metal muy activo libera iones, forma iones en lo que se ha ido reemplazando es por ejemplo el electrodo platino, que es posteriormente, lo reemplazaron por electrodos de carbono, ya.] (162:162)
OBSC	OBSC2.138	Explicar	OBSC4ECD2- 4:089 [28: profe, una pregunta, pero a parte, a parte de la pila. Se supone que dijo ud, que el Zn libera electrones, cierto, sí, bastante cosas están cubiertas de Zn, y si cae un rayo con electricidad no le pasa nada a la cada o puede pasar algo] (163:163)
OBSC	OBSC2.139	Explicar	OBSC4ECD2- 4:090 [ECD2: osea la electricidad igual se transmite a través de un metal conductor, pero lo que estamos hablando o mejor lo que ud está planteando que justamente para explicar que es lo que sucede en este tipo de reacción. Estamos hablando del Zn, el Zn este ión Zn, genera bastante afinidad electroquímica a lo que se refería mucho Davy con una sustancia, cuál viene siendo, a ver (dibuja) a dónde llega] (164:164)
OBSC	OBSC2.140	Explicar	OBSC4ECD2- 4:092 [ECD2: y acá el sulfato de zinc, sí hay una diferencia que es lo que quiero explicar y resulta que Berzelius destaco, sí Uds. se logran recordad, la electronegatividad marcada o extrema del oxígeno, el oxígeno tiene un valor electronegativo frente al azufre que es un no metal sigue siendo negativo, por lo tanto, esta sustancia es atraída fuertemente por el ión Zn, por eso presenta una gran afinidad electroquímica de la cual hablaba, hablaba, tanto Berzelius como Davy, y además hay que entender que nosotros teníamos acá el puente salino y acá habíamos agregado una solución salina, cloruro de sodio. Lo que esta pasando acá. El cloruro de sodio, contiene iones sodio y iones cloro, sí este electrodo al ser negativo van a migrar unas especie al electrodo negativo indica una especie química que se denominan aniones, cuáles vienen siendo los aniones, los iones negativos. Entonces, tenemos sulfato, cloro, estos son aniones, los cuales migran al electrodo negativo, ánodo, concéntrense por favor, entonces migran acá. Cómo logramos conseguir que se produzca esto, sí este electrodo es negativo cómo lo puedo explicar, cómo lo puedo entender. Es por que las sustancias, el zinc se empieza a humectar y eso es lo que genera la atracción de estas sustancias y a medida que los cationes, que vienen siendo el sodio, el Zn, el cobre, se llaman cationes y hacia dónde migran] (168:168)
OBSC	OBSC2.141	Explicar	OBSC4ECD2- 4:094 [ECD2: entonces los cationes migran hacia el cátodo, ya, entonces eso, a ver, en base a ver a todo lo que tuvimos, la evidencia primero, quiero resaltar, o entender el funcionamiento de las pilas; luego, con el segundo texto revisaron que es lo que pasaba al interior de todos estos metales y soluciones y hoy día tuvieron la oportunidad de ver, de ver cómo se construye, cómo es el funcionamiento de una pila. Que es lo que me interesa entender, qué aspectos que nosotros estamos en una reacción química, en la cual los electrones se intercambian, no es un tipo de reacción química cualquiera, es un tipo de reacción química especial, hay intercambio de electrones, de estas pequeñas partículas y está ocurriendo un cambio químico, que a la vez es espontáneo, no estoy aplicando aquí el tema de la electricidad. Pero me está generando trabajo eléctrico, útil, este es el principio de funcionamiento de todas las pilas. Pregunta. ¿Quién puede explicar que es la oxidación y la reducción?] (172:172)

OBSC	OBSC2.142	Explicar	<i>OBSC4ECD2- 4:095 [27: la oxidación es la migración a la sustancia del electrón y la reducción es todo lo contrario, la incorporación de sustancias, de electrones a las sustancias] (173:173)</i>
OBSC	OBSC2.143	Explicar	<i>OBSC4ECD2- 4:096 [ECD2: osea, entendió] (174:174)</i>
OBSC	OBSC2.144	Explicar	<i>OBSC4ECD2- 4:097 [28: la oxidación libera iones] (175:175)</i>
OBSC	OBSC2.145	Explicar	<i>OBSC4ECD2- 4:098 [27: la oxidación es la liberación de electrones hacia una sustancia conformada por cualquier tipo de metal, por supuesto es una reacción química, que se puede fundamentar con el funcionamiento, el primer funcionamiento de la primera pila. La reducción es viceversa, es un metal que en una reacción química toma los electrones y hace parte de una sustancia.] (177:177)</i>
OBSC	OBSC2.146	Explicar	<i>OBSC4ECD2- 4:099 [ECD2: bien, hay algunos aspecto que hay que aclarar, la variación de oxidación que está ocurriendo con un tipo de sustancia en una solución (timbran) esta reacción ocurre digamos con esas sustancias con la cual se liberan los electrones, lo que hay que entender es que son reacciones complementarias que una sustancias se esta oxidando y la otra se está reduciendo. Eso es lo que hay que tener presente tener claro y lo otro de esto es que se ha generado un potencial, una energía eléctrica a partir de dos sustancias. Bien jóvenes la próxima sesión van a tener que argumentar hacer un trabajo y lo vamos a revisar.] (178:178)</i>
OBSC	OBSC2.160	Explicar	<i>OBSC4ECD2- 4:118 [38: lo tengo que explicar] (234:234)</i>
OBSC	OBSC2.161	Explicar	<i>OBSC4ECD2- 4:119 [38: que, lo que entendí que cuando pasan ¿los iones se llaman o no?] (236:236)</i>
OBSC	OBSC2.162	Explicar	<i>OBSC4ECD2- 4:120 [38: los iones, cuando pasan de un lado al otro ahí se liberan las] (239:239)</i>
OBSC	OBSC2.163	Explicar	<i>OBSC4ECD2- 4:121 [30: las descargas] (240:240)</i>
OBSC	OBSC2.164	Explicar	<i>OBSC4ECD2- 4:122 [38: las descargas eléctricas, eso] (241:241)</i>

El perfil conceptual del profesor Emilio durante esta última fase de investigación (Figura 4.31), se mostró fuertemente orientado hacia la comprensión de los contenidos conceptuales (O1); los modelos teóricos (R1); la importancia del saber conocer (Q1) desde un plano social (P3). Así la explicación estuvo orientada hacia la construcción de conocimiento científico escolar, a través de diferentes acciones propuestas, pero con una clara relación entre la construcción de explicaciones desde la teoría científica.

Figura 4.31 Perfil Conceptual de Emilio sobre Competencias de Pensamiento Científico Fase IV.

PERFIL CONCEPTUAL EMILIO COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO FASE IV.				
	O	P	Q	R
Explicar	1	3	1	1

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;

Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3

Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3

Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.4 Acerca del cambio conceptual en las Concepciones del Profesorado de Química sobre Naturaleza de la Ciencia

4.3.4.1 Resultados y Análisis del Estudio de Caso Caroline

Con respecto a las concepciones de Caroline acerca de la Naturaleza de la Ciencia se aprecia que su perfil conceptual (Figura 4.32) presenta transiciones entre uno y otro aspecto a lo largo de las distintas fases de investigación. En particular con respecto al conocimiento científico se observó que durante la fase de diagnóstico sus concepciones estaban más orientadas desde un plano personal significativo (P1) y que existió un cambio hacia el plano social comunicativo (P3) el cual se mantuvo hasta la última fase de implementación y evaluación. Acerca del contenido también se evidenció un cambio del contenido conceptual (O1) hacia el contenido contextual (O1), este cambio se evidenció durante la última fase de investigación donde se desarrollo la unidad didáctica con sus estudiantes. Con respecto a la dimensión de la competencia, se identifican varias transiciones desde el saber conocer (Q1), pasando por el saber hacer (Q2) que se evidenció con fuerza durante las fases II y III, hasta el saber ser y comunicar (Q3) cerrando la investigación, lo que tiene coherencia con la transición entre los planos de conocimiento. Por último, se observó acerca del racionalismo moderado de la actividad científica que al inicio estuvo en relación de los modelos teóricos (R1), pasando por las técnicas de aplicación, durante las fases II y III, hacia la importancia del lenguaje en la construcción de conocimiento científico.

Acerca de la metodología de la ciencia sólo se evidencia cambio acerca de la relación de esta con el contenido contextual (O3) concepción que varía hacia el

contenido conceptual (O1) en las fases II y III hasta el contenido más procedimental en la última fase (O2). Entre las fases I y II se observaron tres cambios importantes, que al parecer se mantienen durante el desarrollo de las siguientes fases III y IV. Estos cambios se evidencian con respecto a los planos, hay una transición de un plano social comunicativo (P3) con el que se asumía la metodología en ciencias en la fase de diagnóstico, hacia un plano personal significativo (P1). De igual manera, se identifica un cambio de los modelos teóricos (R1) hacia las técnicas de aplicación (R2) y con respecto a la dimensión de la competencia también se observó que esta pasa de una posición de saber conocer (Q1) a saber hacer (Q2). Al parecer la fase de fundamentación teórica contribuyó notoriamente al cambio conceptual de la profesora Caroline acerca de la metodología científica, un aspecto que se identificó como crítico en las concepciones del profesorado sobre naturaleza de la ciencia.

En cuanto al género en ciencias, sólo se identificó un cambio en sus concepciones con respecto al contenido, es decir que se pasa de un contenido contextual (O3) en el que se abordaba la mujeres en ciencias para dar contexto, durante la fase de diagnóstico, hacia un contenido más conceptual (O1) que se distingue fuertemente durante las fases de fundamentación teórica y diseño, hacia uno procedimental (O2), que es la concepción que refleja al implementar las clases de teoría electroquímica con sus estudiantes. En cuanto al plano se mantiene durante toda la investigación desde lo social comunicativo (P3), así como la importancia de saber conocer (Q1) sobre las mujeres científicas para la construcción de modelos teóricos (R1).

Figura 4.32 Perfil Conceptual del Estudio de Caso Caroline sobre Naturaleza de la Ciencia

PERFIL CONCEPTUAL DEL ESTUDIO DE CASO CAROLINE SOBRE NATURALEZA DE LA CIENCIA																
	DIAGNÓSTICO				FUNDAMENTACIÓN				DISEÑO				IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN			
	O	P	Q	R	O	P	Q	R	O	P	Q	R	O	P	Q	R
CAROLINE																
Conocimiento Científico	1	1	1	1	1	3	2	2	1	3	2	2	3	3	3	1
Metodología Científica	3	3	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	1	2	2
Género en Ciencias	3	3	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	2	3	1	1

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;
 Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3
 Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3
 Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.4.2 Resultados y Análisis del Estudio de Caso Emilio

Acerca del cambio conceptual que se evidencia en el caso del profesor Emilio (Figura 4.33), se señala a continuación que sí bien se presentaron algunas transiciones acerca de sus concepciones sobre naturaleza de la ciencia, también se evidencia que las concepciones sobre metodología de las ciencias desde una perspectiva instrumental, fueron persistentes y que a pesar de su participación en el modelo de intervención este aspecto se mantuvo constante.

Con respecto al conocimiento científico se apreció que una transición del plano social comunicativo (P3) en la primera fase, hacia un plano procedimental (P2) que presentó un nuevo cambio en la fase de diseño hacia un plano personal significativo (P1) el cual se mantuvo hasta la fase final y fue el que desarrolló con sus estudiantes a través de la aplicación de la unidad didáctica de teoría electroquímica.

Sí bien la metodología científica se mantuvo durante la fase I, III y IV desde una perspectiva que privilegiaba más el contenido procedimental (O2), el plano instrumental (P2), el saber hacer (Q2) y las técnicas de aplicación (R2), se presenta un cambio durante la fase de fundamentación teórica que se orienta hacia los contenidos contextuales (Q3), el plano contextual (P3) en relación de los contenidos conceptuales (O1) y los modelos teóricos (R1), sí bien este cambio no se mantuvo durante las siguientes fases, se denota que la fundamentación teórica, puede ser un aspecto importante para promover el cambio conceptual en ciencias del profesorado de química.

En cuanto al género en ciencia se observó que el cambio sólo se realizó acerca del contenido existiendo una transición desde lo conceptual (Q1) hacia lo procedimental (Q2). Las concepciones de Emilio se caracterizaron por estar en relación al contenido contextual (O3) y el plano social (P3), teniendo en cuenta que esta dimensión es importante para la construcción de modelos teóricos (R1).

Así Emilio presenta en su perfil conceptual sobre naturaleza de las ciencias, varias alusiones en relación al carácter instrumental, al parecer el carácter experimental de las ciencias es importante para la construcción de modelos teóricos y esto puede estar relacionado con aspecto más contextuales como con el género en ciencias y el valor de las personas que construyen el conocimiento científico.

Figura 4.33 Perfil Conceptual del Estudio de Caso Emilio sobre Naturaleza de la Ciencia

PERFIL CONCEPTUAL DEL ESTUDIO DE CASO EMILIO SOBRE NATURALEZA DE LA CIENCIA																
	DIAGNÓSTICO				FUNDAMENTACIÓN				DISEÑO				IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN			
EMILIO	O	P	Q	R	O	P	Q	R	O	P	Q	R	O	P	Q	R
Conocimiento Científico	1	3	1	1	2	2	2	2	1	1	2	3	1	1	1	1
Metodología Científica	2	2	2	2	3	3	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Género en Ciencias	3	3	1	1	3	3	1	1	1	3	2	3	3	3	2	1

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;
 Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3
 Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3
 Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.4.3 Resultados y Análisis del Estudio de Casos

Como se aprecia en la figura 4.34 hay similitudes y diferencias entre las concepciones de los estudio de casos. Sobre el conocimiento científico se aprecia que un cambio de lo conceptual personal, hacia lo contextual en el caso de Caroline. Para Emilio el cambio está más orientado hacia la naturaleza de las ciencias desde un plano personal significativo y la relación de este con lo conceptos y el saber conocer. En ambos casos se privilegia la naturaleza de la ciencia hacia la comprensión de los modelos teóricos, desde una postura racionalista moderada. En cuanto a la metodología científica, se observó que las concepciones de Emilio se conservan desde una postura procedimental y también, llama la atención que Caroline quien al inicio de la investigación presentaba concepciones en función de contenidos conceptuales y la importancia de saber conocer allá evidenciado un cambio hacia concepciones más instrumentales. En general no se evidencian diferencias entre el cambio de concepciones sobre el género entre Caroline y Emilio, ambos lo sitúan desde un plano social.

Figura 4.34 Perfil Conceptual del Estudio de Casos sobre Naturaleza de la Ciencia

PERFIL CONCEPTUAL DEL ESTUDIO DE CASOS SOBRE NATURALEZA DE LA CIENCIA																
	DIAGNÓSTICO				FUNDAMENTACIÓN				DISEÑO				IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN			
	O	P	Q	R	O	P	Q	R	O	P	Q	R	O	P	Q	R
CAROLINE																
Conocimiento Científico	1	1	1	1	1	3	2	2	1	3	2	2	3	3	3	1
Metodología Científica	3	3	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	1	2	2
Género en Ciencias	3	3	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	2	3	1	1
EMILIO																
Conocimiento Científico	1	3	1	1	2	2	2	2	1	1	2	3	1	1	1	1
Metodología Científica	2	2	2	2	3	3	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Género en Ciencias	3	3	1	1	3	3	1	1	1	3	2	3	3	3	2	1

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;
 Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3
 Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3
 Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.5 Acerca del cambio conceptual en las Concepciones del Profesorado de Química sobre Historia de la Ciencia

4.3.5.1 Resultados y Análisis del Estudio de Caso Caroline

En el perfil conceptual de Caroline sobre Historia de la ciencia se identifican varios cambios importantes en relación principalmente al aporte de la historia de la ciencia, las estrategias para trabajar la Historia de la ciencia en el aula y la formación docente en esta área metacientífica (Figura 4.35). Sobre el aporte de la Historia de la ciencia, durante la fase de diagnóstico este se situaba desde el plano social comunicativo (P3) en relación al contenido contextual (O3), particularmente como una manera de trabajar los modelos teóricos (R3) y orientar el saber conocer en la clase de química (Q1). Durante la fase de fundamentación teórica en donde se discuten una noción teórica de la historia de la ciencia, así como sus diferentes visiones historiográficas, se evidencia sólo un pequeño cambio con respecto al contenido, orientado más este hacia lo conceptual (O1), sí bien esta comprensión conceptual continua durante la fase de diseño, es en la fase de implementación en donde toma un carácter instrumental (O2), es decir se la historia de la ciencia es abordado en las clases de teoría electroquímica de la profesora Caroline desde una perspectiva instrumental, que se manifiesta además en la promoción del saber hacer (Q2) y las técnicas de representación (R2).

En cuanto a la relación que ella establece sobre el currículo y la Historia de la ciencia, se observó que esta mantiene un carácter instrumental, asociado con el orden de temáticas en el currículo según los grados de escolaridad; no obstante en esta relación desde el plano instrumental que prevalece (P2) en las

concepciones de la Caroline, también se manifiestan concepciones con respecto a la promoción de contenidos conceptuales (Q1) y modelos teóricos (R1). Es importante destacar que la profesora no sólo planteó sus reflexiones en el orden cronológico de los contenidos curriculares según la historia de la ciencia, sino que manifestó la importancia de incorporar la Historia de la Ciencia en el currículo para comprender cómo se construyen los conceptos y los modelos teóricos. De igual manera, se manifiesta un cambio importante en cuanto a las estrategias para trabajar la historia de la ciencia en el aula de química, que abandonan el carácter instrumental de la fase de diagnóstico, la cual se reducía a la búsqueda, aplicación y elaboración de materiales que incorporarán este componente hacia el diseño didáctico intencionado para la promoción de competencias de pensamiento científico, como la explicación. Así hay un cambio que desde el contenido procedimental (O2), plano procedimental (P2), saber hacer (Q2) y aplicar técnicas (R2), hacia la racionalización del uso de la historia de la ciencia para la promoción de modelos teóricos (R1) y contenidos conceptuales (Q1) con un enfoque más contextual (O3) y social comunicativo (P3). En cuanto a la formación docente también se evidenció un cambio importante desde una perspectiva instrumental hacia una más contextual (O3), social comunicativa (P3).

El cambio de la profesora Caroline, se evidenció con más fuerza en particular al desarrollar la unidad didáctica dónde manifestó la importancia de incorporar este componente científico para comprender los modelos teóricos y para comprender la química como una actividad que se desarrolla en un contexto social y cultural específico.

Figura 4.35 Perfil Conceptual del Estudio de Caso Caroline sobre Historia de la Ciencia

PERFIL CONCEPTUAL DEL ESTUDIO DE CASO CAROLINE SOBRE HISTORIA DE LA CIENCIA																
	DIAGNÓSTICO				FUNDAMENTACIÓN				DISEÑO				IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN			
	O	P	Q	R	O	P	Q	R	O	P	Q	R	O	P	Q	R
CAROLINE																
Aporte de la HC	3	3	1	1	1	3	1	1	1	1	2	1	2	3	2	2
Currículo e HC	2	2	2	2	1	3	1	1	1	3	3	1	2	2	1	1
Estrategias para trabajar la HC en el aula	2	2	2	2	3	1	2	2	1	3	1	3	3	3	1	1
Formación Docente en HC	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	1

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;

Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3

Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3

Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.5.2 Resultados y Análisis del Estudio de Caso Emilio

Al respecto del cambio conceptual en el caso de Emilio, figura 4.36, este sólo se manifiesta en con respecto al aporte de la historia de la ciencia. Los aspectos de estrategias para trabajar la Historia de la Ciencia en el aula y la formación docente, fueron considerados por el profesor durante todas las fases de la investigación desde la perspectiva instrumental, es decir relacionando sólo los contenidos procedimentales (O2), desde el plano instrumental operativo (P2), el saber hacer (Q2) y las técnicas de representación (R2), para el profesor Emilio la Historia de la Ciencia en la enseñanza de las química a través del currículo y de las estrategias que se pueden trabajar esta reducida a lo instrumental, es decir a aplicar estrategias, materiales, aprender cómo aplicarlo y esperar a que el currículo instauré dichas directrices para acogerlas. Sin embargo, es importante reconocer que este profesor se pudo evidenciar un cambio con respecto al aporte de la Historia de la ciencia en particular para no considerarlos sólo como un aspecto que promueve la comprensión contextual (O3) sino que también puede contribuir satisfactoriamente a la comprensión de los conceptos (O1) y esto lo hace manifiesto en la última fase de la investigación al trabajar y ver los resultados con su grupo de estudiantes, así reconoció que la Historia de la Ciencias además de contextualizar la química, como lo señalaba en la fase de diagnóstico (P3) puede permitir dar significado a la persona que aprende química (P1).

