

**UNIVERSIDAD DE BURGOS  
PROGRAMA INTERNACIONAL DE DOCTORADO  
*ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS***

*Departamento de Didácticas Específicas*



**FORMACIÓN DE MAESTROS EN CIENCIAS  
NATURALES: MOVILIZACIÓN DE ELEMENTOS DE SUS  
*ESQUEMAS***

**TESIS DOCTORAL**

**Gloria María Cardona Castaño**

**Burgos, noviembre de 2014**



**UNIVERSIDAD DE BURGOS**

**PROGRAMA INTERNACIONAL DE DOCTORADO  
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

*Departamento de Didácticas Específicas*



**UNIVERSIDAD DE BURGOS**



**UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL**

**TESIS DOCTORAL**

**FORMACIÓN DE MAESTROS EN CIENCIAS  
NATURALES: MOVILIZACIÓN DE ELEMENTOS DE SUS  
ESQUEMAS**

Tesis doctoral realizada por **D<sup>a</sup> Gloria María Cardona Castaño**, para optar al Grado de Doctor por la Universidad de Burgos, bajo la dirección del **Dr. D. Jesús Ángel Meneses Villagrà** y la codirección de la **Dra. D<sup>a</sup> Maite Andrés**

**Burgos, noviembre de 2014**



*Dedico a Humberto este trabajo, que contiene en sí mismo arduas y extensas horas, que sin reparo me fueron obsequiadas con el único interés de contribuir a darle feliz término a este compromiso.*

*A Mateo, motor que me impulsa a proyectarme en esta tarea.*

*A mi madre, hermana y hermanos que creyeron en este esfuerzo y me han apoyado de múltiples formas*



## **Agradecimientos**

*A la Universidad de Burgos en convenio con Federale do Rio Grande do Sul y en especial al Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias, PIDEC, que ha abierto un mundo promisorio para nuevos investigadores y ha cimentado alternativas de aprendizaje para nuevas generaciones.*

*A los coordinadores del PIDEC, Dra. María Concesa Caballero, Dr. Jesús Meneses Villagrá y Dr. Marco Antonio Moreira, por aceptar los retos que implica liderar este programa e impulsar nuevas formas de enseñanza de las ciencias y promover mi espíritu para alcanzar esas metas.*

*A la Dra. María Maite Andrés y al Dr. Jesús Meneses Villagrá que me acompañaron en la concreción de mis ideas con sus opiniones oportunas, acertadas, orientadoras y esclarecedoras; por su paciencia y revisión exhaustiva de esta construcción.*

*A la Universidad de Antioquia, a la Facultad de Educación y al Programa de Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencia Naturales y Educación Ambiental; a sus coordinadores y estudiantes, campo favorecedor de innovadoras ideas y que posibilitó el desarrollo de este proyecto investigativo.*

*A los maestros en formación participantes por su entusiasmo, compromiso, colaboración y participación en las actividades que se propusieron en la dinámica de este trabajo.*

*A la Secretaría de Educación del Municipio de Envigado y a la Institución Educativa Normal Superior de Envigado por brindarme su apoyo para adelantar la investigación.*

*A mis amigos y amigas Berta Lucila, Tiberio, Bilian, Débora y Dora que de diversas formas acompañaron y animaron la culminación de este trabajo.*

*Al Dr. Marco Antonio Moreira por sus enseñanzas, por su legado de conocimientos,  
por ofrecer una luz optimista que me motivó a seguir adelante y no desistir.*

.

...

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1. JUSTIFICACIÓN Y PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>9</b>
1.1. EL DOBLE ROL DE LA TEORÍA DE CAMPOS CONCEPTUALES EN ESTE ESTUDIO .....	9
1.2. ANTECEDENTES EN LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN RELATIVA AL PENSAMIENTO Y ACTUACIÓN DEL PROFESOR.....	25
1.2.1. Estudios sobre concepciones sobre la enseñanza de las ciencias.....	41
1.3. LOS PROFESORES SE FORMAN EN LA INVESTIGACIÓN DE LOS PROBLEMAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS.....	49
1.4. EL PROFESOR INVESTIGADOR EN COLOMBIA .....	54
1.5. EL PROBLEMA A INVESTIGAR.....	59
1.6. OBJETIVOS .....	65
1.6.1. Objetivo General .....	65
1.6.2. Objetivos específicos .....	65

<b>2. LA TEORÍA DE CAMPOS CONCEPTUALES Y LA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS CIENTÍFICOS.....</b>	<b>67</b>
2.1. LA TEORÍA DE LOS CAMPOS CONCEPTUALES DE GÉRARD VERGNAUD.....	67
2.1.1. Esquema.....	73
2.1.2. Invariantes operatorios.....	74
2.1.3. Situación.....	75
2.1.4. Campo conceptual.....	76
2.1.5. Conceptualización.....	77
2.1.6. El Concepto.....	77
2.2. TEORÍA DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO.....	78
2.3. LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE CONCEPTOS CIENTÍFICOS COMO APROPIACIÓN CRÍTICA DE LOS CAMPOS CONCEPTUALES .....	83
<b>3. UNA PROPUESTA PARA LA FORMACIÓN INICIAL DE MAESTROS DE CIENCIAS NATURALES ORIENTADA DESDE LA TEORÍA DE LOS CAMPOS CONCEPTUALES.....</b>	<b>89</b>
3.1. CAMPO CONCEPTUAL TRABAJADO EN ESTA INVESTIGACIÓN.....	94