Figura 4.36 Perfil Conceptual del Estudio de Caso Emilio sobre Historia de la Ciencia

PERFIL CONCEPTUAL DEL ESTUDIO DE CASO EMILIO SOBRE HISTORIA DE LA CIENCIA																
EMILIO	DIAGNÓSTICO				FUNDAMENTACIÓN				DISEÑO				IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN			
	O	P	Q	R	O	P	Q	R	O	P	Q	R	O	P	Q	R
Aporte de la HC	3	3	1	1	3	3	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1
Currículo e HC	2	2	2	2	3	3	1	1	2	2	2	3	2	2	2	2
Estrategias para trabajar la HC en el aula	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Formación Docente en HC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;
 Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3
 Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3
 Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.5.3 Resultados y Análisis del Estudio de Casos

En las concepciones de los casos, figura 4.37, sobre la Historia de la Ciencia se observan más diferencias que similitudes, en particular con aspectos emergentes y controversiales, como fueron las estrategias para utilizar la historia de la ciencia en la enseñanza de la química y la formación docente.

En el caso de Emilio se observó un carácter fuertemente instrumental de la Historia de la Ciencia y sus componentes, aspectos que en principio eran comunes en los dos casos, sin embargo Caroline tuvo un cambio importante hacia concepciones más contextuales dando gran valor de este componente para la construcción de modelos teóricos y para la comprensión de contenidos conceptuales, los cuales en particular para la teoría electroquímica, se identifican como obstáculos en la enseñanza y aprendizaje. Además, de proponer nuevas relaciones entre el currículo y la historia de la ciencia, así como la fundamentación didáctica de las estrategias para lograr la promoción de competencias de pensamiento científico, más que la reducción de la actividad científica escolar sólo a la aplicación de materiales que incorporen el componente historiográfico.

La formación en Historia de la Ciencia se observa también para Emilio como algo instrumental, a diferencia de Caroline que manifiesta una buena disposición para conocer este componente y poder incorporarlo en su práctica docente.

A pesar de las diferencias señaladas en ambos casos, es importante señalar que en ambos casos existió una preocupación por saber cómo (saber hacer) incorporar este componente historiográfico, es decir que existe un desconocimiento en general por relacionar el componente histórico de la química con la didáctica de las ciencias experimentales, aspecto que sería interesante profundizar e identificar, según la literatura especializada y los antecedentes descritos en el marco teórico parece fundamental la formación en historia de la ciencia para innovar la enseñanza de las ciencias hacia la promoción de competencias de pensamiento científico.

Figura 4.37 Perfil Conceptual del Estudio de Casos sobre Historia de la Ciencia

PERFIL CONCEPTUAL DEL ESTUDIO DE CASOS SOBRE HISTORIA DE LA CIENCIA																
	DIAGNÓSTICO				FUNDAMENTACIÓN				DISEÑO				IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN			
CAROLINE	O	P	Q	R	O	P	Q	R	O	P	Q	R	O	P	Q	R
Aporte de la HC	3	3	1	1	1	3	1	1	1	1	2	1	2	3	2	2
Currículo e HC	2	2	2	2	1	3	1	1	1	3	3	1	2	2	1	1
Estrategias para trabajar la HC en el aula	2	2	2	2	3	1	2	2	1	3	1	3	3	3	1	1
Formación Docente en HC	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	1
EMILIO	O	P	Q	R	O	P	Q	R	O	P	Q	R	O	P	Q	R
Aporte de la HC	3	3	1	1	3	3	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1
Currículo e HC	2	2	2	2	3	3	1	1	2	2	2	3	2	2	2	2
Estrategias para trabajar la HC en el aula	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Formación Docente en HC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;

Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3

Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3

Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.6 Acerca del cambio conceptual en las Concepciones del Profesorado de Química sobre la explicación Científica

4.3.6.1 Resultados y Análisis del Estudio de Caso Caroline

Las concepciones de la profesora Caroline, figura 4.38, con respecto a la explicación científica como competencia de pensamiento científico sólo presentaron cambios con respecto al tipo de contenido que se podría abordar considerando en un inicio este más relacionado a lo contextual (O3) y posteriormente, en la fase de fundamentación teórica hacia lo conceptual (O1).

Durante la investigación, en general en la fases de diagnóstico, fundamentación teórica e implementación y evaluación, se mantuvieron sus concepciones acerca de la explicación desde un plano social comunicativo (P3) en relación a esta competencia como una manera de expresar lo que sus estudiantes han aprendido, o como un indicador de que son capaces transmitir a otro lo que han aprendido, por ello relacionada la explicación además, con el saber conocer (Q1) y los modelos teóricos.

Durante la fase de diseño se nota un cambio que cuanto a la explicación científica, que se orienta hacia lo instrumental. En particular durante esta fase primo la propuesta de las actividades, la elaboración de materiales, la proposición de experimentos, dejando la competencia sólo en relación de lo que el estudiantado era capaz de saber hacer (Q2), por ejemplo al construir la pila de Volta o las técnicas que podía aplicar (R2), el uso del LEM, llevándolo más hacia en plano de aplicación o contenidos procedimentales, en relación al carácter procedimental de la teoría electroquímica, en relación a la identificación del

cátodo y el ánodo en una pila electroquímica, entre otros aspectos a los que ella hace alusión. No obstante, se evidencia que este carácter instrumental se presenta sólo en la fase de diseño de la Unidad Didáctica.

Figura 4.38 Perfil Conceptual del Estudio de Caso Caroline sobre Explicación Científica

	DIAGNÓSTICO				FUNDAMENTACIÓN				DISEÑO				IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN			
	O	P	Q	R	O	P	Q	R	O	P	Q	R	O	P	Q	R
CAROLINE																
Explicar	3	3	1	1	1	3	1	1	2	2	2	2	1	3	1	1

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;

Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3

Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3

Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.6.2 Resultados y Análisis del Estudio de Caso Emilio

En el caso de Emilio se observaron varios cambios con respecto a la explicación científica durante las cuatro fases de la investigación, figura 4.39. En la fase de diagnóstico, las concepciones de Emilio se caracterizaban por estar relacionadas desde el plano social comunicativo (P3) y el contenido contextual (O3), así como el carácter instrumental de estas con respecto a la explicación científica desde el saber hacer (Q2) en relación con la aplicación de técnicas (R2). Durante la fase de fundamentación teórica, se aprecia un cambio de estas concepciones en particular en relación al contenido conceptual (Q1) y la construcción de modelos teóricos (R1). No obstante, este cambio retrocedió nuevamente hacia el contenido procedimental (O2) y las técnicas de aplicación, así como el plano instrumental (P2) y los contenidos procedimentales (O2), en la fase de diseño. Durante esta fase la preocupación del profesorado se situó más en lo que sus estudiantes deberían hacer, más que en sí cómo él podía promover la explicación como competencia de pensamiento científico. Al desarrollar la última fase de la investigación, implementación y evaluación de la Unidad Didáctica de electroquímica, se aprecia que hay una nueva transición de las concepciones, hacia una orientación más conceptual (Q1) de los modelos teóricos (R1) desde un plano social (P3), características comunes en la fase II y IV.

Así el profesor Emilio presentó un cambio importante desde lo instrumental de la competencia, hacia la explicación científica como una competencia de pensamiento científico, que permite la comprensión conceptual de los modelos teóricos y que además está en relación de un plano social y comunicativo.

Figura 4.39 Perfil Conceptual del Estudio de Caso Emilio sobre Explicación Científica

	DIAGNÓSTICO				FUNDAMENTACIÓN				DISEÑO				IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN				
	O	P	Q	R	O	P	Q	R	O	P	Q	R	O	P	Q	R	
EMILIO																	
Explicar	3	3	2	2	3	3	1	1	2	2	2	2	1	3	1	1	

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;

Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3

Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3

Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.6.3 Resultados y Análisis del Estudio de Casos

Los cambios conceptuales con respecto a la explicación científica en ambos casos evidenciaron transiciones importantes (Figura 4.40), que permitieron evidenciar desplazamiento de las concepciones más instrumentales de la competencia de pensamiento científico hacia visiones más asociadas a la persona y su contexto social y comunicativo, así como la importancia que tienen los contenidos conceptuales y los modelos teóricos en la construcción de la explicación como un proceso en donde intervienen aspectos cognitivo, experienciales y comunicativos.

Para los casos el momento de diseño fue crítico, en tanto se identifica que priorizaron las actividades instrumentales, las propuesta de lo que sus estudiantes debería hacer o aplicar, más que el desarrollo de la competencia de explicación científica en sí. A pesar de eso y con los análisis que se describen a continuación, es posible afirmar que los casos promovieron la explicación durante la última fase en coherencia con lo que se proponía en el marco teórico como competencia de pensamiento científico.

Figura 4.40 Perfil Conceptual del Estudio de Casos sobre Explicación Científica

	DIAGNÓSTICO				FUNDAMENTACIÓN				DISEÑO				IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN			
	O	P	Q	R	O	P	Q	R	O	P	Q	R	O	P	Q	R
CAROLINE																
Explicar	3	3	1	1	1	3	1	1	2	2	2	2	1	3	1	1
EMILIO																
Explicar	3	3	2	2	3	3	1	1	2	2	2	2	1	3	1	1

Contenido Conceptual O1; Contenido Procedimental O2; Contenido Contextual O3;

Plano Personal P1; Plano Instrumental P2; Plano Social P3

Saber Conocer Q1; Saber Hacer Q2; Saber Ser Q3

Representación R1; Experiencia R2; Lenguaje R3

4.3.7 Acerca de cómo el Profesorado de Química promueve y desarrolla la explicación científica en el aula de química

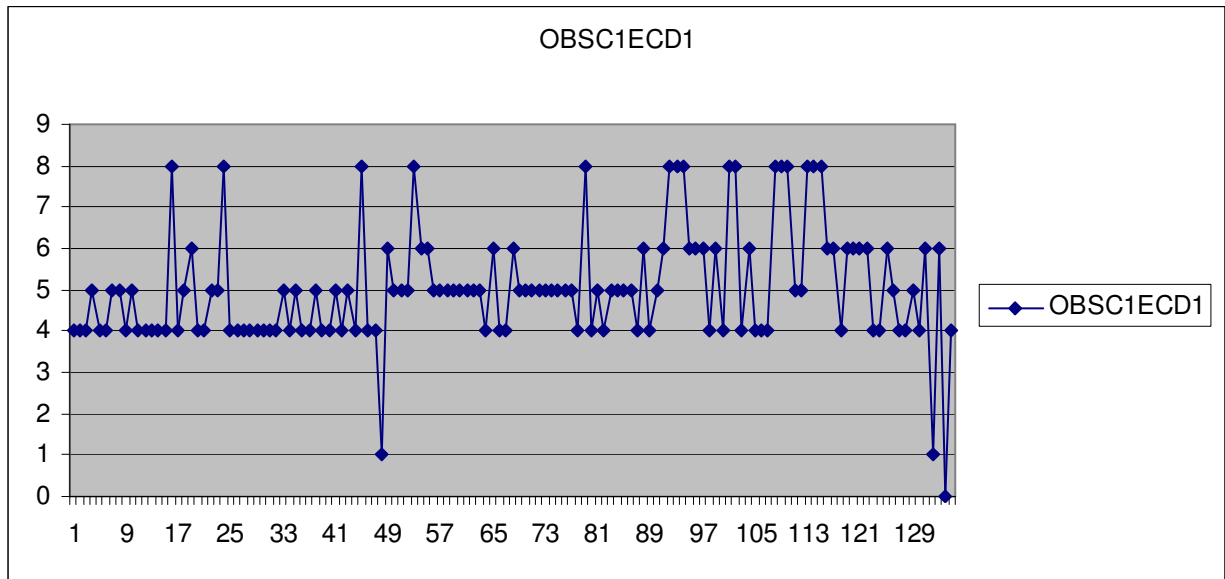
4.3.7.1 Resultados y Análisis del Estudio de Caso Caroline

Con el propósito de analizar cómo la profesora Caroline promovió y desarrolló la explicación científica se realizó un análisis de contenido, en particular bajo un enfoque sintáctico según Jiménez y Perales (2001). A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada clase, donde se señala cómo se construyó la explicación y a través de que grados de libertad se enfocó dicha construcción.

Como se aprecia en la figura 4.41, la clase 1 de exploración de ideas previas permitió promover y desarrollar una secuencia que relacionó la definición y la descripción con la construcción de explicaciones. Además, se aprecia cómo la explicación no sólo promueve la descripción de atributos y señalar cómo son las cosas, sino que además intenta establecer relaciones y justificar por qué éstas se dan de una manera.

Durante esta clase se abordó principalmente la actividad 1, que consistió en la lectura de una adaptación de la conversación sobre la acción química de la electricidad de J. Marcet (1853) y la explicación que se construyó estuvo en relacionada con cómo se produce electricidad.

Figura 4.41 Análisis Secuencial de la Clase 1 de Caroline



1. Analizar 2. Argumentar 3. Deducir 4. Definir 5. Describir 6. **Explicar** 7. Interpretar 8. Justificar 9. Observar 10. Planteamiento de Hipótesis 11. Resolución de problemas

Según la figura 4.42 se observó gran dependencia hacia la profesora Caroline, es ella principalmente la que presenta y desarrolla la secuencia y por tanto, la que propone la explicación científica en el primer momento de la clase.

Durante un segundo momento, se observó una transición y libertad del grupo de estudiantes hacia la construcción de su explicación científica y además, se evidencia que esta no corresponde a la misma secuencia de la profesora, sino que incorpora nuevas relaciones que permiten enriquecer la explicación e ir proponiendo conclusiones entre los conceptos de la teoría electroquímica trabajados.

Al cierre de la clase nuevamente se observó que la dependencia de la explicación fue hacia la profesora y además, se repitió la secuencia definir-describir-explicar, para construir la explicación científica.

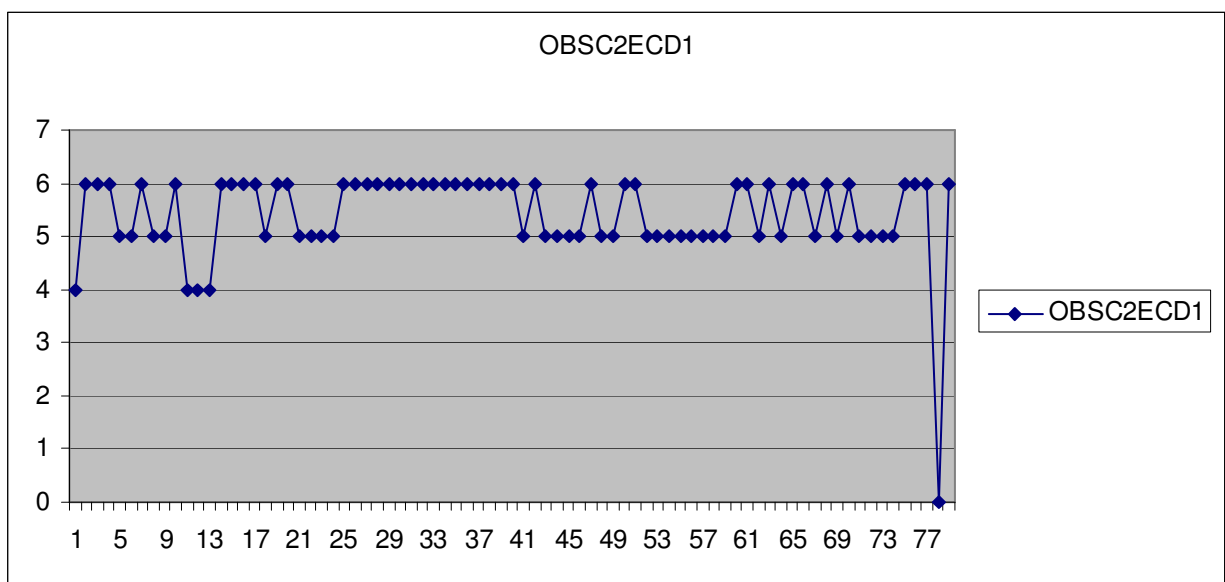
Figura 4.42 Grados de Libertad en la secuencia explicativa de la Clase 1 de Caroline

SECUENCIA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	D-D-D	D-D-E	D-E-D	E-D-D	D-E-E	E-D-E	E-E-D	E-E-E
Describir-Explicar-Definir	1							
Analizar-Explicar-Describir	1							
Justificarse-Explicar-Explicar	1							
Explicar-Describir-Describir		1						
Definir-Explicar-Definir				1				
Explicar-Definir-Definir	1							
Definir-Definir-Explicar	1							
Definir-Explicar-Describir	1							
Explicar-Describir-Describir		1						
Describir-Definir-Explicar			1					
Definir-Explicar-Definir						1		
Explicar-Definir-Describir			1					
Definir-Describir-Explicar						1		
Describir-Explicar-Justificarse			1					
Explicar-Justificarse-Explicar						1		
Justificarse-Justificarse-Explicar							1	
Justificarse-Explicar-Explicar						1		
Explicar-Explicar-Explicar					1			
Explicar-Explicar-Definir								1
Explicar-Definir-Explicar								1
Definir-Explicar-Definir							1	
Explicar-Describir-Justificarse				1				
Definir-Explicar-Definir						1		
Explicar-Definir-Definir					1			
Justificarse-Justificarse-Explicar				1				
Justificarse-Explicar-Explicar				1				
Explicar-Explicar-Definir	1							
Explicar-Definir-Explicar	1							
Definir-Explicar-Explicar	1							
Explicar-Explicar-Explicar		1						
Explicar-Explicar-Explicar					1			
Explicar-Explicar-Definir					1			
Explicar-Definir-Definir						1		
Definir-Definir-Explicar					1			
Definir-Explicar-Describir							1	
Describir-Explicar-Definir		1						
Describe-Explicar-Analizar		1						
Explicar-Analizar-Explicar				1				

I. Docente-Docente-Docente; II. Docente-Estudiante-Docente; III. Estudiante-Docente-Docente; IV. Estudiante-Docente-Docente; V. Docente-Estudiante-Estudiante; VI. Estudiante-Docente-Estudiante; VII. Estudiante-Estudiante-Docente y VIII. Estudiante-Estudiante-Estudiante

Durante la clase 2, se trabajó la actividad 2 que consistió en un debate entre las ideas de H.Davy y J.J. Berzelius acerca de cómo desde estas propuestas podrían explicar el cambio químico que origina electricidad y cómo puede ocurrir el proceso de obtención de nuevas sustancias a partir de la descomposición eléctrica de otras. En el desarrollo de esta clase se observó el trabajo más regulado de la profesora y del estudiantado hacia la construcción de la competencia de pensamiento científico, en particular según se puede apreciar en la figura 4.43 la explicación es fuertemente abordada a partir de la descripción de atributos y conceptos relacionados con la teoría electroquímica y las explicaciones propuestas conllevan a otras descripciones, así se ve de manifiesto que la secuencia para construir dicha competencia se define generalmente en la clase como describir-explicar-describir, a pesar que durante el inicio de la clase existan definiciones de conceptos.

Figura 4.43 Análisis Secuencial de la Clase 2 de Caroline



1. Analizar 2. Argumentar 3. Deducir 4. Definir 5. Describir 6. **Explicar** 7. Interpretar 8. Justificar 9. Observar 10. Planteamiento de Hipótesis 11. Resolución de problemas

En la figura 4.44, además se aprecia que en la segunda clase hay una dependencia marcada de la profesora (Grado I) durante el inicio, que está asociada a las instrucciones que otorga para iniciar la actividad 2, así como la mención explícita de lo que los y las estudiantes debían explicar y con los aspectos que debían considerar. En un segundo momento de la clase, que correspondió al trabajo propio del estudiantado con respecto a la socialización de sus explicaciones desde el punto de vista de Davy o Berzelius, se apreció la co-construcción de explicaciones entre el estudiante y la profesora, quién regula las intervenciones hacia la explicación propuesta. Finalmente, se percibió un tercer momento en donde el estudiantado tiene gran protagonismo (Grado V-VIII), allí se observó no sólo que sus intervenciones tratan de proponer atributos, relaciones, sino que además se evidenció el levantamiento de conclusiones que permitieron, formular nuevas explicaciones, desarrollándose así la competencia de explicación como competencia de pensamiento científico, ya que promovió instancias metacognitivas que permitieron al estudiantado re-evaluar sus propias conclusiones y enriquecerlas desde la teoría electroquímica, así como encontrar sentido a sus propias explicaciones.

Figura 4.44 Grados de Libertad en la secuencia explicativa de la Clase 2 de Caroline

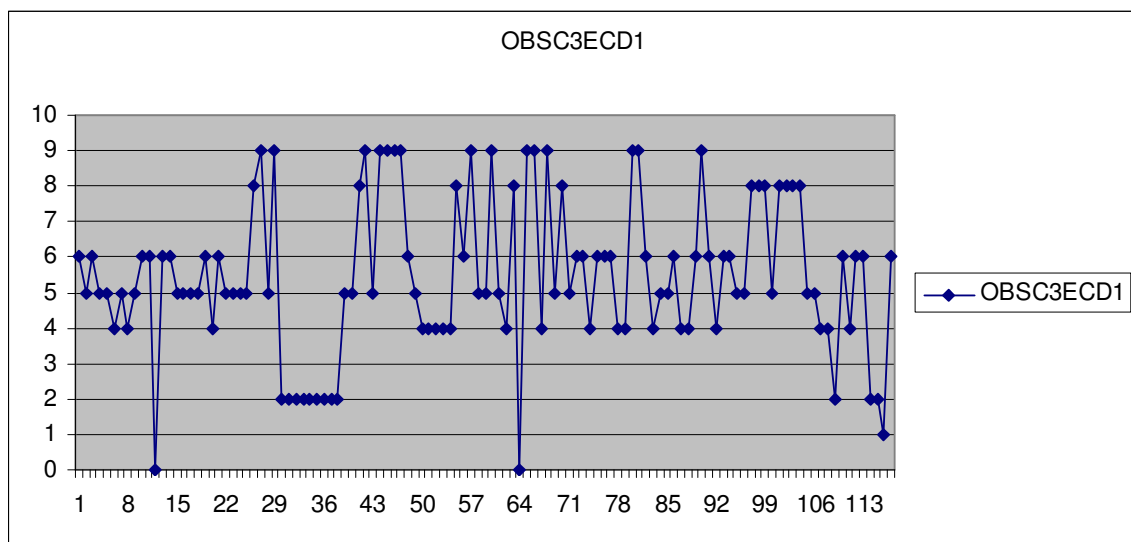
SECUENCIA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	D-D-D	D-D-E	D-E-D	E-D-D	D-E-E	E-D-E	E-E-D	E-E-E
Explicar-Explicar-Describir	1							
Explicar-Describir-Describir	1							
Describir-Describir-Explicar	1							
Describir-Explicar-Describir	1							
Explicar-Describir-Describir	1							
Describir-Describir-Explicar	1							
Describir-Explicar-Definir	1							
Explicar-Definir-Definir	1							
Definir-Definir-Explicar	1							
Definir-Explicar-Explicar	1							
Explicar-Explicar-Explicar	1							
Explicar-Explicar-Describir	1							
Explicar-Describir-Explicar	1							
Describir-Explicar-Explicar	1							
Explicar-Explicar-Describir	1							
Explicar-Describir-Describir	1							
Describir-Describir-Explicar	1							
Describir-Explicar-Describir	1							
Explicar-Explicar-Explicar	1							
Explicar-Explicar-Explicar		1						
Explicar-Explicar-Explicar			1		1	1	1	1
Explicar-Explicar-Explicar				1				
Explicar-Explicar-Explicar				1				
Explicar-Explicar-Explicar				1				
Explicar-Explicar-Explicar				1				
Explicar-Explicar-Explicar				1				
Explicar-Explicar-Explicar				1				
Explicar-Explicar-Describir	1							
Explicar-Describir-Explicar		1						
Describir-Explicar-Describir			1					
Explicar-Describir-Explicar				1				
Describir-Describir-Explicar					1			
Describir-Explicar-Describir					1			
Explicar-Describir-Describir						1		
Describir-Describir-Explicar							1	
Describir-Explicar-Explicar								1
Explicar-Explicar-Describir			1					
Explicar-Describir-Explicar					1			
Describir-Explicar-Describir						1		
Explicar-Describir-Explicar							1	
Explicar-Describir-Explicar				1				
Describir-Explicar-Describir					1			
Explicar-Describir-Explicar						1		
Describir-Describir-Explicar							1	
Describir-Explicar-Explicar								1
Explicar-Explicar-Explicar								1

I. Docente-Docente-Docente; II. Docente-Estudiante-Docente; III. Estudiante-Docente-Docente; IV. Estudiante-Docente-Docente; V. Docente-Estudiante-Estudiante; VI. Estudiante-Docente-Estudiante; VII. Estudiante-Estudiante-Docente y VIII. Estudiante-Estudiante-Estudiante

En la clase 3 la profesora decidió hacer una sistematización de los conceptos sobre teoría electroquímica abordados hasta el momento, en la clase se evidenció que la explicación científica fue abordada de manera más compleja. En esta oportunidad ella explicó la teoría científica, haciendo una presentación expositiva del tema, donde señaló qué habían hecho, cómo lo habían hecho y cómo seguía la actividad.

Según la figura 4.45, se muestra que para hacer dicha sistematización la profesora Caroline trabajó la explicación de igual manera que otras competencias. Sin embargo, la secuencia que se presenta para abordar explicaciones continuó teniendo como aspecto previo la descripción.

Figura 4.45 Análisis Secuencial de la Clase 3 de Caroline



1. Analizar 2. Argumentar 3. Deducir 4. Definir 5. Describir 6. **Explicar** 7. Interpretar 8. Justificar 9. Observar 10. Planteamiento de Hipótesis 11. Resolución de problemas

En la figura 4.46 se observó que la profesora fue quien abordó la explicación científica (Grado I, II, III) es decir que el estudiantado durante esta sesión tuvo un rol más como oyente que como sujetos epistemológicamente activos, aspecto que se había identificado en las dos clases anteriores.

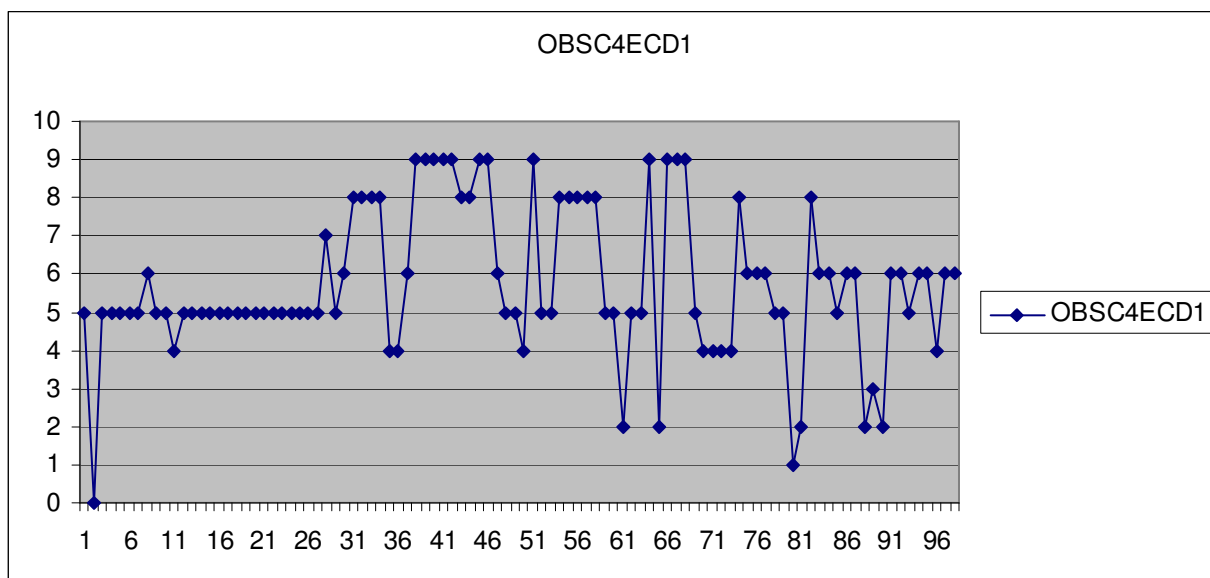
Figura 4.46 Grados de Libertad en la secuencia explicativa de la Clase 3 de Caroline

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
SECUENCIA	D-D-D	D-D-E	D-E-D	E-D-D	D-E-E	E-D-E	E-E-D	E-E-E
Explicar-Explicar-Describir		1						
Explicar-Describir-Explicar			1					
Describir-Explicar-Describir		1						
Explicar-Explicar-Describir		1						
Definir-Describir-Explicar	1							
Describir-Explicar-Explicar	1							

I. Docente-Docente-Docente; II. Docente-Estudiante-Docente; III. Estudiante-Docente-Docente; IV. Estudiante-Docente-Docente; V. Docente-Estudiante-Estudiante; VI. Estudiante-Docente-Estudiante; VII. Estudiante-Estudiante-Docente y VIII. Estudiante-Estudiante-Estudiante

Finalmente, en la última clase de la Unidad Didáctica de Teoría Electroquímica en donde se desarrolló la construcción de la Pila de Daniell, se evidenció, figura 4.47, una propuesta más consistente, en cuanto a la estructura, de la explicación científica y por tanto, un cambio importante para la promoción y desarrollo de esta competencia en el aula de química. Este cambio consistió en particular en modificar la secuencia descrita en las clases anteriores que enfocaba la explicación con la descripción de atributos o de relaciones entre conceptos; durante la construcción de la Pila de Daniell se observó como la explicación científica se enriqueció hacia el levantamiento de nuevas relaciones, nuevas conclusiones y la proposición de justificaciones, así como el levantamiento de argumentos que permitieron construir explicaciones fundamentadas y coherentes con la teoría electroquímica. A pesar de este gran intento y del valor que demostró la actividad experimental, se observó también la necesidad de la profesora en orientar la secuencia explicativa hacia la definición y descripción de conceptos al final de la clase.

Figura 4.47 Análisis Secuencial de la Clase 4 de Caroline



1. Analizar 2. Argumentar 3. Deducir 4. Definir 5. Describir 6. **Explicar** 7. Interpretar 8. Justificar 9. Observar 10. Planteamiento de Hipótesis 11. Resolución de problemas

En cuanto a los grados de libertad que se identificaron en la clase 3, al trabajar la explicación científica, se evidenció poca participación del estudiantado (Grados V-VIII), pero muy importante ya que fueron quienes levantaron nuevos argumentos en durante un segundo momento de la clase, los cuáles iniciaban una nueva secuencia explicativa definir-describir-explicar, que estuvo más a cargo de la profesora en el tercer momento identificado en la clase, figura 4.48.

Figura 4.48 Grados de Libertad en la secuencia explicativa de la Clase 4 de Caroline

SECUENCIA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	D-D-D	D-D-E	D-E-D	E-D-D	D-E-E	E-D-E	E-E-D	E-E-E
Explicar-Explicar-Describir		1						
Explicar-Describir-Describir			1					
Describir-Describir-Explicar						1		
Describir-Explicar-Definir				1				
Explicar-Definir-Explicar	1							
Definir-Explicar-Describir	1							
Explicar-Describir-Describir		1						
Describir-Hipótesis-Argumentar	1							
Argumentar-Argumentar			1					
Argumentar-Argumentar					1	1		
Argumentar-Argumentar								1
Argumentar-Argumentar								1
Argumentar-Argumentar								1
Argumentar-Argumentar							1	1
Argumentar-Argumentar-Describir							1	
Argumentar-Describir-Describir						1		
Hipótesis-Hipótesis-Explicar				1				
Hipótesis-Explicar-Describir	1							
Explicar-Describir-Definir	1							
Definir-Justificarse-Explicar							1	
Justificarse-Explicar-Hipótesis				1				
Explicar-Hipótesis-Describir	1							
Justificarse-Describir-Explicar	1							
Describir-Explicar-Explicar	1							
Explicar-Explicar-Definir	1							
Definir-Explicar-Explicar	1							
Explicar-Explicar-Explicar	1							
Explicar-Explicar-Definir	1							
Hipótesis-Hipótesis-Explicar				1				
Hipótesis-Explicar-Define	1							
Explicar-Definir-Describir	1							
Describir-Describir-Explicar	1							
Describir-Explicar-Definir	1							
Definir-Definir-Explicar	1							
Definir-Hipótesis-Explicar	1							
Explicar-Hipótesis-Explicar		1						
Hipótesis-Explicar-Definir			1					
Explicar-Definir-Explicar						1		
Definir-Explicar-Explicar					1			
Explicar-Explicar-Describir							1	
Explicar-Describir-Describir				1				
Definir-Definir-Argumentar	1							
Definir-Argumentar-Explicar	1							
Argumentar-Explicar-Definir	1							
Explicar-Definir-Explicar	1							
Definir-Explicar-Definir	1							
Explicar-Explicar-Argumentar	1							
Explicar-Argumentar-Argumentar	1							
Argumentar-Argumentar-Analizar	1							
Argumentar-Analizar-Explicar	1							
Analizar-Explicar-Describir	1							
Explicar-Explicar-Describir		1						
Describir-Explicar-Describir				1				
Explicar-Describir-Describir		1						
Interpretar-Describir-Explicar	1							
Describir-Explicar-Justificarse	1							
Explicar-Justificarse-Justificarse	1							

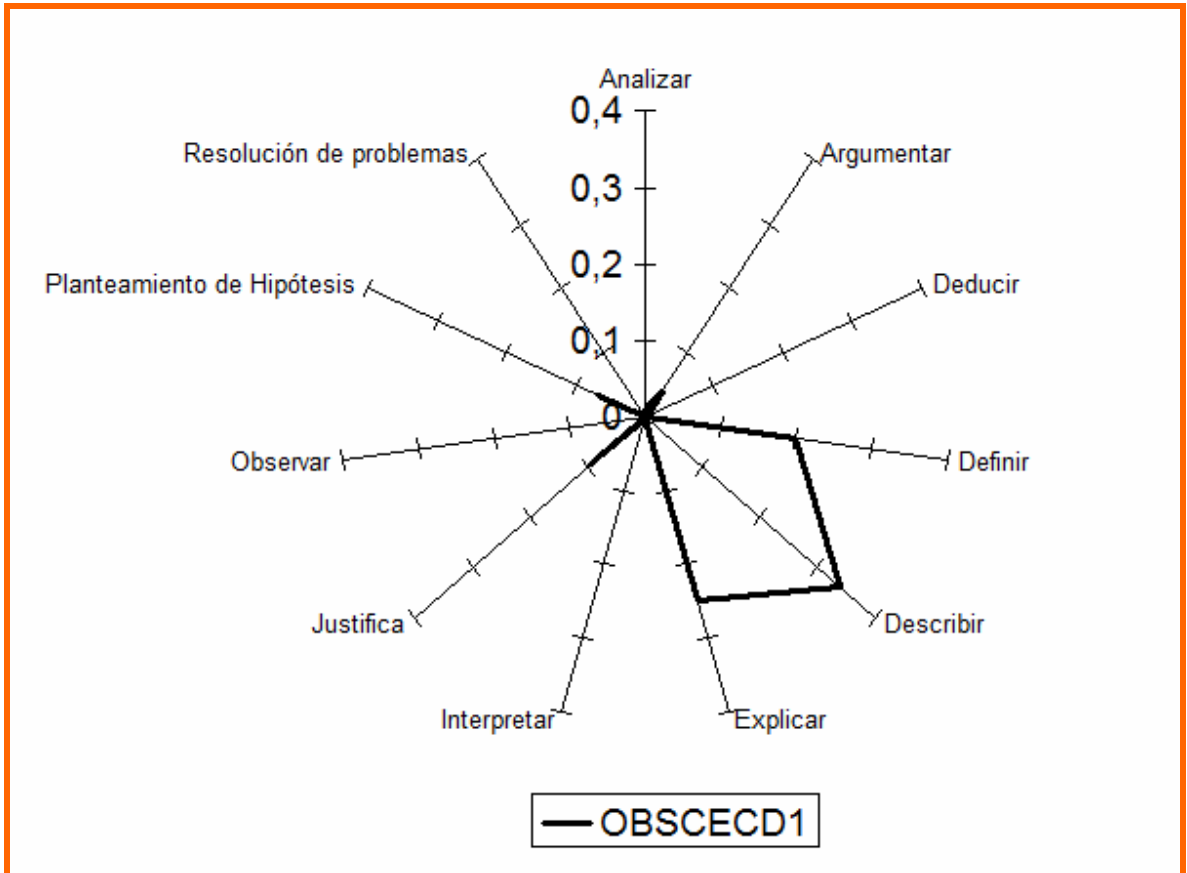
I. Docente-Docente-Docente; II. Docente-Estudiante-Docente; III. Estudiante-Docente-Docente; IV. Estudiante-Docente-Docente; V. Docente-Estudiante-Estudiante; VI. Estudiante-Docente-Estudiante; VII. Estudiante-Estudiante-Docente y VIII. Estudiante-Estudiante-Estudiante

Finalmente, acerca de cómo la profesora Caroline desarrolló la explicación científica durante la unidad didáctica de teoría electroquímica, se puede señalar según los análisis secuenciales anteriores y de grado de libertad, ella orienta la explicación a partir de la definición de los conceptos, para luego establecer descripciones, en donde se señalan algunos atributos, características, seleccionando y omitiendo información, para poder establecer relaciones entre dichos conceptos. La secuencia definir – describir- explicar, se manifiesta de modo importante en la manera en como la profesora Caroline promueve la explicación.

En algunas oportunidades, en particular en la clase 2 que se desarrollo un debate y en la clase 4 que se construyo la Pila de Daniel, se observó que esta secuencia puede comprender además establecer nuevas relaciones, en especial de causa y efecto, el planteamiento de hipótesis, que pueden conllevar en algunos casos a la proposición de justificaciones o argumentos para iniciar nuevamente la construcción de la explicación científica.

La probabilidad de cada unidad (definición-descripción-explicación-justificación-argumentación) con la que la profesora Caroline promueve las explicaciones científicas en su aula, se presentan en la figura 4.49.

Figura 4.49 Probabilidad de cada unidad respecto al total de la secuencia en las clases de Caroline

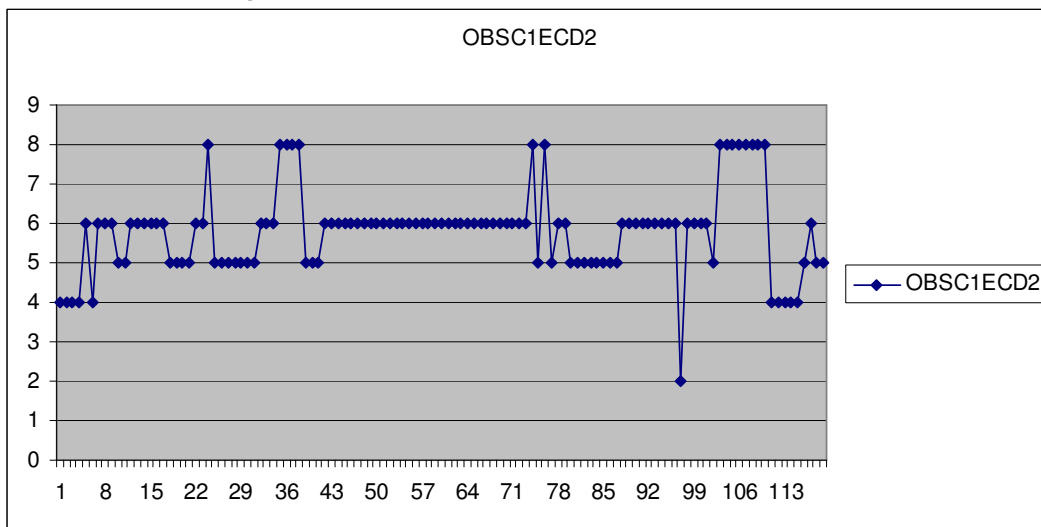


4.3.7.2 Resultados y Análisis del Estudio de Caso Emilio

Para un análisis más detallado sobre cómo el profesor Emilio promovió y desarrolló la explicación científica durante la enseñanza de la teoría electroquímica, se presentan a continuación un análisis secuencial de contenido para cada una de las cuatro clases (OBSC) en la que se desarrollo la unidad didáctica de la teoría electroquímica.

En la primera clase (Figura 4.50) se observó al igual que la profesora Caroline una tendencia a trabajar la explicación a partir de la definición y descripción. Sin embargo, también se aprecia que el profesor Emilio intenciona más la explicación durante gran parte de la clase y esto lo hace tratando de profundizar en las relaciones conceptuales que sus estudiantes comenzaron a plantear de tal modo que al final de la clase, empiezan a levantarse algunas justificaciones al respecto.

Figura 4.50 Análisis Secuencial de la Clase 1 de Emilio

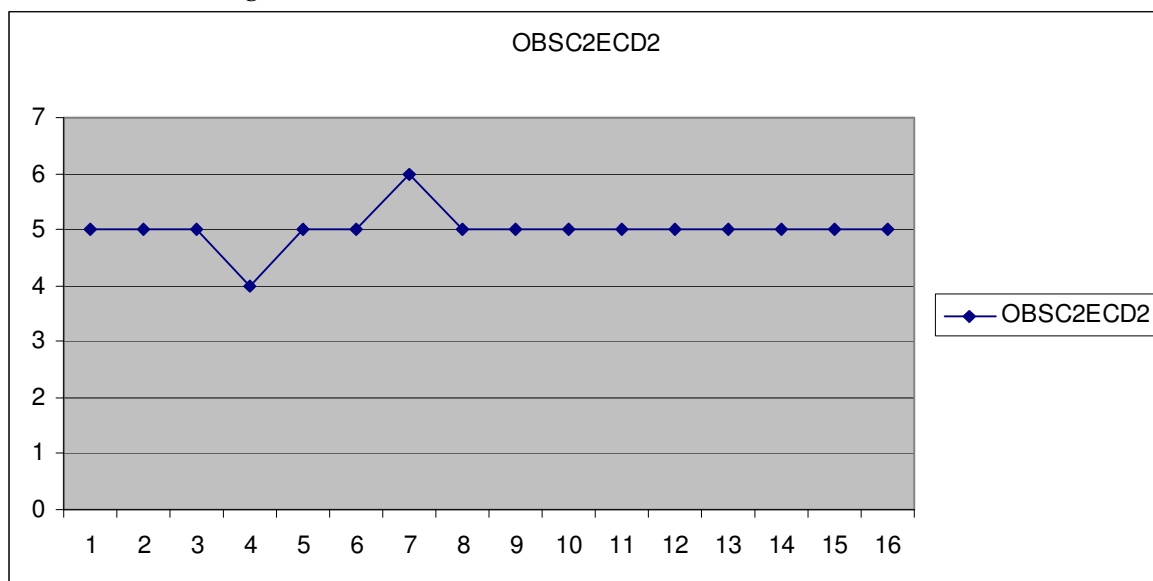


1. Analizar 2. Argumentar 3. Deducir 4. Definir 5. Describir 6. **Explicar** 7. Interpretar 8. Justificar 9. Observar 10. Planteamiento de Hipótesis 11. Resolución de problemas

Como se aprecia en la figura 4.51, durante un primer momento de la clase en donde el profesor Emilio realiza la presentación de la unidad e inicia la exploración de ideas previas, se observó que los grados de libertad oscilan desde mayor dependencia de él con poca participación del estudiantado (Grado I) hasta la participación entre estudiantes junto con la regulación del profesor (Grado VII). En un segundo momento que corresponde al trabajo del estudiantado en la actividad 1, en donde abordaron el texto de J. Marcet y al respecto explicaban cuál era la relación entre cambio químico y electricidad, se apreció mayor participación e independencia del estudiantado, de hecho en varias oportunidades se observó el trabajo independiente de estudiantes (Grado VIII) el cual regulaba la explicación tratando de elaborar y dar mayor robustez a las relaciones iniciales planteadas. Al terminar la clase se observó una participación entre el estudiantado y el profesor que según los turnos de habla iban entre los grados IV- VII, convirtiéndose el estudiantado en un eje protagónico durante la construcción de sus explicaciones. La secuencia que se aprecia durante esta clase y que particularmente tiene mayor presencia está orientada a trabajar con mayor énfasis la explicación y se caracterizó por la conexión que estas personas hacían para explicar el fenómeno con la teoría científica, así como la construcción de nuevas explicaciones.

La clase 2 donde se abordó la introducción de nuevos conocimientos a través de la actividad 2, Debate entre las ideas de H. Davy y J.J. Berzelius, estuvo orientada sólo a la descripción de estas ideas, sin establecer relaciones o nuevas conclusiones que permitieran construir explicaciones científicas, figura 4.52.

Figura 4.52 Análisis Secuencial de la Clase 2 de Emilio



1. Analizar 2. Argumentar 3. Deducir 4. Definir 5. Describir 6. **Explicar** 7. Interpretar 8. Justificar 9. Observar 10. Planteamiento de Hipótesis 11. Resolución de problemas

Sólo se apreció un momento de la clase donde se aborda la explicación, como se muestra en la figura 4.53, a pesar de que se trabajó poco, este momento fue importante porque fue el estudiantado quién lo propuso y abordó a partir de las descripciones que se iban trabajando en la clase. Esto supone una movilidad importante hacia el estudiantado, ya que se resalta el Grado VIII, en donde el estudiantado según Carvalho (2006) alcanza una libertad intelectual que le permite autorregular su propio conocimiento.

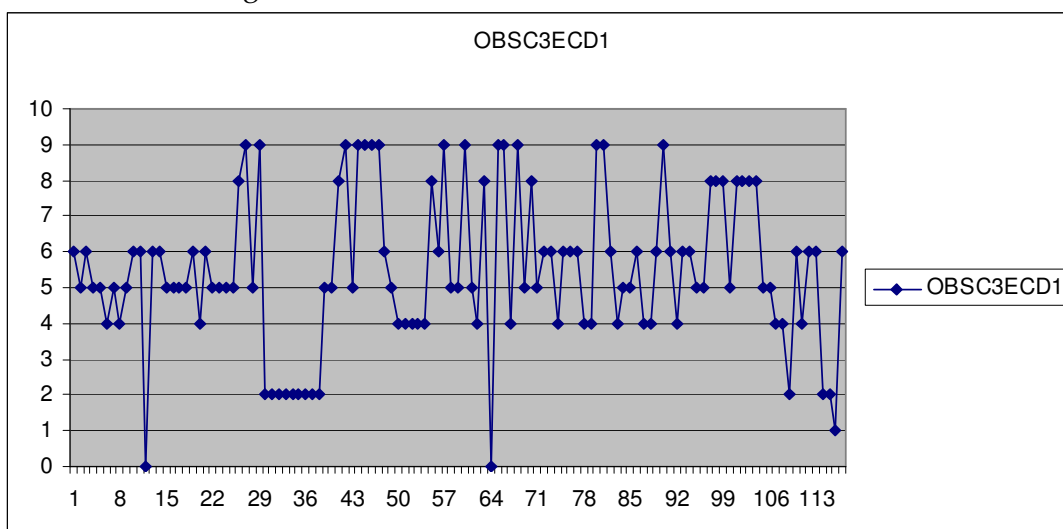
Figura 4.53 Grados de Libertad en la secuencia explicativa de la Clase 2 de Emilio

SECUENCIA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	D-D-D	D-D-E	D-E-D	E-D-D	D-E-E	E-D-E	E-E-D	E-E-E
Describir-Describir-Explicar-								
Describir-Explicar-Describir-								
Explicar-Describir-Describir-								

I. Docente-Docente-Docente; II. Docente-Estudiante-Docente; III. Estudiante-Docente-Docente; IV. Estudiante-Docente-Docente; V. Docente-Estudiante-Estudiante; VI. Estudiante-Docente-Estudiante; VII. Estudiante-Estudiante-Docente y VIII. Estudiante-Estudiante-Estudiante

Durante la clase 3 de sistematización, el trabajo del profesor Emilio junto con su grupo de estudiantes permitió desarrollar la explicación y orientarla hacia la producción de conclusiones, formulación de nuevos argumentos e hipótesis. En esta clase, Emilio intenciona más abiertamente la explicación y de hecho plantea la evaluación de las explicaciones del grupo realizadas durante las clases 1 y 2, así reconocieron cuáles son los aspectos que caracterizan la explicación como competencia de pensamiento científico y los discutieron. Esto les permitió explicaciones más potentes con respecto a la relación entre cambio químico y electricidad, Figura 4.54.

Figura 4.54 Análisis Secuencial de la Clase 3 de Emilio



1. Analizar 2. Argumentar 3. Deducir 4. Definir 5. Describir 6. **Explicar** 7. Interpretar 8. Justificar 9. Observar 10. Planteamiento de Hipótesis 11. Resolución de problemas

Durante la clase 3, se identifican 3 momentos (Figura 4.55) los cuales se caracterizan por presentar mayor amplitud en los grados de libertad en particular con una participación del estudiantado. La secuencia que se observó en general durante esta clase se caracteriza generalmente por iniciar con una descripción, luego establecer relaciones al respecto y complejizar dichas relaciones seleccionado o proponiendo nuevos argumentos que le den mayor robustez a las explicaciones construidas. De esta manera, sí bien surge la descripción de atributos y características en un momento inicial de la secuencia, es importante destacar el trabajo profundo de la explicación hacia la elaboración de nuevas conclusiones o argumentos, que pueden ser problemáticos, en este caso ese alcance lo hace el profesor en el momento final.

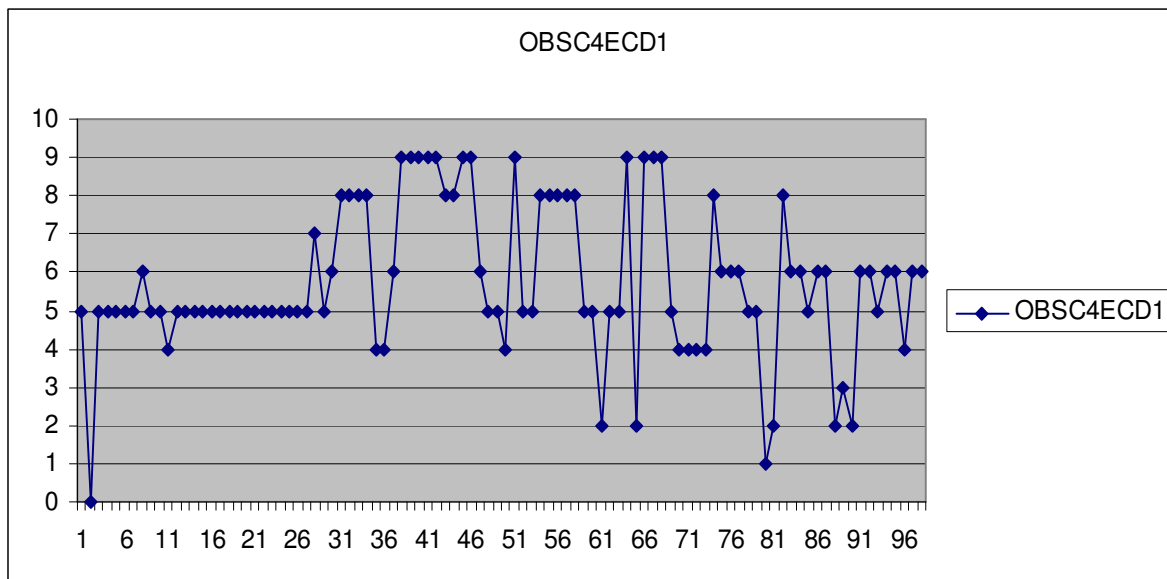
Figura 4.55 Grados de Libertad en la secuencia explicativa de la Clase 3 de Emilio

SECUENCIA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	D-D-D	D-D-E	D-E-D	E-D-D	D-E-E	E-D-E	E-E-D	E-E-E
Describir-Describir-Explicar-			1					
Describir-Explicar-Explicar-				1				
Explicar-Explicar-Explicar-		1						
Explicar-Explicar-Explicar-			1					
Explicar-Explicar-Explicar-						1		
Explicar-Explicar-Explicar-					1	1		
Explicar-Explicar-Explicar-							1	
Explicar-Explicar-Explicar-					1	1		
Explicar-Explicar-Explicar-								1
Explicar-Explicar-Explicar-								1
Explicar-Explicar-Describir-							1	
Explicar-Describir-Explicar-				1				
Describir-Justificar-Argumentar-	1							
Justificar-Argumentar-Justificar-		1						
Argumentar-Justificar-Justificar-			1					
Justificar-Justificar-Argumentar-								1
Justificar-Argumentar-Argumentar-							1	
Argumentar-Argumentar-Justificar-							1	
Argumentar-Justificar-Explicar-	1							
Justificar-Justificar-Explicar-		1						
Explicar-Explicar-Explicar-					1			
Explicar-Explicar-Explicar-								1
Explicar-Explicar-Explicar-							1	
Explicar-Explicar-Explicar-						1		
Explicar-Explicar-Explicar-			1					
Explicar-Explicar-Argumentar-				1				
Explicar-Argumentar-Argumentar-		1						
Argumentar-Argumentar-Argumentar-					1			
Argumentar-Argumentar-Argumentar-							1	
Argumentar-Argumentar-Argumentar-						1		
Argumentar-Justificar-Explicar-				1				
Justificar-Problematicar-Explicar-	1							
Explicar-Problematicar-Explicar-	1							

I. Docente-Docente-Docente; II. Docente-Estudiante-Docente; III. Estudiante-Docente-Docente; IV. Estudiante-Docente-Docente; V. Docente-Estudiante-Estudiante; VI. Estudiante-Docente-Estudiante; VII. Estudiante-Estudiante-Docente y VIII. Estudiante-Estudiante-Estudiante

Finalmente, en la última clase que desarrolló el profesor Emilio a través de la unidad didáctica propuesta se observó una continuidad progresiva hacia la coherencia teórica y el levantamiento de conclusiones más robustas hacia la relación entre cambio químico y electricidad, figura 4.56. En esta clase se realizó la construcción de la Pila de Daniell, lo que permitió enriquecer las explicaciones científicas construidas en la clase dado a que podía formular hipótesis y evaluar con respecto a la experiencia. Así se observó que por ejemplo, en la construcción de la explicación emergen aspectos procedimentales como la observación la cuál para Emilio, juega un papel fundamental, según lo que ha declarado acerca de la metodología científica.

Figura 4.56 Análisis Secuencial de la Clase 4 de Emilio



1. Analizar 2. Argumentar 3. Deducir 4. Definir 5. Describir 6. **Explicar** 7. Interpretar 8. Justificar 9. Observar 10. Planteamiento de Hipótesis 11. Resolución de problemas

De esta manera se aprecia que la secuencia de la explicación científica a través del desarrollo de actividades experimentales puede enriquecer y proponer nuevas relaciones, conclusiones, hipótesis que permiten hacer del

proceso de explicación científica un proceso para la construcción de conocimiento científico. Así mismo se evidencia que este proceso está relacionado con aspectos personales, sociales, cognitivos y procedimentales.

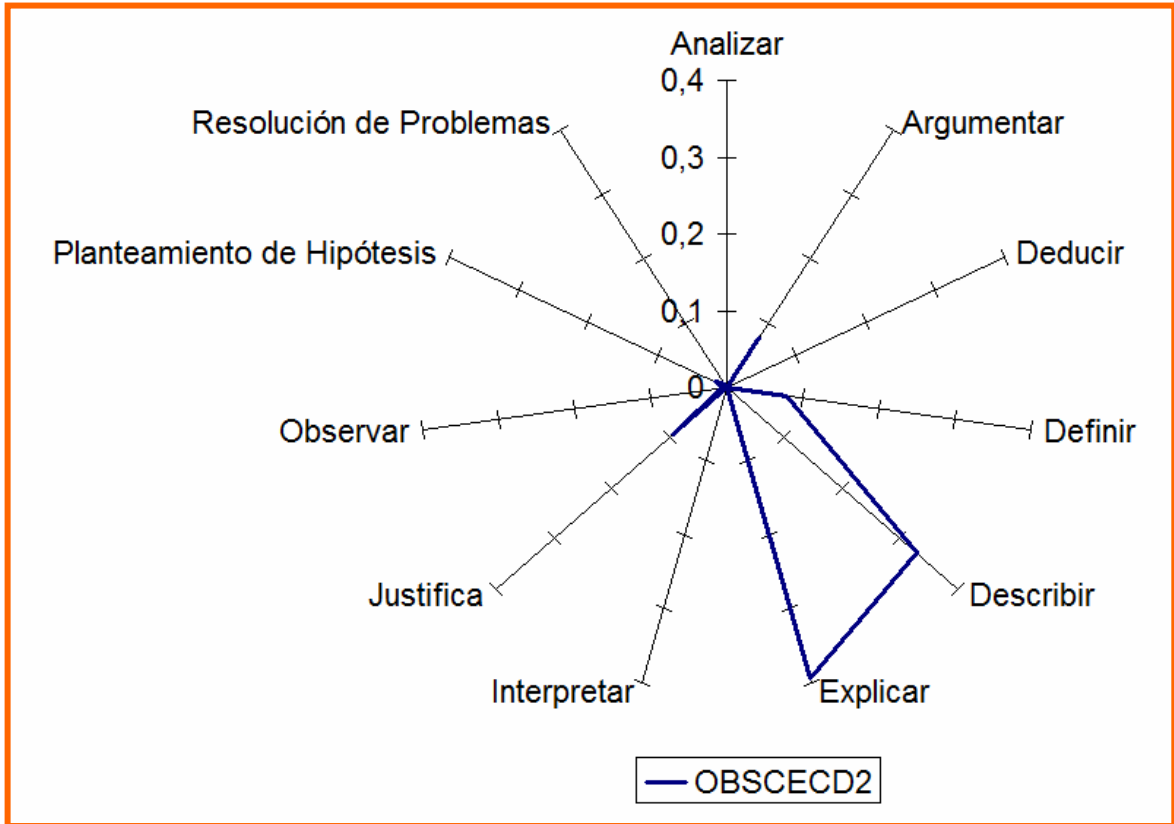
En esta última clase se aprecian sólo dos momentos (figura 4.57) en el primero se la participación del profesorado y del estudiantado oscila entre los grados II y VII. Allí se observó que en la construcción de la explicación con las características señaladas anteriormente, participan tanto el profesor como sus estudiantes. En el segundo momento, que es el final, se destaca nuevamente la participación del estudiantado hacia la formulación de nuevos argumentos o razones que permiten dar mayor robustez a las explicaciones construidas.

Finalmente, acerca de cómo el profesor Emilio desarrolló la explicación científica durante la unidad didáctica de teoría electroquímica, se puede señalar según los análisis secuenciales anteriores y de grado de libertad, que él orientó la explicación hacia la construcción de relaciones de menos a mayor complejidad, queriendo decir esto que para darle mayor robustez a dichas relaciones fue necesario ahondar en la teoría científica, constatar empíricamente, levantar nuevas hipótesis y argumentos que permitieron desarrollar mejores explicaciones.

La clase 1 y 3 en dónde se hizo explícita la explicación y en dónde está se abordó generando espacios metacognitivos que le permitían al estudiantado darse cuenta sobre cómo estaba construyendo sus propias explicaciones, fueron bastante significativas para la problematización de estas explicaciones desde la teoría electroquímica con otros aspectos. La actividad de la construcción de la Pila de Daniell, al igual que en el caso de Caroline, sugiere buenas estrategias para promover la explicación científica como competencia de pensamiento científico.

En el caso de Emilio, la probabilidad de cada unidad para dar cuenta de la secuencia con la que él trabaja la explicación señala que está parte de igual manera que Caroline por la definición, sin embargo se trabaja menos, para luego dar paso a la descripción de atributos e iniciar el planteamiento de relaciones que permiten generar nuevas explicaciones y complejizarlas a nivel teórico, señalando nuevas razones, justificaciones o argumentos; o a nivel empírico, esta probabilidad de cada unidad con respecto a otras se presenta en la figura 4.58.

Figura 4.58 Probabilidad de cada unidad respecto al total de la secuencia en las clases de Emilio



4.3.7.3 Resultados y Análisis del Estudio de Casos

Según los resultados anteriores los integrantes del estudio de casos, promovieron y desarrollaron la explicación científica a través de la enseñanza de la electroquímica, con algunas diferencias en cuanto a la secuencia de cómo lo hicieron.

En ambos casos, para abordar la explicación como una competencia de pensamiento científico, se tomó como punto de partida la definición de algunos conceptos preliminares como por ejemplo cambio químico, electricidad, iones, cátodo, ánodo, sustancias electronegativas y electropositivas, polaridad, entre otros. Posteriormente, los docentes proponen establecer relaciones entre dichos conceptos como por ejemplo entre cargas eléctricas, iones, polarización en relación a las reacciones químicas, las cuales permitían abordar la problemática plantadas acerca cómo se relaciona el cambio químico con la electricidad. En el caso de la profesora Caroline, las descripciones son trabajadas con profundidad, ella indagó en varias oportunidades por tratar de relacionar los conceptos propuestos con conceptos nuevos, de otorgar atributos, características que fueran coherentes con la teoría electroquímica y promover algunas relaciones entre los conceptos, los cuales propone nuevamente definir o describir. Así la explicación científica que propone la profesora Caroline, se caracteriza por estar sólo en relación de la descripción de conceptos, desde la teoría electroquímica y el establecimiento de algunas nuevas conclusiones, las cuales incitan nuevamente a la descripción de los fenómenos relacionados con el cambio químico y la electricidad.

Emilio, también trabaja la descripción de fenómenos como la pila de Volta, pero a diferencia de Caroline trata de orientar la relación entre los conceptos hacia la selección de información, la evaluación de dicha información, de tal manera que sus estudiantes elaboraron conclusiones y éstas a la vez fueron reevaluadas, así la explicación que Emilio promovió en sus estudiantes se caracterizó por ser un proceso más complejo en donde además de las descripciones fue necesario la elaboración de razones o argumentos que permitían dar mayor consistencia a conclusiones elaboradas.

En ambos casos, se identificaron aspectos que al parecer fueron importantes en la construcción de la explicación como competencia de pensamiento científico, según los resultados analizados. Proponer la explicación científica desde situaciones científicas escolares problematizadoras (Camacho y Quintanilla, 2008) en donde se intencionan diferentes aspectos relacionados con la competencia, permite que se promuevan espacios de discusión teórica y reflexión metacognitiva y actividades experimentales, que involucran el pensamiento, experiencia y lenguaje de las personas competentes son aspectos relevante en la enseñanza de la química.

Otro aspecto importante fue que éstas situaciones científicas escolares, como la lectura del texto adaptado de Jane Marcet; el debate entre H. Davy y J.J. Berzelius permitieron un mayor protagonismo al estudiantado, así se incentivo su participación como personas epistemológicamente activas y la construcción de la competencia desde sí mismo con regulación del profesorado, promoviendo más grado de libertad, en particular en el segundo momento de las clases. Este aspecto llamó la atención al estudiantado, ya que en la evaluación final de la Unidad Didáctica fue ampliamente señalado.

“por la manera didáctica, yo creo porque por ejemplo sí quizás nos pasarán la materia de una forma más estricta, quizás no lo entenderíamos pero haciendo actividades y cosas así que a nosotros nos llamen la atención es mucho más fácil de aprender [...] a mí me gusta más, bueno, yo creo que uno aprende mejor cuando tiene que exponer, por ejemplo cuando uno primero hace una redacción del trabajo que te dan y luego, exponer, porque así por una parte le queda porque se lo tiene que aprender para poder exponerlo, pero por otra parte lo que tus compañero te escuchan también te queda [...] cuando tuvimos que hacer un escrito porque ahí fue cuando trabajamos más, la argumentación porque es mucho más fácil cuando te dan un texto, y ahí uno puede explicar, porque si uno quiere explicar algo lo más fácil es dar argumentos, argumentos, hasta podemos hacer un debate con lo que piensan una cosas y lo que piensan otra cosa”

(Entrevista focalizada a la Estudiante Andrea¹⁶ del Profesor Emilio)

De la misma manera, el espacio denominado sistematización, en donde se levantaron conclusiones y se reflexionó sobre el proceso realizado, permitió la autorregulación del estudiantado y la orientación hacia la construcción de la explicación, así como conocer explícitamente y evaluar qué es la explicación como competencia de pensamiento científico.

“yo creo que de repente cuando nos pasaron la guía por ejemplo, se diferenciaban entre argumentar, explicar, exponer, y eso igual es importante porque es necesario explicar y no sólo describir, porque sí sólo describe no le va a ir tan bien, sí no sabe distinguir esos conceptos”

(Entrevista focalizada al Estudiante Andrés¹⁶ de la Profesora Caroline)

En ambos casos la actividad de aplicación de los conocimientos para la construcción de la Pila de Daniell, demostró una gran oportunidad de poner en juego el tipo de conclusiones construidas y así dar mayor robustez a la explicación científica del fenómeno de la acción química de la electricidad, esta

¹⁶ El nombre del estudiantado citado ha sido modificado para proteger la confiabilidad de los datos

oportunidad además, en el caso de Emilio sugirió la construcción de nuevas conclusiones que permitieron proponer argumentos nuevos sobre lo que podría ocurrir o no. Así, se señala que las actividades experimentales y de aplicación son muy relevantes en la construcción de la explicación científica y que además favorece la relación entre los contenidos conceptuales como reacciones de oxidación-reducción, transferencia electrónica carga en el ánodo y el cátodo, como los aspectos procedimentales de la teoría electroquímica, predecir productos y magnitudes en una reacción de oxidación-reducción.

Finalmente, se señala que además de promover la explicación científica con respecto a la teoría electroquímica, esta competencia abordo otros aspectos en relación a la historia y naturaleza de la ciencia que contribuyeron positivamente a la propia construcción de la competencia por parte del estudiantado.

“viendo como el desarrollo y el aporte de cada uno de ellos a la electroquímica en este caso que era lo que estábamos viendo, viendo cada una de las cosas, como los métodos que usaban ellos como los distintos tipos de experimentos que usaban entonces era un complemento de lo que era la historia y la electroquímica. Eran las cosas más entretenidas y no sólo fórmulas, fórmulas y fórmulas [...] si, aprender lo que son expectativas de vida, porque había mucho científico que a lo mejor en su momento los juzgaban, entonces lo que era la Historia de la Ciencia no sólo servía para lo que era electroquímica, sino también podía llegar a servir, depende de la historia de cada científico para el diario vivir, así como plantearse metas y poder cumplirlas, entonces, esas cosas nos enseñaban a parte de lo que era electroquímica un montón de cosas más, a sí como argumentar, ellos a lo mejor tuvieron que luchar contra distintos postulados, de repente hasta entre ellos mismos por cosas que no compartían entonces la argumentación, los puntos de vista, el no dejarse llevar de repente, cosas así”

(Entrevista focalizada al Estudiante Alexander¹⁶ del Profesor Emilio)

“obvio, que es importante, porque por ejemplo ánodo fue definido de una manera el concepto y luego, discutieron que no era así correcto y lo definieron de otra manera, porque igual es útil que lleven los conceptos antes y luego, cómo cambian, a que pasen le pasen de una vez los conceptos y que uno no entienda nada”

(Entrevista focalizada al Estudiante Andrés¹⁶ de la Profesora Caroline)

“ yo encuentro que es importante saber un poco de la historia porque sino, sabiendo un poco de la historia igual puede entender mejor algunas cosas o saber cómo se llevo, en lo de la rana, que después lo de eso fue para la otra pila, algunas cosas sirvieron, entonces, uno puede entender mejor cómo se forma conocimiento”

(Entrevista focalizada a la Estudiante Alexandra¹⁶ de la Profesora Caroline)

4.4 EVALUACIÓN GENERAL DE LOS RESULTADOS

A continuación se presenta una evaluación general de los resultados obtenidos y de los análisis realizados para cada una de los participantes de la investigación. En primer lugar, se discuten los resultados más relevantes de las concepciones sobre Naturaleza de la Ciencia, Historia de la Ciencia y Competencias de Pensamiento Científico, del grupo de docentes participantes durante la Fase de Diagnóstico. Posteriormente, se realiza una discusión y evaluación de cada uno de los casos durante las cuatro fases de investigación y finalmente, se presenta una evaluación crítica del estudio de casos investigado.

4.4.1 DEL GRUPO DE DOCENTES PARTICIPANTES DURANTE LA PRIMERA FASE

Con respecto al grupo de profesorado de química participantes en la fase de diagnóstico de esta investigación es importante señalar que la coexistencia de visiones epistemológicas acerca de la naturaleza de la ciencia permite identificar visiones constructivistas acerca del conocimiento científico; visiones dogmáticas acerca de la metodología científica y visiones constructivistas sobre el género en ciencias.

La mayoría del profesorado participante está de acuerdo con la actividad científica como una actividad humana que se desarrolla en un contexto determinado y que esta construcción se relaciona con los problemas o las inquietudes de dicho momento histórico. Si bien no hay un conocimiento general sobre el Modelo Cognitivo de Ciencia, se reconoce la construcción de

Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar

conocimiento por personas y se denota débilmente una noción cognitiva de la ciencia, que quizás habría que profundizar.

Con respecto a la metodología científica, aún persisten concepciones bajo el enfoque positivista - empirista, las cuales están generalmente relacionadas con el valor del método científico a través del cual se logran exitosamente o no conocimientos verificables, de igual manera se identifica como un punto crítico al respecto el carácter objetivo de las ciencias asociado al logro de algunas personas, en particular hombres, sobre el conocimiento.

En cuanto al género, se identifica que es un aspecto poco trabajado y asumido, en particular la mayoría del profesorado participante tiene una concepción masculinizada de la ciencia, el rol de las mujeres científicas sólo se relaciona desde un plano social principalmente en función de algunas mujeres celebres que al igual que los científicos pudieron “descubrir” o contribuir a la actividad científica.

A través del modelo de intervención se buscó analizar y evaluar dichas concepciones, así como promover espacios de reflexión para que el propio profesorado orientara y regulará aspectos cognitivos, epistemológicos y didácticos que le permitieran generar nuevos cambios, así a continuación se presentan la evaluación de los resultados para cada uno de los casos, involucrados en el estudio.

Acerca de la Historia de la Ciencia, se reconoce en general como un aspecto valioso en particular relacionada con el plano social comunicativo y los contenidos contextuales. En la mayoría del profesorado participante no está

claramente identificado cómo este componente se incorpora en la clase y desde dónde se hace, a pesar que según la mayoría del profesorado es importante y debe tener una fundamentación teórica su relación a la actividad científica escolar, parece ser ingenua y poco fundamentada a nivel teórico desde la Historia o Didáctica de las Ciencia , según lo que se identifico en las posteriores entrevistas, es decir que se utiliza más bien como una manera de mostrar la Actividad Química como una actividad contextualizada.

En cuanto a las concepciones sobre explicación científica, el profesorado participante generalmente, señala la relación de esta con la persona; el carácter cognitivo, lingüístico y procedimental que pueden tener y la dimensión compleja que significa poder abordarla en las clases de química. En algunos participantes se identificaron concepciones de la competencia relacionadas más con la capacidad de realizar tareas que con un proceso complejo que supone varios aspectos.

4.4.2 DEL CASO DE CAROLINE

Respecto a las concepciones de Caroline, se identificó una clara tendencia hacia las visiones más constructivistas tanto para comprender la Naturaleza e Historia de la Ciencia y las Competencias de Pensamiento Científico.

El conocimiento científico, como la metodología y el género. Las concepciones de la profesora Caroline tenían un claro énfasis en la promoción de los modelos teóricos y el plano personal significativo, sin embargo durante el modelo de intervención sus concepciones se vieron orientadas más hacia el

plano de desarrollo social y comunicativo, allí otorgó importancia no sólo a los saberes conceptuales como se identificaba en el principio, sino que también a los aspectos contextuales de la actividad científica. A pesar de estos cambios importantes en las concepciones de Caroline sobre naturaleza de la Ciencia también es importante señalar que sobre la metodología científica prevalecieron algunas concepciones más orientadas a las dimensiones instrumentales y saber hacer. De esta manera, las concepciones sobre género, permiten identificar este aspecto más desde lo contextual, se reconocen las mujeres científicas como un aspecto importante en la educación química, pero esto sólo se evidenció para contextualizar la enseñanza de la electroquímica, persisten concepciones de una ciencia masculinizada donde el rol de las mujeres ha sido más bien rezagado.

Las concepciones sobre Historia de la Ciencia evidenciaron un cambio importante desde un plano más contextual y social hacia una comprensión conceptual de los modelos teóricos, donde además se reconocieron otro tipo de aportes de la historia de la ciencia en particular orientados al valor de esta para la actividad química escolar. A pesar de establecer relaciones instrumentales entre el currículo y la historia de la ciencia, es importante que ella reconoció como el componente historiográfico puede innovar el currículo y de desde esta perspectiva la posibilidad que hay de innovar la enseñanza de la química hacia nuevas estrategias que incorporen dicho aspecto, pero no de una manera ingenua, sino con fundamentación didáctica y para ello, se reconoce como un aspecto central la formación en historia de la ciencia.

Con respecto a las concepciones de la profesora Caroline sobre la explicación científica se pudo identificar que éstas se focalizaron hacia la persona competente, a pesar que durante la fase de diseño la atención se centro

en la competencia. Así las concepciones sobre la explicación permitieron transitar desde la propia competencia hacia su comprensión como un proceso complejo que involucra no sólo aspectos procedimentales, sino también aspectos cognitivos, teóricos en relación a la persona y que para esto es importante involucrar a sus estudiantes a través de procesos sociales y comunicativos. Durante la fase implementación, se observó que ella trabajó la explicación científica más desde la definición y la descripción de conceptos, en donde es ella quién inicia la secuencia y quien la termina, pero donde además sus estudiantes tuvieron un rol protagónico.

4.4.3 DEL CASO DE EMILIO

Acerca de las concepciones del profesor Emilio, se identifica inicialmente una fuerte tendencia hacia una visión más dogmática relacionada con el carácter experimental de la química. Fue constante que sus concepciones acerca de la Naturaleza de la Ciencia, Historia de la Ciencia y Explicación Científica, tuvieran un afán por el saber hacer, por los contenidos procedimentales o por las técnicas de aplicación. En general estas concepciones estaban muy asociadas desde el plano instrumental procedimental, no obstante se evidenció también la importancia que otorga a la enseñanza de los modelos teóricos de la química, que para él se caracterizan en sistemas rigurosos, válidos y objetivos.

Durante la fase de fundamentación teórica, se identifican cambios notables acerca de sus concepciones orientados más hacia tendencias constructivista en particular concepciones sobre la construcción de conocimiento científico como una actividad humana compleja, en donde la mujer ha tenido

(sobre todo en el pasado) un rol importante y donde indudablemente el papel de la experimentación es trascendental, así también se evidenció cambio en sus concepciones sobre Historia de la Ciencia que permitían comprender esta área metacientífica como un aspecto relevante para la comprensión de los modelos teóricos en sus estudiantes, sin embargo, se apreció cierta dependencia hacia lo que se establece en el currículo y de ahí su preocupación porque exista una directriz que incorporé el componente historiográfico, para poder trabajarlo. A pesar de que las concepciones sobre las estrategias para trabajar la Historia de la Ciencia estaban orientadas desde el plano instrumental, durante la fase de implementación de la Unidad Didáctica el profesor Emilio logro proponer actividades y regularlas de tal forma que alcanzarán el desarrollo de la competencia de explicación científica en el aula, incluso hasta llevarla a niveles más complejos que permitieron a sus estudiantes proponer nuevas conclusiones que tenían razones o argumentos en relación a la teoría electroquímica.

4.4.4 DEL ESTUDIO DE CASOS

En el estudio de casos se identificaban concepciones diferentes acerca de la Naturaleza de la Ciencia, Historia de la Ciencia y Explicación como competencia de pensamiento científico, a través del modelo de intervención dichas concepciones fueron transitando de un plano a otro, señalando así la complejidad del cambio conceptual. Estos cambios se evidenciaron de manera más clara, para ambos casos, en la fase de fundamentación teórica y en la de implementación – evaluación, al parecer generar espacios de reflexión, discusión e intercambio de nociones teóricas permite promover espacios metacognitivos donde el profesorado es capaz de identificar sus propias concepciones,

orientarlas hacia nuevos propósitos y ponerlas en juego durante su práctica. La fase de diseño de la Unidad Didáctica fue trabajada desde una perspectiva más instrumental, estaba el interés por saber cómo trabajarían con sus estudiantes y para esto, retomaron sus maneras tradicionales de hacerlo, llevando la discusión hacia lo que el estudiante debería hacer o no y cómo lo debería realizar, teniendo en cuenta también que la teoría electroquímica, es un tema curricular que ellos habían abordado todos los años de una manera instrumental y por tanto, trabajar con nuevos propósitos y re-significar su enseñanza fue un proceso complejo, que le constó al estudio de casos y tal vez por ello, se explica sus concepciones en relación a los aspectos procedimentales durante esta fase.

La promoción de la explicación como competencia de pensamiento científico supuso un cambio general en la fundamentación didáctica. Repensar los propósitos de su enseñanza-aprendizaje, establecer actividades secuenciadas en relación a dichos propósitos e instalar dispositivos de evaluación, conllevó a la transformación de la práctica pedagógica de los casos. Los resultados en la manera en que se promovió y desarrolló la explicación científica permiten evidenciar que esta nueva fundamentación teórica supone elementos que enriquecen la competencia y que orientan hacia una nueva manera de mirar la actividad química escolar.

CAPÍTULO 5.

CONCLUSIONES, HALLAZGOS Y PROYECCIONES DE LA INVESTIGACIÓN

INDICE DEL CAPÍTULO		Pág.
5.1	ACERCA DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	389
5.1.1	Con respecto a ¿Cuáles son las concepciones del profesorado de química acerca de la Historia de la Ciencia, Naturaleza de la Ciencia y Competencias de Pensamiento Científico?	390
5.1.1.1	Las concepciones del profesorado de química acerca de la Naturaleza de la Ciencia	390
5.1.1.2	Las concepciones del profesorado de química acerca de la Historia de la Ciencia	394
5.1.1.3	Las concepciones del profesorado de química acerca de la Explicación Científica	396
5.1.2	Con respecto a ¿Cómo están cambiando estas concepciones a través de un proceso de intervención docente en Historia de la Ciencia?	398
5.1.2.1	El cambio conceptual en las concepciones del profesorado de química acerca de la Naturaleza de la Ciencia	398
5.1.2.2	El cambio conceptual en las concepciones del profesorado de química acerca de la Historia de la Ciencia	400
5.1.2.3	El cambio conceptual en las concepciones del profesorado de química acerca de la Explicación Científica	401
5.1.3	Con respecto a ¿Cómo el profesorado que participa en un modelo de intervención docente que incorpora la Historia de la Ciencia, promueve y desarrolla la explicación científica a través de la enseñanza de la electroquímica?	402
5.1.4	Con respecto al Problema de Investigación sobre ¿Cómo a través de un modelo didáctico de intervención docente que incorpora la Historia de la Ciencia, se puede contribuir al cambio de las concepciones del profesorado de química y a la promoción y	404

	desarrollo de la explicación en la Actividad Química Escolar?	
5.2	ACERCA DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	405
5.2.1	Con respecto al diseño de la investigación	406
5.2.2	Con respecto al plan de análisis	407
5.3.	ALGUNOS PUNTOS A DESTACAR Y PERSPECTIVAS FUTURAS	409

En este último capítulo se presentan las conclusiones, hallazgos y proyecciones de la tesis. En la primera sección, se hacen algunas consideraciones teóricas y propuestas sobre los resultados generales a la luz del problema de investigación descrito en el capítulo 1. En la segunda sección, se realiza una mirada general de la tesis teniendo en cuenta en especial la metodología, el diseño y plan de análisis propuestos en el capítulo 3 y en la última, se destacan algunos puntos de la tesis y se presentan posibles perspectivas futuras.

5.1 ACERCA DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En este apartado se exponen las principales conclusiones y hallazgos sobre el problema de investigación. Para esto, se recupera cada uno de los objetivos específicos propuestos en relación a cuáles son las concepciones del profesorado sobre Naturaleza de la Ciencia, Historia de la Ciencia y la Explicación como competencia de pensamiento científico; cómo estas concepciones cambian a través de un proceso de intervención docente en Historia de la Ciencia y cómo el profesorado que participa en un modelo de intervención docente que incorpora la Historia de Ciencia promueve y desarrolla la explicación científica a través de la enseñanza de la teoría electroquímica. A partir de estas conclusiones y hallazgos, se cierra el apartado dando respuesta al problema de investigación propuesto.

5.1.1 Con respecto a ¿Cuáles son las concepciones del profesorado de química acerca de la Historia de la Ciencia, Naturaleza de la Ciencia y Competencias de Pensamiento Científico?

5.1.1.1 Las concepciones del profesorado de química acerca de la Naturaleza de la Ciencia

En el profesorado de química participante de la investigación se evidenció que sus concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia se sitúan desde diferentes perspectivas teóricas, es decir coexisten las visiones tradicional-dogmática y la constructivista en general, estos resultados están en concordancia con otras investigaciones en el campo de la Didáctica de las Ciencias experimentales (Quintanilla et al 2009; Quintanilla et al 2010; Copello y Sanmartí, 2001; Angulo, 2002; Mellado, 2001; Contreras 2009; Ravanal y Quintanilla, 2010; Izquierdo 2000a; Quintanilla, et al 2006, entre otros.) Sin embargo, para la mayoría del profesorado que participó en la primera fase de esta investigación, la noción de modelo cognitivo de ciencia es desconocida o matizada en su discurso entre otras visiones epistemológicas más tradicionales.

La evidencia sistematizada en la primera fase de la investigación da cuenta que en general el grupo de docentes participantes está de acuerdo en visiones más constructivistas que focalizan la naturaleza de la ciencia dentro un plano social o en relación a contenidos contextuales, es decir en considerar la actividad científica como actividad humana relacionada con un contexto determinado que busca la resolución de problemas reales, desde una perspectiva realista pragmática (Giere, 1992). Esta afirmación se enriquece a través del modelo de intervención docente, desarrollado durante las fases de

fundamentación teórica y de diseño, donde además de comprender la construcción de conocimiento científico desde una perspectiva social, está se relaciona con cómo la persona competente puede construir sus propios conocimientos científicos, desplazando dichas concepciones de un plano instrumental hacia un plano personal significativo o social comunicativo, donde se asume también a la persona que construye su propio conocimiento, esto se manifiesta con mayor fuerza durante la fase de evaluación e implementación, en particular cuando el profesorado propicia el desarrollo de la competencia de explicación científica. Estas conclusiones son coherentes con lo que la literatura especializada en este campo nos orienta en torno a la importancia de la problematización del pensamiento y práctica del profesorado como principal característica de los modelos de intervención (Copello y Sanmartí, 2001; Mellado, 2001; Astudillo, Rivarosa y Ortiz, 2008).

No obstante, se sitúa como aspecto problemático la noción de cómo ocurre esta construcción del conocimiento científico, sí bien la ciencia es una actividad humana al parecer la elaboración de conocimiento científico en la escuela, se caracteriza por procesos lineales, acumulativos, rigurosos, sistemáticos, que le otorgan mayor validez a la actividad científica, esta concepción fue característica general del profesorado participante de la fase de diagnóstico, así como del caso de Emilio durante toda las fases de la investigación. El método científico de la tradición baconiana aún se sitúa en el discurso del profesorado, con algunos matices, donde características como la observación, la sistematización, la objetividad de los datos, la rigurosidad en la experimentación permiten un resultado correcto e incuestionable de la actividad científica, este aspecto quedó particularmente ilustrado cuando se desarrolló la

actividad de la construcción de la Pila de Daniell, en la fase de implementación y evaluación. Por tanto, este aspecto promueve mayor profundidad y análisis en futuras investigaciones, en donde se puedan proponer nuevas perspectivas hacia el cambio de dichas concepciones de carácter tradicional sobre la metodología científica.

Finalmente, un aspecto que nos merece atención e interés de reflexionar en estas conclusiones se refiere al facto género y enseñanza de las ciencias, ya que como fue evidenciado durante el desarrollo de la investigación se caracterizó por regla general, como poco relevante en la actividad científica escolar, lo que quedó en evidencia en las unidades del discurso de los docentes, en el uso de los textos y materiales por parte del estudiantado, a quiénes les llamo la atención trabajar con documentos dirigidos a mujeres. Así se confirma que la actividad química escolar es masculinizada y sólo se contempla a la mujer para mencionarla en un plano contextual, de hecho se notó que el discurso del estudiantado refleja la visión del profesorado.

“porque igual me llamaba la atención que fuera puras mujeres, que nada (risas) porque no eran hombres y a aparte porque como ‘Caroline’ nos explico en el contexto que se hizo ese diálogo, era como la época de la represión de las mujeres y eso, igual llamaba la atención que fuera puras mujeres y que no había presencia de hombres”

(Entrevista focalizada al estudiante Andrés¹⁶ de la Profesora Caroline)

Así quedó en evidencia que los casos estudiados conocían poco sobre el aporte de las mujeres científicas en la química, lo que ha sido señalado desde la literatura especializada (Solsona, 2006; Álvarez; 2006). Los docentes reconocen sólo a algunos casos ‘célebres’ de mujeres científicas de la antigüedad, como María la Judía y Marie Curie, además las caracterizan como mujeres reprimidas,

ocultas, razones por la cual hoy se les reconocen sus aportes. En particular, en el profesor Emilio se denotó durante la fase de fundamentación teórica que sus concepciones suponían un antagonismo entre los roles de mujer y científica, sobre todo en el contexto actual, él consideraba que la mujer científica de hoy tiene características que rompen su rol tradicional, es ambiciosa, competitiva y descuida su familia. Por otra parte, también quedó en evidencia que la profesora Caroline no se reconocía como científica y que sólo acudía bajo estas perspectivas a mujeres como Marie Curie que son ejemplo de triunfo y éxito en la actividad química.

Además, en el discurso del profesorado participante en este estudio de casos, se manifestó un rol exitoso del hombre de ciencia, el sabio, el científico, en relación a la producción y acumulación de conocimiento científico, se otorga mayor valor al trabajo científico proveniente de un hombre, además por ser el más conocido. Y un rol rezagado a la mujer, quien se dedicaba a la ciencia a través de la retórica principalmente por cuestiones más sociales o tradicionales como la salud, la producción de cosméticos, aspectos culinarios, la transmisión de conocimientos a nuevas generaciones, etc, estos aspectos fueron particularmente enfatizados durante la enseñanza de la electroquímica en las clases analizadas.

Las anteriores conclusiones merecen principal atención y proponen nuevos desafíos para la educación científica chilena, en concordancia con lo ya señalado por Treviño, Donoso y Bonhomme (2009), es necesario trabajar la visión de género en ciencias con el profesorado para generar estrategias que contribuyan a romper la diferencia entre las competencias de pensamiento

científico entre estudiantes hombres y mujeres y que otorguen un valor menos ingenuo sobre la participación de la mujeres en la química.

5.1.1.2 Las concepciones del profesorado de química acerca de la Historia de la Ciencia

Acerca de las concepciones del profesorado de química sobre la Historia de la Ciencia, la evidencia sistematizada da cuenta de una relación con el contenido contextual, lo que ya han señalado otras investigaciones (Wang & Marsh, 2002; Wang & Petersen, 2002) y además, que éstas se sitúan desde el plano social comunicativo. El profesorado participante en la fase de diagnóstico, en general valora el aporte de la historia de la ciencia y lo reconoce como un aspecto importante a incorporar en la actividad química escolar. Sin embargo, dichas concepciones a favor, se ven matizadas por lo que propone Monk & Osborne (1997) acerca de asumir este componente en función de los productos de la ciencia y la visión instrumental de la actividad científica, aspecto ya discutido en el apartado anterior.

En general queda en evidencia que la incorporación del componente histórico en la enseñanza de la química, para la mayoría del profesorado que participó en la fase de diagnóstico se realiza de manera ingenua, sí bien se manifiesta interés por incorporar la historia de la ciencia en la actividad científica no lo fundamenta didácticamente. Así los aportes de estas se reducen a un contenido más contextual relacionado a ambientar los contenidos científicos que en sí a promover competencias de pensamiento científico. Al respecto se proponen dos posibles argumentos, según la literatura especializada, uno que corresponde al desconocimiento o poca existencia de materiales con finalidades

didácticas, en especial para niveles escolares lo que ha sido manifestado por Álvarez, 2006; Chamizo, 2006 y segundo, a la poca formación del profesorado en esta área lo que se sustenta desde las investigaciones de Izquierdo, Quintanilla, Vallverdú y Merino, 2006; Fernandez, 2000; Matthews, 2009; Quintanilla, Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2005; Monk & Osborne, 1997 y Rudge & Howe, 2009.

Durante el desarrollo del modelo de intervención en particular durante la fase de diseño de la unidad didáctica, Emilio y Caroline dejan en evidencia a través de su discurso, la dificultad que tienen de diseñar materiales que incorporen la historia de la ciencia y que estén orientados hacia la promoción de competencias de pensamiento científico. Así sus concepciones se sitúan más desde lo instrumental, como Monk & Osborne, 1997 que señalan centrarse hacia los productos de la ciencia y no a generar espacios para la construcción de conocimiento científico escolar, esto según sus propias afirmaciones se debe a que tradicionalmente han enseñando la teoría electroquímica desde la descripción de los procesos de oxido reducción, la memorización de los números de oxidación, el balanceo de ecuaciones redox y la resolución de problemas según la Ley de Faraday, manera que caracteriza generalmente la enseñanza de esta teoría química (De Jong & Treagust, 2002).

No obstante esta dificultad presente en la fase de diseño, se observó un cambio importante en las concepciones de Emilio y Caroline durante la fase de implementación - evaluación las cuales, según la evidencia sistematizada, transitaron hacia la comprensión conceptual de los modelos teóricos, hecho que es coherente con los antecedentes citados por Niaz, 2009 y García, 2009. Por otro

lado, también queda en evidencia la promoción de la explicación como competencia de pensamiento científico, que cada uno realiza en sus clases.

Así se pone de manifiesto que la formación del profesorado en Historia de la Ciencia propone no sólo una nueva mirada hacia las estrategias que incorporan este componente en el aula, sino que además, permite generar nuevas relaciones en la actividad química escolar tal como fue señalado por Emilio y Caroline durante la fase de fundamentación teórica e implementación-evaluación, en donde ambos demostraron la posibilidad de integrar contenidos curriculares, el trabajo transversal con otras áreas del conocimiento, la promoción de competencias de pensamiento científico, entre otros aspectos declarados por la literatura especializada (Matthews, 1994; Solbes y Traver, 2001; Monk & Osborne, 1997; Rudge & Howe, 2009) los cuales permiten hacer de esta línea una perspectiva nueva que implica formación docente, requiere investigación y promueve la innovación y transformación de la actividad química escolar.

5.1.1.3 Las concepciones del profesorado de química acerca de la Explicación Científica como Competencia de Pensamiento Científico

Con respecto a las concepciones del profesorado de química acerca de la explicación científica según lo evidenciado en esta investigación, los docentes participantes de la fase de diagnóstico, pusieron de manifiesto la relación entre el componente cognitivo lingüístico y procedimental en las competencias de pensamiento científico. Además, la mayoría señaló la relación entre la persona y el desarrollo de su propia competencia, anteponiendo está sobre la persona. En general, se manifiestan concepciones que suponen la competencia desde un

enfoque instrumental en función de lo que la persona es capaz de hacer, no se evidenciaron otros aspectos en relación a lo que propone Tobón *et al* (2006) como proceso complejo de desempeño, que integra la capacidad de hacer, en la dimensión afectiva y cognoscitiva de la persona que actúa.

Las concepciones sobre explicación científica de Caroline y Emilio durante el desarrollo de las cuatro fases de investigación estuvieron enfocadas hacia el plano social y comunicativo, esto se evidencio con más fuerza durante la realización de clases en donde se promovió y desarrolló dicha competencia como una manera de socializar conclusiones y en particular, en el caso de Emilio una manera de levantar nuevas relaciones entre los conocimientos que se discutían. Este aspecto es relevante en la construcción de explicaciones científicas escolares como lo señalan Izquierdo & Adúriz- Bravo, 2009; Sanmartí e Izquierdo, 1998 y Welsh, 2002.

Para estos docentes, además el modelo teórico a enseñar, en este caso la teoría electroquímica, juega un rol fundamental. Así, las explicaciones promovidas o desarrolladas en sus clases, se relacionaban con los propios conceptos químicos, este aspecto señaló un fuerte componente conceptual al que el profesorado otorga interés. De igual manera se puso de manifiesto, durante la fase de diseño, el carácter procedimental de la competencia, en función del saber hacer, por ejemplo al mencionar la construcción de la pila de Daniell. Así las concepciones de Emilio y Caroline, permiten identificar las dimensiones de saber conocer, los modelos teóricos; saber hacer, los procedimientos instrumentales y saber comunicar, las conclusiones, dimensiones que

generalmente se atribuyen a las competencias según lo que proponen Delors (2002); Quintanilla (2006) y Chamizo e Izquierdo (2007).

Sí bien la competencia se problematiza desde las dimensiones anteriores, según la evidencia sistematizada se da cuenta de una débil relación entre la persona y la competencia en las concepciones de Caroline y Emilio a lo largo del desarrollo de la investigación. Este antecedente sugiere trabajar con mayor profundidad los aspectos afectivos y emocionales de la persona competente y sus competencias de pensamiento científico, así se abren nuevas perspectivas hacia el estudio de los factores que impulsan o no el desarrollo de la competencia, en relación al carácter responsable (Tobón *et al*, 2006), el querer hacer (Delors, 2002) y que supone un rol importante en la metacognición de la persona competente, según los antecedentes descritos por Quintanilla *et al* (2010).

5.1.2 Con respecto a ¿Cómo estás concepciones cambian a través de un proceso de intervención docente en Historia de la Ciencia?

5.1.2.1 El cambio conceptual en las concepciones del profesorado de química acerca de la Naturaleza de la Ciencia

Acerca del cambio conceptual en las concepciones del profesorado de química sobre la Naturaleza de la Ciencia, según la evidencia analizada, los docentes Caroline y Emilio presentan transiciones desde los distintos planos, en función de la fase trabajada. Esto es coherente con lo citado por Toulmin (1997) y es un indicador de la manera compleja en que cambian las concepciones y como los determinados contextos, situaciones o problemas, proponen diferentes

maneras de ser abordadas. Esto evidenció la construcción de concepciones más complejas sobre naturaleza de la ciencia en particular sobre el conocimiento científico.

No obstante, también se pone de manifiesto que las concepciones sobre metodología científica desde una visión tradicional y las visiones sobre género en ciencias desde una visión contextual, en los casos de Emilio y Caroline, son persistentes y a pesar de movilizarse hacia visiones más constructivistas durante la fase de fundamentación teórica, estas concepciones retoman su carácter instrumental dogmático en la fase de implementación y evaluación de las clases de la teoría electroquímica. Este proceso evoca a lo señalado por Sánchez y Valcárcel (2000) quienes proponen niveles progresivos para el cambio conceptual, los cuales suponen procesos a largo plazo, en ese sentido se podría decir que Caroline y Emilio trabajaron en un primer nivel en el que se incidió la motivación, dinamización, cuestionamiento y modelización y, un segundo nivel con una mayor implicación en el desarrollo curricular y su práctica pedagógica. Se espera que a través del trabajo que los docentes continúan realizando en el proyecto de investigación FONDECYT 1095149 actualmente, se fortalezcan sus habilidades metacognitivas y favorezcan el cambio.

5.1.2.2 El cambio conceptual en las concepciones del profesorado de química acerca de la Historia de la Ciencia

Con respecto al cambio conceptual en las concepciones de Emilio y Caroline, se evidenció como un aspecto importante la fundamentación teórica desarrollada en la fase II. Según la literatura especializada y la evidencia propuesta por Niaz, 2006; 2009 y García, 2009, la formación en este componente historiográfico favorece algunas concepciones sobre historia de la ciencia. En particular según la evidencia sistematizada, esta fundamentación favoreció las concepciones de los docentes sobre los aportes que tiene la Historia de la Ciencia desde una visión contextualizada hacia una visión que reconoce este componente metateórico para la construcción de conocimiento científico escolar, desde un plano personal significativo para Emilio y un plano social comunicativo para Caroline, así en los *perfiles conceptuales* identificados para cada caso se apreció una visión más holística de la historia de la ciencia en la enseñanza de la química, los que pueden favorecer la comprensión conceptual sobre cómo se construye el conocimiento científico y cómo este es problematizado; el uso de diferentes fuentes y materiales fundamentados desde la Didáctica de las Ciencias Experimentales que pueden generar competencias como la explicación científica, además, de promover la actividad química en relación a los factores socio culturales, dimensiones que permiten compejizar la historia de la ciencia en la enseñanza de la química según lo que propone Warg & Marsh, 2002; Matthews, 1994.

A pesar de estos importantes cambios también se identificó que las concepciones del profesor Emilio sobre las estrategias para incorporar la historia de la ciencia en el aula, así como la formación docente en esta área fueron

persistentes desde un plano instrumental durante todas las fases de investigación, esto según Monk y Osborne (1997), se puede relacionar con visiones más tradicionales sobre la naturaleza de la ciencia, que hacen que sus concepciones se centren hacia los productos de la ciencia, así como que las decisiones que él toma sobre qué enseñar y cómo hacerlo se basan principalmente en lo que establece y evalúa el currículo, como queda evidencia durante la fase de fundamentación teórica.

5.1.2.3 El cambio conceptual en las concepciones del profesorado de química acerca de la Explicación como Competencia de Pensamiento Científico

Con respecto al cambio conceptual en las concepciones del profesorado de química acerca de la explicación científica, la evidencia sistematizada permite concluir que Emilio y Caroline sólo asocian este cambio al tipo de contenido que involucra la explicación como competencia de pensamiento científico, así se observa que a través de la fundamentación teórica el contenido contextual, en las concepciones de Caroline y el contenido procedimental en las concepciones de Emilio, cambian a contenido conceptual, llevando la noción de competencia científica hacia la relación de los modelos teóricos, con el plano social y comunicativo de la persona. Este aspecto, permite relacionar, en acuerdo a lo planteado por Labarrere (2006), el carácter social de la competencia en la medida que depende no sólo de la persona sino también de su interacción con el contexto. De esta manera se propone como un desafío para la formación profesional docente, generar espacios metacognitivos que favorezcan la

reflexión en y sobre la práctica y que permitan continuar hacia un segundo nivel según Sánchez y Várcacel (2000), sí bien este estudio de promovió la motivación, dinamización, problematización de la noción de competencia de pensamiento científico, es necesario generar otras acciones que permitan que los docentes tengan un nivel mayor de implicación al respecto en el desarrollo curricular y de su práctica pedagógica, para que dicha noción se complejize, al respecto es importante señalar los aportes que ha realizado el Dr. Quintanilla desde el año 2007 en el marco de los proyectos FONDECYT 1070795 y FONDECYT 1095149.

5.1.3 Con respecto a ¿Cómo el profesorado que participa en un modelo de intervención docente que incorpora la Historia de la Ciencia, promueve y desarrolla la explicación científica a través de la enseñanza de la electroquímica?

Durante la fase de implementación y evaluación se evidenció, que la explicación científica estuvo centrada principalmente desde un enfoque conceptual, lo que permite poner en evidencia que existe cierta coherencia entre las concepciones del profesorado, identificadas a través de su discurso y la manera en cómo las promovieron a través de la enseñanza de la electroquímica.

En cuanto a cómo Caroline promovió y desarrolló la explicación científica a través de la enseñanza de la electroquímica, es posible concluir a partir de la evidencia sistematizada, que ella orientó mayor parte de la construcción de esta competencia, se observaron bajos grado de libertad en particular al inicio y cierre de las clases. La explicación promovida por Caroline tuvo como principal característica partir de una definición, seguido por descripciones entre los

conceptos definidos y luego, elaborar conclusiones, en todas estas partes la teoría electroquímica fue fundamental, así como la explicitación de las ideas por parte del estudiantado. La secuencia desarrollada por Caroline corresponde al trabajo inicial de la explicación científica según señalan Sanmartí e Izquierdo (1998); Welsh (2002) y Jorba (2000).

En el caso de Emilio, se observó una secuencia más problematizadora y que promovía la construcción de la explicación científica hacia la construcción de nuevas conclusiones, argumentos o justificaciones que podían ser enriquecidas por diversos aspectos teóricos o procedimentales de la teoría electroquímica, según lo que señalan Izquierdo y Chamizo (2005). Emilio sólo presentó definiciones durante la actividad de exploración de ideas, posteriormente intencionó fuertemente las conclusiones que se proponían y conllevó a que se generen diferentes relaciones de causalidad entre los nuevos argumentos o razones, además, generó espacios en el aula que permitían a sus estudiantes autorregularse y regular sus propias explicaciones, así no sólo se abordó la parte conceptual de la competencia, sino que también se propusieron espacios metacognitivos para que el estudiantado reflexionará sobre cómo eran sus propias explicaciones y tender a mejorarlas, como se evidenció en el desarrollo de las clases 3 y 4.

5.1.4 Acerca del Problema de Investigación sobre ¿Cómo a través de un modelo didáctico de intervención docente que incorpora la Historia de la Ciencia, se puede contribuir al cambio de las concepciones del profesorado de química y a la promoción y desarrollo de la explicación en la Actividad Química Escolar?

A través de la fundamentación didáctica e historiográfica de un modelo de intervención bajo la postura racionalista moderada (Toulmin, 1977) y naturalista pragmática (Giere, 1992), en donde se generaron espacios de reflexión metacognitivos para el profesorado sobre sus concepciones acerca de la Naturaleza de la Ciencia, la Historia de la Ciencia y Explicación como competencia de pensamiento científico, fue posible contribuir al cambio, en algunos aspectos, de sus concepciones, siendo los docentes quienes orientaron, impulsaron y regularon sus concepciones a lo largo de las cuatro fases de investigación, este aspecto además, permitió generar nuevas maneras de enseñar electroquímica transformando la práctica profesional de docentes con más de 10 años de experiencia profesional. Estas conclusiones permiten sustentar lo señalado por Copello y Sanmartí (2001) y Astudillo, Rivarosa y Ortiz (2008) sobre el impulso que pueden tener perspectivas innovadoras y transformadoras para la formación continua del profesorado donde la reflexión en y sobre la práctica para problematizar permite no sólo reformular esquemas y concepciones, sino además replantear las prácticas docentes en la actividad química escolar, allí un eje clave para el desarrollo profesional, lo constituyen los propios intereses del profesorado.

La manera de enseñar teoría electroquímica a sido transformada hacia la promoción de la explicación como competencia de pensamiento científico, resignificando su enseñanza y dejando de lado la visión instrumental que la caracteriza. Este proceso conllevó mayor complejidad y nuevos desafíos para Emilio y Caroline, quienes asumieron el reto de re-pensar qué noción de teoría electroquímica enseñar, para que enseñar esa noción teórica, para que competencias de pensamiento científico y cómo hacerlo (Tabla 3.2), fruto de esta nueva mirada de la enseñanza de la teoría electroquímica, ellos han manifestado el interés por incorporar la historia de la ciencia a otras temáticas curriculares, fundamentándola teóricamente, así como su continua participación en otros espacios de reflexión y formación docente.

5.2 ACERCA DE LA METODOLOGÍA Y ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN

En este último apartado se exponen las conclusiones y reflexiones acerca de la metodología y análisis propuestos para abordar el problema de investigación. Para esto, se proponen dos apartados, el primero sobre el diseño metodológico en el cual se hace una mirada retrospectiva de cómo se realizó la investigación a partir de las cuatro fases propuestas. En el segundo apartado, se discuten algunos aspectos sobre el plan de análisis propuesto y se evalúan los criterios de rigor científico propuestos en el capítulo 3.

5.2.1 Con respecto al Diseño de la investigación

La metodología empleada se ajustó coherentemente al objeto de investigación y a la perspectiva epistemológica asumida, la visión cualitativa permitió comprender e interpretar las voces de los protagonistas desde una visión holística en donde influían aspectos profesionales, cognitivos y de su experiencia, permitiendo levantar significados individuales y consensuados entre los casos.

El diseño propuesto es un aspecto que ha sido muy bien acogido por la comunidad de especialistas en investigación en Didáctica de las Ciencias. Por su originalidad, innovación, rigurosidad y seguimiento de los casos en cada una de las fases, así como su propuesta por generar nuevas estrategias de intervención -acción para mejorar la enseñanza de la teoría electroquímica con el uso de la Historia de la Ciencia.

El estudio de los casos longitudinal, múltiple y holístico, se consideró muy útil tanto para realizar la investigación, como para aportar nuevas ideas sobre estrategias de enseñanza desde la Historia de la Ciencia, así como elementos que ayudaron al profesorado a reflexionar sobre sus conocimientos y concepciones acerca su propia práctica.

La variedad en estrategias e instrumentos empleados para la recolección de información durante toda la investigación, y en especial, a través de la realización del taller de reflexión docente sobre Historia de la Ciencia, se consideraron un punto fuerte de la metodología de investigación. Estos talleres en donde se crearon las condiciones para que el profesorado desarrollará

procesos metacognitivos de resignificación de sus concepciones y práctica, permitieron identificar cuáles eran las concepciones del profesorado y cómo éstas iban cambiando o no, facilitando un análisis progresivo de las categorías propuestas.

Finalmente, el uso de las transcripciones se considero de gran utilidad y valor, ya que permitieron validez descriptiva e interpretativa de la investigación. Mediante las transcripciones se registro de manera transparente y contextualizada, la forma en como los docentes hacían explícitas sus concepciones a través del discurso y la interacción con los demás integrantes en los talleres de reflexión docente, así como en las clases analizadas.

5.2.2 Con respecto al plan de análisis

El plan de análisis propuesto, permitió una mirada compleja y no lineal de todo el proceso de investigación. El análisis descriptivo de los cuestionarios, interpretativo de las transcripciones de los talleres de reflexión y observaciones de clase y, de contenido de las transcripciones de clases fue potente en la triangulación metodológica por métodos, ya que permitieron tener una visión comprensiva profunda y holística sobre el problema de investigación.

La variedad en estrategias e instrumentos empleados para la recolección de información durante toda la investigación, correspondió a criterios de densidad en donde el corpus seleccionado implico reglas de exhaustividad, no selectividad, representatividad, homogeneidad, y pertinencia. En particular se

resaltó la distinción de las voces de los protagonistas, destacándolas en cursiva, de las interpretaciones y análisis efectuados.

En cuanto a la fiabilidad, se menciona que todos los procedimientos aplicados durante la realización de esta investigación fueron revisados continuamente por los Equipos de los proyectos FONDECYT 1070795 y FONDECYT 1095149. También se hace mención a la validación de los materiales diseñados durante el curso taller, los cuales fueron revisados a través del juicio de expertos, por historiadores del Centre d'Història de la Ciència (CEHIC) e investigadores del Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals de la Universitat Autònoma de Barcelona.

La investigación presentada tuvo como principales criterios de validez un proceso descriptivo, relacionado con la precisión de los hechos recogidos en los textos y transcripciones que fueron sometidas a análisis; además de la fidelidad en la descripción de los textos, la intención de la investigadora fue tratar de comprender el significado que las concepciones tenían para las personas que participaron; de igual manera el proceso de teorización aquí presentado, fue sometido a discusión de evaluación de pares y se complementó con bibliografía actual y especializada seleccionada en conformidad con el problema de investigación, lo que resalta su validez teórica. De igual manera, se señala que durante el proceso de reducción y análisis de datos, que fue quizás el más complejo y arduo, se hizo necesario la toma de decisión continua tanto en el proceso de codificación, como en el de categorización lo que supusieron la mirada interpretativa de la investigadora, validez interpretativa.

Finalmente, sobre el criterio de generalización únicamente se considera a nivel interno, ya que los casos son universos individualizados, lo que sólo garantiza su representatividad dentro de una comunidad, grupo o personas que no hicieron parte del estudio.

5.3 ALGUNOS PUNTOS A DESTACAR Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Los análisis propuestos así como las conclusiones señaladas, las cuales algunas han sido socializadas a través de participación en congresos nacionales e internacionales, publicación de artículos en revistas de corriente principal y elaboración de capítulos que incorporan el componente histórico para la enseñanza de la química, han dejado en evidencia una producción científica que se ha realizado fruto de las reflexiones, aportaciones, discusiones, resultados y hallazgos reflejados a través de este trabajo de investigación, el cual deja abiertas sendas líneas de trabajo para el futuro inmediato, conciente que dichas aproximaciones han sido limitadas e incompletas, se proponen los siguientes puntos en los que se podrían expandir, precisar, discutir y aplicar.

- Esta propuesta de investigación ha relacionado dos áreas metacientíficas la Historia de la Ciencia y la Didáctica de las Ciencias Experimentales, el contar con profesionales de ambas especialidades permite poner de manifiesto intereses comunes dirigidos hacia una mejor actividad química escolar, en donde los historiadores pueden

contribuir a través de los estudios historiográficos y los didactas, en la transposición didáctica de estos.

- También se señala la necesidad de profundizar en las concepciones del profesorado de química sobre metodología científica, así como proponer estrategias, que pueden tener características similares al modelo de intervención propuesto, que favorezcan el cambio hacia visiones más constructivistas.
- La noción de género en ciencias merece atención particular, es urgente proponer instancias de investigación e innovación orientadas hacia el reconocimiento del valor de las mujeres científicas de todos los tiempos, para el desarrollo de la química. Desde esta perspectiva se hacen necesarias estrategias que contribuyan a romper las diferencias entre las competencias de pensamiento científico en los y las estudiantes.
- Ya que al parecer existe una valoración positiva de la Historia de la Ciencia para incorporarla a la actividad química escolar por parte del profesorado, se hace necesario fortalecer la fundamentación teórica y didáctica al respecto tanto en la formación inicial como continua. Es importante, además apoyar dicha fundamentación con aspectos curriculares que permitan integrar este componente en la enseñanza de la química, en lugar de ser visto como un espacio aparte.
- Habría sido muy interesante contrastar cómo se relacionan las concepciones del profesorado con la producción de sus estudiantes,

así como identificar sí existen diferencias o no en la explicación científica de los y las estudiantes de Emilio y Caroline, ya que se tiene evidencia empírica recolectada al respecto. Sin embargo, esto no fue posible dado a que se tomó la decisión de centrar la investigación sólo en el profesorado de química, por lo que se propone como un desafío pendiente.

- La explicación científica como competencia de pensamiento científico, es un campo nuevo que requiere de investigación, quizás orientada hacia cómo se construye, desarrolla y evalúa. En particular, se hace evidente una fundamentación teórica en general sobre el papel que juega la persona sobre su competencia.
- La Historia de la Ciencia vista como un componente que impulsa la promoción y desarrollo de competencias de pensamiento científico, es una línea que invita a la investigación e innovación de las prácticas educativas. Al respecto, la investigadora de esta tesis y dos grupos de estudiantes de Licenciatura en Educación en Ciencias, se encuentran adelantando sus trabajos de Seminario de Grado para tratar de abordar esta relación en educación básica con contenidos específicos del campo de la Física y de la Biología.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A continuación se citan las referencias bibliográficas consultadas, estudiadas, discutidas y propuestas en el marco de esta Tesis Doctoral.

- ADÚRIZ-BRAVO, A. (2001). *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias*. Tesis de Doctorado para la obtención del título de Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Departament de Didàctica de les Matemàtiques i de les Ciències Experimentals, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra: España.
- ÁLVAREZ, M. (2006). La Historia de la ciencia en la formación del profesorado de ciencias naturales. En: Quintanilla y Adúriz-Bravo, (Ed), *Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y desafíos*. (pp.239-256) Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- ANGULO, F. (2002). *Aprender a enseñar Ciencias: Análisis de una propuesta para la formación inicial del profesorado de Secundaria, basada en la metacognición*. Tesis de Doctorado para la obtención del título de Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Departament de Didàctica de les Matemàtiques i de les Ciències Experimentals, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra: España.
- ARMSTRONG, E. (1938). Jane Marcet and Her "Conversations on Chemistry" *Journal of Chemical Education*, february, 53-58.
- ASTUDILLO, C. Rivarosa, A. y Ortiz, F. (2008). El discurso en la formación de docentes de ciencias. Un modelo de intervención. *Revista Iberoamérica de Educación*, 45 (4), 1-14.
- BARBER, M. y Mourshed, M. (2007). *How the World's Best-Performing School Systems Come Out On Top*. Extraído de: www.mckinsey.com
- BARDIN, L. (2002). *Análisis de Contenido*. Madrid: Akal.
- BARONA, J. (1994) *Ciencia e Historia. Debates y tendencias de la historiografía de la ciencia*. España, Valencia: Seminari d'estudis sobre la ciencia.
- BERZELIUS, J. J. (1811). «Suite des expériences sur les proportions déterminées, d'après lesquelles les éléments de la nature inorganique s'unissent». *Annales de Chimie*, núm. 79, p. 233-264. Bliss, Monk y Ogborn, 1983
- BROCK, W. (1992). *Historia de la Química*. Madrid: Alianza Editorial.
- BUNGE, M. (1983). *La investigación científica*. España, Barcelona: Ariel.
- CAMACHO, J. et al, (2010). Teoría electroquímica en la educación media. Una propuesta didáctica fundamentada en la Historia de la Ciencia En: Quintanilla, M.; Daza, S. y Merino, C. (Comp.), *Su contribución a las competencias de pensamiento científico. Volumen III*. Santiago de Chile, Chile.
- CAMACHO, J. y Quintanilla, M. (2009a). Concepciones de los profesores de química sobre naturaleza de la ciencia e historia de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 458-461

- CAMACHO, J. & Quintanilla, M. (2009b). Jane Marcet. Un modelo didáctico de la electroquímica en el S.XIX. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1674-1679
- CAMACHO, J. & Quintanilla, M. (2009c). *Curso Taller Curso Taller de Historia de la Ciencia y Formación Docente*. Proyecto FONDECYT N° 1095149. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- CAMACHO, J. & 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, 197-212.
- CAMACHO, J. et al (2007). La ley periódica desde la propuesta de Toulmin. Aportes para la enseñanza de la Química. En: Quintanilla, M. (Ed) *Historia de la Ciencia. Aportes y desafíos para la actividad científica escolar*.
- CAMACHO, J., Gallego, R. y Pérez, R (2007). Ley Periódica. Una reflexión didáctica desde la historia de las ciencias. *Revista Educación en Química* Vol. XVIII, Número 24 (278-288). Artículo con Comité Editorial. ISSN 1870-8404.
- CAMACHO, J. (2005). Ley Periódica. Una reflexión Ley Periódica. Una reflexión didáctica desde la historia de las Ciencias. Tesis de Magíster en Docencia de la Química. Facultad de Ciencia y Tecnología Departamento de Química. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá D.C.-Colombia.
- CAMACHO, J. y Martínez, N. (2003). Calor y Temperatura: Una precisión histórico epistemológica para el estudio de la transposición didáctica. Tesis de Licenciatura en Docencia de la Química. Facultad de Ciencia y Tecnología Departamento de Química. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá D.C.-Colombia.
- CAMPANARIO, J. (1999). La ciencia que no enseñamos. *Enseñanza de las Ciencias*. 17 (3), 397-410.
- CHACÓN, E. (2004). El uso del ATLAS/TI como herramienta para el análisis de datos cualitativos en Investigaciones Educativas. I Jornadas Universitarias Competencias socio profesionales de las titulaciones de educación.
- CHAMIZO, J. (2007a). Las aportaciones de Toulmin a la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. 25 (1), 133-146.
- CHAMIZO, J. (2007b). Teaching Modern Chemistry through 'Recurrent Historical Teaching Models' *Science & Education* 16 (2), 197-216.
- CHAMIZO, J. A. e Izquierdo, M. (2007) Evaluación de las Competencias de Pensamiento Científico. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 51, pp. 9 - 19.
- CHEVALLARD, Y. (1990). La transposición didáctica del saber sabio al saber enseñado. Argentina, Buenos Aires: Ediciones Aique.

- CONTRERAS, S. (2009). Creencias curriculares y creencias de actuación curricular de los profesores de ciencias chilenos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 8 (2), 505-526.
- 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), 269-283.
- CORTÉS, L. (1989). The use of problem -solving in the history of chemistry course. *Journal of Chemical Education*. Vol. 69 Num. 12, 1012-1013.
- CREESE, M. (1991). British Women of the Nine teenth and early Twentieth Centuries who contributed to Research in the Chemical Sciences. *The British Journal for the History of Science*, Vol. 24, No. 3. pp. 275-305.
- CRELLIN, J. (1979). Mrs. Marcet's "Conversations on Chemistry". *Journal of Chemical Education*. Volume 56, Number 7, 459-460.
- DAVIDOV, V.V. (1982). Las bases teórico-metodológicas de la investigación psicológica de la actividad docente. En: Lompscher, Markova, Davidov. *Formación de la actividad docente en los escolares*. Cuba, La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- DAVIES, A. J. (1991). A model approach to teaching redox. *Education in Chemistry*, 28, 135-137.
- DE BERG, K. C. (2008) The concepts heat and temperature: The problem of determining the content for the construction of an historical case study which is sensitive to nature of science issues and teaching - learning issues. *Science & Education* 15, 65-114.
- DENZIN, N. y Lincoln, Y. (2005). The Discipline and practice of qualitative research. En: Denzin y Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research*. (Third Edition., pp. 1-31). EEUU: Sage Publications.
- DE JONG, O. & Treagust, D. (2002). The teaching and learnig of electrochemical. In Gilbert et al. (eds), *Chemical Education. Towards Research based practice*. (pp. 317-337). Netherlands: Kluwer Academia Publishers.
- DE JONG, O., Acampo, J., & Verdonk, A. (1995). Problems in teaching the Tepic of redox reactions: actions and conceptions of chemistry teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 1097 - 1110.
- DEDES, C. & Ravanis, K. (2009). Teaching image formation by extended Light sources: The use of a model derived from the history of science. *Science & Education* 39, 57 - 73.
- DELORS, J. (2002). *La educación encierra un tesoro*. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI. Ediciones UNESCO.

- DENZEN, N. & Lincoln, Y. (2005) *The Sage Handbook of Qualitative Research*. USA: Sage Publications.
- ECHEVERRÍA, J. (1995). *Filosofía de la Ciencia*. Madrid: Akal Ediciones.
- ECHEVERRÍA, J. (1999). *Introducción a la metodología de la ciencia. Filosofía de la ciencia en el siglo XX*. Madrid: Ediciones Cátedra.
- ERDURAN, S. Adúriz-Bravo, A. & Naaman, R. (2007). Developing epistemologically empowered teachers: examining the role of philosophy of chemistry in teacher education. *Science & Education* 16, 975 - 989.
- FERNÁNDEZ, M. (2000). Fundamentos históricos En: Perales y Cañal (Ed) *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias*. Alcoy: Marfil.
- FLICK, U. (2004). *Introducción a la investigación cualitativa*. España, Madrid: Paidea.
- 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.
- GALLEGO, R. Pérez, R. y Gallego Torres, A. (2009). Reconstrucción del modelo cinético molecular de los gases. En: Quintanilla, M. (Ed) *Historia de la Ciencia. Aportes y desafíos para la actividad científica escolar*.
- GALLEGO Badillo, R., Pérez Miranda, R. y Torres de Gallego, L. N. (2004). Formación inicial de profesores de ciencias en Colombia: un estudio a partir de programas acreditados. *Ciência & Educação*, Vol. 10, No. 2, pp. 219 - 234.
- GARCÍA, A. (2009). *Aportes de la Historia de la Ciencia al desarrollo profesional docente de profesores de Química*. Tesis de Doctorado para la obtención del título de Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Departament de Didàctica de les Matemàtiques i de les Ciències Experimentals, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra: España.
- GARCÍA, A.; Bertomeu; J.R. y Bensaude- Vincent, B. (2005). The power of Didactic Writings: Frech Chemistry textbooks of the Nineteenth Century (pp.219-254) In. Kaiser (Ed). *Pedagogy and the practice of science. Historical and contemporary perspectives* MIT Press, Cambridge.
- GARRET, R. (1989) Resolución de problemas, creatividad y originalidad. *Revista Chilena de Educación Química*. Vol.14 No 1-2, 224-230.
- GIERE R. (1992) *La Explicación de la ciencia. Un acercamiento cognitivo*. México. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- GIMENO, S. et al (2008). *Educación por competencias ¿qué hay de nuevo?* Madrid: Ediciones Morata.

- GLASSER, B.G. & Strauss, A. L. (1967). *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. New York: Aldine
- GOLINSKI, J. (1999) *Science as public culture. Chemistry and Enlightenment in Britain, 1760-1820*. Cambridge University Press.
- GONZÁLEZ, M.; Camacho, J. y Quintanilla, M. (En Prensa). Cinética de las Reacciones Químicas. Una Unidad Didáctica para la Educación Media. En: Quintanilla, M. (Ed.), *Unidades didácticas en ciencias naturales y matemáticas para promover estudiantado competente en la escuela del siglo XXI. Volumen IV*. Santiago de Chile, Chile.
- GONZCI, A. y Athanasou, J. (1996). "Instrumentación de la educación basada en competencias. Perspectivas de la teoría y práctica en Australia", en: *Competencia Laboral y Educación Basada en Normas de Competencia*, México, Limusa, 1996.
- GOODAY, G. *et al*, (2008). Does Science Education Need the History of Science? *Isis*, 99, 322-330.
- GRAPÍ, P. i Vilumara, P. (2008). L' electrificació del camvi químic. Els inicis al primer quart del segle XIX. *Educació Químic*. 1, 51 - 57.
- GRAPÍ, P. (2006). L' electrificació de la química al Segle XVIII. Una xarxa de guspines. Actes d'història de la ciència i de la tècnica Nova Època, Volum 1 (1) 65-74.
- GRIFFTHS, A. K. (1994). A critical análisis and synthesis of research on students' chemistry misconceptions. In Schimidt (ed). *Problem solving and misconceptions in chemistry and physics* (pp. 70-99). Hong Kong: ICASE.
- GRUPO RECERCA FARADAY (1998). Las reacciones de Oxido-reducción. (pp. 245 - 262). *Química Faraday. Un enfoque conceptual, experimental e histórico*. Barcelona: Editorial Teide.
- GUBA, E. G. & Lincoln, Y. S. (1989). *Fourth generation evaluation*. Newbury Park, S.A: SAGE.
- GUBER, J. y Williamson, A. (2009). Resultados de los estudiantes chilenos en la prueba PISA Ciencias 2006: una mirada a sus competencias. En Cariola et al (Coords). *¿Qué nos dice PISA sobre la educación de los jóvenes en Chile? Nuevos análisis y perspectivas sobre los resultados en PISA 2006*. (pp.197-237) MINEDUC: Unidad de Curriculum y Evaluación.
- GUTIÉRREZ, A. (2008). La evaluación de las competencias científicas en PISA: perfiles en los estudiantes iberoamericanos. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 57, 23-31
- HACKING, I. (1983). *Representing and intervening: Introductory topics in the philosophy of natural science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- HANSON, R. N. (1961). Is there a logia of scientific discovery en Feigl y Maxwell (Eds). *Current issues in the philosophy of science*, New York: Holt Rinehart & Winston.

- HEMPEL, C.G. (1965). *Aspects of scientific explanation and other essays in the philosophy of science*. Free Press, New York.
- HENAO, Berta Lucila; Stipcich, María Silvia and Moreira, Marco Antonio. (2009). Sustancia en el devenir la química: dime cómo te buscan y te diré que eres. *Ciência & Educação*, v. 15, n. 3, 497-514.
- HODSON, D. (1988). Towards a philosophically more valid science curriculum. *Science Education*, 72,19-40.
- IZQUIERDO, M. (2000a). Fundamentos epistemológicos. En: Perales y Cañal (Ed) *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias*. Alcoy: Marfil.
- IZQUIERDO, M. (2000b). Relacions entre la Història i la didactica de les ciències. Actes de les "V Trobada d'història de la Ciència i de la Tècnica". Societat Catalana d'història de la Ciència i de la Tècnica. Barcelona, España.
- IZQUIERDO, M. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar. *The Journal of the Argentin Chemical Society* Vol. 92 N° 4/6, 115 -136.
- IZQUIERDO, M. (2005) Com fer problemàtiques els problemes que no en són proa. Noves temàtiques per als problemes de química. En: Izquierdo, (Ed), *Resoldre problemes per aprendre*. (pp. 45-52). Bellatera, España: Universitat Autònoma de Barcelona.
- IZQUIERDO, M. & Adúriz- Bravo, A. (2009). A Research-Informed Instructional Unit to Teach the Nature of Science to Pre-Service Science Teachers. *Science & Education* 18, 2, 1177 - 1192.
- IZQUIERDO, M. & Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science & Education* 12, 27 - 43.
- IZQUIERDO, M. y Aliberas, J. (2004) *Pensar, actuar i parlar a la classe de ciències. Per un ensenyament de les ciències racional i raonable*. Universitat Autònoma de Barcelona: Bellatera.
- IZQUIERDO, M., Sanmartí, N. y Estaña, J.L (2007). Actividad química escolar: modelización metacognitiva del cambio químico. En: Izquierdo, Caamaño y Quintanilla (Eds) *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar*. España, Barcelona: Ediciones UAB.
- IZQUIERDO, M., Vallverdú, J., Quintanilla, M. y Merino, C. (2006). Relación entre la historia y la filosofía de las ciencias II. *Alambique* 48. 78-91.
- JIMÉNEZ, J. & Perales, F. J. (2001). Aplicación de un análisis secuencial al estudio del texto escrito e ilustraciones de los libros de física y química de la ESO, *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (1), 3 - 19.

- JORBA, J. (1998). La comunicació i les habilitats cognitivolingüístiques, en Jorba, J. et al. (eds.). *Parlar i escriure per aprendre*. Barcelona: ICE-UAB.
- JOSHUA, S. y Dupin, J. (2004). *Introducción a la didáctica de las ciencias y las matemáticas*. Argentina, Buenos Aires: Ediciones Colihue.
- KAISER, D. (2005.). *Pedagogy and the Practice of Science, 1800–2000*, MIT Press, Cambridge.
- KANE, T. & Steiger, D. (2008). *Estimating Teacher Impacts on Student Achievement: An Experimental Evaluation*, NBER Working paper series.
Extraído desde <http://www.nber.org>
- KIM, S. & Irving, K. (2009). History of Science as an Instructional Context: Student Learning in Genetics and Nature of Science. *Science & Education* 19 (2), 187-215.
- KIND, V. (2004). Ideas de los estudiantes sobre procesos químicos en sistemas abiertos. (pp. 75 – 87). *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química*. México: Aula XXI Santillana.
- KLOPFER, L. E. (1969). *The teaching of Science and the history of Science*. *Journal of Reserch in Science Teaching*, 6, pp. 87-95.
- KNIGHT, D. (1986). Accomplishment or Dogma: Chemistry in the Introductory works of Jane Marcet and Samuel Parkes. *Ambix*, Vol 33, Part 2/3. 94-98.
- KOKKOTAS, P., Piliouras, P., Malamitsa, K. & Stamoulis, E. (2009). Teaching Physics to In-Service Primary School Teachers in the Context of the History of Science: The Case of Falling Bodies. *Science & Education* 18 (2), 609 – 629.
- KRAGH, H. (2007). *Introducción a la historia de la ciencia*. Barcelona: Crítica, 1989.
- KUHN, T. (1971) *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de la cultura económica.
- LABARRERE, A. (2006). “De la competencia al sujeto competente y más allá. Una Historia en tres partes” VII Seminario Internacional de Didáctica de las Ciencias Naturales. Competencias de pensamiento científico, Formación Docente y Aprendizaje para una Cultura Ciudadana. Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- LABARRERE, A. y Quintanilla, M. (2002). La solución de problemas científicos en el aula. Reflexiones desde los planos de análisis y desarrollo. *Pensamiento Educativo*. Vol 30, 121-137
- LAKATOS, I. (1983). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza.

- LATORRE, A. *et al.* (1996). *Bases Metodológicas de la Investigación Educativa*. 1ª edición. Barcelona: Editor Jordi Hurtado M.
- LAUDAN, L. (1986). *El progreso y sus problemas*. España, Madrid: Encuentro.
- LEONTIEV, A. (1981). *Actividad Conciencia Personalidad*. Cuba, La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- LINARES, R. (2009). Las maravillas ocultas en la tabla periódica. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 2725-2733.
- LINCOLN, Y. y Denzin, N. (2005). The Eighth and Ninth moments-qualitative research in/and the fractured future. En: Denzin y Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research*. (Third Edition., pp. 115-1126). EEUU: Sage Publications.
- LINDEE, S. (1991). The American Career of Jane Marcet's *Conversations on Chemistry*, 1806-1853. *Isis*, 82 (1), 9-23.
- LLORÉNS, J. A. (1991). La Ciencia de nuestros alumnos y alumnas. (pp. 77 – 139). *Comenzando a aprender química. Ideas para el diseño curricular*. Madrid: Visor.
- LOMBARDI, O. and Labarca, M. (2007). The Philosophy of Chemistry as a New Resource for Chemistry Education, *Journal of Chemical Education* 84: 187-192.
- LÓPEZ, R. (2008). *La confiabilidad de los textos. Reconstrucción del modelo científico para los fenómenos de la electroquímica*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas
- MARCET, J. (1853). *Conversations on chemistry in wich the elements of that science are familiarly explained and illustrated by experiments. Vol. 1 On simple bodies*. London: Longman, Brown, Green & Longmans.
- MÁRQUEZ, C. (2006) Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. *Revista Educación y Pedagogía* Vol. XVIII, nº 45, 61-72
- MARZABAL, A. y Jara, R. (2007). De la vela al motor de combustión: una propuesta experimental para estudiar el cambio químico. En: Quintanilla, M. y Angulo, F. (Ed.), *Unidades Didácticas en Química y Biología. Su contribución a la promoción de competencias de pensamiento Científico*. (pp.159 - 180).Santiago de Chile, Chile: Conocimiento S.A.
- MATTHEWS, M. (2009). Science and Worldviews in the Classroom: Joseph Priestley and Photosynthesis. *Science & Education* 18 (2), 929 – 660.
- MATTHEWS, M. (1994) *Science Teaching. The Role of History and Philosophy Science*. New York : Routledge.
- MATTHEWS, M. (1989). A role for History and Philosophy in science teaching. *Interchange*, Vol. 20 N° 2, 3-15.

- MELLADO, V. (2001) ¿Por qué a los profesores de ciencias nos cuesta tanto cambiar nuestras concepciones y modelos? *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado* 40, 17-30.
- MERTON, R. y Kendall, P. (1946). The focused interview. *American Journal of Sociology* Vol. 51, 541-547
- MILES, M. y Huberman, A. M. (1994). *An expanded sourcebook Qualitative Data Analysis*. USA: SAGE.
- MINEDUC, (2009). Ajuste curricular en el sector de Ciencias Naturales. Santiago: Unidad de Currículo y Evaluación.
- MISHLER, E. G. (1990). Validation in inquiry -guided research. The role of exemplars in narrative studies. *Harvard Education Review* 60 (4), 415 - 443.
- MONK, M. & Osborne, J. (1997). Placing the History and Philosophy of Science on the Curriculum: A Model for the Development of Pedagogy. *Science & Education* 81, 405-424.
- MORTIMER, E. F. (1995). Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education*, 4, 267-285.
- MUÑOZ-Páez, A. (1996). Algunas contribuciones de la mujer a las ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*. 14 (2), 233-239.
- NATIONAL CURRICULUM FOR ENGLAND, (1999) *The Education National Curriculum*. Recuperado el 3 de marzo de 2009, del sitio de National Curriculum: <http://curriculum.qcda.gov.uk/>
- NATIONAL SCIENCE TEACHERS ASSOCIATION (2003). *Standard of Science Teacher Preparation*. Recuperado el 3 de marzo de 2009, del sitio de National Science Teachers Association: <http://www.nsta.org/pdfs/NSTASTandards2003.pdf>
- NÍAZ, M. (2009). Progressive transitions in chemistry teachers' understanding of nature of science based on historical controversias. *Science & Education* 11 (1), 43-65.
- NÍAZ, M. (2006). Facilitating Chemistry teachers' Understanding of alternative interpretations of conceptual change. *Interchange* 37 (1-2), 129 - 150.
- NÍAZ, M. & Chancón, E. (2003). A conceptual change teaching strategy to facilitate high school students' understanding of electrochemistry. *Journal of Science Education and Technology*, 12 (2) 129 - 134.
- NUSSBAUM, J. (1989). Classroom conceptual change: philosophical perspectives. *International Journal of Science Education*. 11. Special issue, 530-540

- OCDE (2006). PISA 2006. *Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemática y Lectura*. París, Francia.
- OCDE (2003). *Problem solving for tomorrow's world. First measure of cross curricular competences from PISA 2003*. Francia, París: OCDE.
- OEI (2008). *Metas Educativas 2021. La educación que queremos para la generación de los Bicentenarios*. Organización de Estados Iberoamericanos.
- ÖZKAYA, A. (2002). Conceptual Difficulties Experienced by Prospective Teachers in Electrochemistry: Half-Cell Potential, Cell Potential, and Chemical and Electrochemical Equilibrium in Galvanic Cells. *Journal of Chemical Education*, 79 (6). 735-738.
- PERRENOUD, P. (2008). *Construir competencias desde la Escuela*. Chile: Ediciones Noreste.
- POPPER, K. (1962). *La lógica de investigación científica*. España, Madrid: Tecnos.
- PROYECTO TUNING (2003). Tuning Educational Structures in Europa. En: González y Wagenaar. España, Bilbao: Univesidad de Deusto.
- QUINTANILLA, M. *et al*, (2010). Resolución de problemas científicos escolares y promoción de competencias de pensamiento científico. ¿Qué piensan los docentes de química en ejercicio? *Enseñanza de las ciencias*, 28 (9), 185-198.
- QUINTANILLA, M. *et al*, (2009). 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. Proyecto FONDECYT 1095149.
- QUINTANILLA, M. (2007) Identificación, caracterización y promoción de competencias de pensamiento científico en estudiantes de secundaria, mediante el enfrentamiento a la resolución de problemas. Un aporte a la Reforma. Proyecto FONDECYT 1070795.
- QUINTANILLA, M. (2006). Identificación, caracterización y evaluación de competencias de pensamiento científico desde una imagen naturalizada de la ciencia. En: Quintanilla y Adúriz-Bravo, (Ed), *Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y desafíos*. (pp.18-42) Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- QUINTANILLA, M., Izquierdo, M y Adúriz - Bravo, A. (2005). Characteristics and methodological discussion about a theoretical model that introduces the history of science at an early stage of the experimental science teachers' professional formation *Science & Education IHPST* 8, 15 -18 July, University of Leeds.
- RAVANAL, E. y Quintanilla, M. (2010). Caracterización de las Concepciones epistemológicas del profesorado de Biología en ejercicio sobre naturaleza de la Ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 9, (1), 111-124.

- RAVIOLO, A. (2007). Implicaciones didácticas de un estudio histórico sobre el concepto equilibrio químico. *Enseñanza de las Ciencias* 25 (3), 415-422.
- RODRÍGUEZ, G. *et al*, (1999). *Metodología de la Investigación Cualitativa*. Málaga: Ediciones Aljibe.
- RODRÍGUEZ, D. P. y López, A. D. (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.
- ROSENBERG A (2000) *Philosophy of science: a contemporary introduction*. Routledge, London.
- ROSENFELD, L. (2001). The Chemical Work of Alexander and Jane Marcet. *Clinic Chemistry*, 47 (4), 784-792.
- ROSSOTTI, H. (2007). The Women that inspired Faraday. *Chemistry World*. 58-61.
- RUDGE, D. & Howe, E. (2009). An explicit and reflective approach to the use of history to promote understanding of the nature of science. *Science & Education*, 18, 561-580.
- RUDOLPH, J. (2008). Historical writing on science education: a view of the landscape. *Studies in Science Education*. 44 (1), 63-82.
- SÁNCHEZ, G. y Valcárcel, M. 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.
- SANDÍN, M. (2003). *Investigación cualitativa en Educación*. España, Madrid: Mc Graw Hill.
- SANMARTÍ, N. (2000), El diseño de unidades Didácticas. En: Canal, P.; Perales, J. (edres.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Ed. Marfil. 239- 266.
- SANMARTÍ, N. e Izquierdo, M. (1998). Enseñar a leer y escribir textos en ciencias. En: Jorba, J., Gómez, L. y Prat, A. (Ed). *Hablar y escribir para aprender*. (pp. 181-199). España, Bellaterra: ICE de la UAB.
- SEPÚLVEDA *et al* (2010) *Cinética de las reacciones químicas. Una unidad didáctica para la educación media*. En: Quintanilla, M.; Daza, S. y Merino, C. (Comp.), *Su contribución a las competencias de pensamiento científico. Volumen III*. Santiago de Chile, Chile.
- SEROGLOU F, Koumaras P (2001) The contribution of the history of physics in physics education: a review. *Science & Education* ,10(1&2):153-172.
- SOLBES, J. y Traver, M. (2001). Resultados obtenidos introduciendo historia de las ciencias en las clases de física y química: mejora de la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (1), 151-162.

- SOLSONA, N. (2007). Las Mujeres en la Historia de la Ciencia. En: Quintanilla y Adúriz-Bravo, (Ed), *Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y desafíos*. (pp.37-63) Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- SOLSONA, N. (2009). El uso didáctico de textos históricos en clase de Química. En: Quintanilla, M. y Angulo, F. (Ed.), *Unidades Didácticas en Química y Biología. Su contribución a la promoción de competencias de pensamiento Científico*. (pp.181 - 206).Santiago de Chile, Chile: Conocimiento S.A.
- STAKE, R. (1999). *Investigación con estudio de casos*. España, Madrid: Ediciones Morata
- STRAUSS, A & Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- TAYLOR, S. & Bogdan, R. (1986). *Introducción a los métodos cualitativos de Investigación*. Buenos Aires: Paidós.
- THAGARD, P. (1992), *Conceptual revolutions*. Princenton: Princenton University Press.
- TOBÓN, S. (2005). *Formación Basada en Competencias: Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica*. Bogotá: ECOE.
- TOBÓN, S. et al (2006). *Competencias, calidad y educación superior*. Bogotá: Editorial Magisterio.
- TOULMIN, S. (1977). *La comprensión humana. Vol.1 El uso colectivo y la evolución de conceptos*. Madrid: Alianza Editorial.
- TREVIÑO, E., Donoso, F. y Bonhomme, M. (2009). ¿Cómo las escuelas chilenas pueden mejorar el aprendizaje en Ciencias? En Cariola et al (Coords). *¿Qué nos dice PISA sobre la educación de los jóvenes en Chile? Nuevos análisis y perspectivas sobre los resultados en PISA 2006* (pp.71-104) MINEDUC: Unidad de Curriculun y Evaluación.
- UNESCO (2008). *Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo: Los aprendizajes de los estudiantes de América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile: UNESCO Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC).
- UNESCO (2009). *Aportes para la enseñanza de las ciencias del SERCE*. Santiago, Chile.
- VIDAL, R. (2006). Aplicación del modelo de Toulmin para la enseñanza del objeto matemático raíz cuadrada. Química En: Quintanilla, M. (Ed.), *Historia de la Ciencia. Aportes para su divulgación y enseñanza. Volumen II*. (pp.125-137).Santiago de Chile, Chile: Arrayán.
- URIBE, M., Quintanilla, M., Izquierdo, M. y Solsona, N. (2010) Aplicación del Modelo de Stephen Toulmin a la evolución conceptual del sistema circulatorio: Perspectivas Didácticas. *Ciência & Educação*, v. 16, n. 1, p.291-316.

- VARGUILLAS, C. (2006). El uso de Atlas Ti y la creatividad del investigador en el análisis cualitativo de contenido UPEL del Instituto Pedagógico rural el Mácaro. *Laurus Revista de Educación*, 12, 73-87.
- VERA, R., Hevia, R., Sota, M.H. y Assáel, J. (1990). *Talleres de Educación Democrática TED*. Santiago: Programa Interdisciplinario de investigaciones.
- WAINER, H. (1992). Understanding graphs and tables. *Educational researcher*, 21 (1), 14-23.
- WANG, H. & Marsh, D. (2002). Science Instruction with a Humanistic Twist: Teachers' Perception and Practice in Using the History of Science in Their Classrooms. *Science & Education*, 11, 169-189.
- WANG & Petersen (2002). A Comparison of Elementary, Secondary and Student Teachers' Perceptions and Practices Related to History of Science Instruction. *Science & Education*, 11, 69-81.
- WELSH, S. (2002). Advice to a New Science Teacher: The Importance of Establishing a Theme in Teaching Scientific Explanations. *Journal of Science Education and Technology*, 11(1), 93-96.
- WENGLINSKY, H. (2003). Using Large-Scale Research to Gauge the Impact of Instructional Practices on Student Reading Comprehension: An Exploratory Study, *Education Policy Analysis Archives*, 11(19). Arizona: Arizona State University.
- WRIGHT, S., Horn, S. y Sanders, w. (1997). Teacher and classroom context effects on student achievement: Implications for teacher evaluation. *Journal of Personnel Evaluation in Education*, 11, 57-67.
- YAMALIDOU, M. (2001). Molecular representations: building tentative links between the history of science and the study of cognition. *Science & Education* 10, 423-451.
- YIN, R. (1994). *Case study research. Design and methods*. Applied social research methods series Volume 5. London: SAGE Publications