3.2. LA TEORÍA DE LOS CAMPOS CONCEPTUALES Y EL PROCESO DE DESARROLLO CONCEPTUAL EN EL CASO DE CONOCIMIENTOS SOBRE LA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS CIENTÍFICOS .....	96
3.3. DESCRIPCIÓN DEL CAMPO CONCEPTUAL CONSTRUIDO PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE CONCEPTOS CIENTÍFICOS DESDE LA TCCV.....	97
3.3.1. Competencia: Construir propuestas para enseñar conceptos científicos, fundamentadas en la TCCV .....	98
3.3.2. Competencia: Construir propuestas de investigación que privilegien el estudio de aprendizajes de conceptos científicos desde el referente de la TCCV104	
3.3.3. Competencia: Realizar el trabajo de mediación hacia la progresión de aprendizajes en los estudiantes.....	106
3.3.4. Competencia: Reflexionar sobre el nivel de comprensión de sus aprendizajes con respecto a enseñar conceptos científicos .....	108
3.4. PROPUESTA DE FORMACIÓN.....	112
<b>4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>131</b>
4.1. CONTEXTO DE FORMACIÓN UNIVERSITARIA.....	131
4.2. CONTEXTO DE PRÁCTICA EN ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS..	132
4.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	136
4.3.1. El estudio de caso interpretativo .....	137

4.3.2. Descripción de las fases .....	138
4.3.3. Análisis de contenido .....	142
4.3.4 Proceso de triangulación. ....	146
<b>5. ESQUEMAS INICIALES EN RELACIÓN CON LA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS CIENTÍFICOS.....</b>	<b>149</b>
5.1. CASO ANTONIO .....	150
5.1.1. Contexto de formación universitaria.....	150
5.1.2. Contexto práctica en un establecimiento educativo .....	161
5.2. CASO WALTER.....	176
5.2.1. Contexto de formación universitaria.....	176
5.2.2. Contexto de práctica en un establecimiento educativo .....	184
5.3. CASO FEDERICO.....	198
5.3.1. Contexto de formación universitaria.....	198
5.3.2. Contexto de práctica en un establecimiento educativo .....	204
5.4. CASO EDNA .....	215
5.4.1. Contexto de formación universitaria.....	215
5.4.2. Contexto práctica en un establecimiento educativo .....	222

5.5. SÍNTESIS GENERAL POR CATEGORÍAS .....	234
5.5.1. Contexto de formación universitaria .....	234
5.5.2. Contexto de práctica en un establecimiento educativo .....	240
5.6. CONTRASTACIÓN DE LOS ESQUEMAS INFERIDOS EN LA PRIMERA FASE.....	241
<b>6. FORMAS DE ENSEÑAR Y NUEVAS PERSPECTIVAS .....</b>	<b>251</b>
6.1. CASO ANTONIO .....	252
6.1.1. Contexto de formación universitaria .....	252
6.1.2. Contexto de práctica en un establecimiento educativo .....	270
6.2. CASO WALTER.....	295
6.2.1. Contexto de Formación Universitaria .....	295
6.2.2. Contexto de práctica en establecimientos educativos .....	303
6.3. CASO FEDERICO.....	330
6.3.1. Contexto de formación universitaria .....	330
6.3.2. Contexto de práctica en establecimientos educativos .....	338
6.4. CASO EDNA .....	358
6.4.1. Contexto de formación universitaria .....	358

6.4.2. Contexto de práctica en establecimientos educativos .....	365
<b>6.5. RESUMEN DE MODIFICACIONES EN ESQUEMAS DE ACCIÓN DE LOS MAESTROS PARTICIPANTES DURANTE EL PROCESO DE FORMACIÓN .</b>	<b>381</b>
6.5.1. Contexto de formación universitaria.....	381
6.5.2. Contexto de prácticas en establecimientos educativos.....	389
<b>7. CONSIDERACIONES FINALES .....</b>	<b>405</b>
7.1. ELEMENTOS DE ESQUEMAS INICIALES .....	406
7.1.1 Anticipaciones.....	406
7.1.2. Invariantes operatorios .....	407
7.1.3. Reglas de acción.....	409
7.1.4. Inferencias .....	411
7.2. MOVILIZACIÓN DE ELEMENTOS DE ESQUEMAS .....	412
7.3. ELEMENTOS DE ESQUEMAS QUE REVELAN APROXIMACIONES A LA TEORÍA DE REFERENCIA .....	414
7.3.1. Anticipaciones.....	415
7.3.2. Invariantes Operatorios .....	416
7.3.3. Reglas de Acción.....	417
7.3.4. Inferencias .....	419

7.4. LA TEORÍA DE LOS CAMPOS CONCEPTUALES EN LA FORMACIÓN DE MAESTROS .....	422
7.5. CONSIDERACIONES RESPECTO DE LOS CURSOS EN LOS CUALES SE TRABAJÓ LA INVESTIGACIÓN .....	425
7.6. ALCANCE DE ESTE ESTUDIO .....	427
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>433</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>441</b>



## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Clasificación de profesores descrita por Fernández, J. et al (1996) .....	42
Tabla 2. Resumen de las concepciones de los profesores (Porlán et al. 1998) .....	45
Tabla 3 Síntesis de las directrices para el desarrollo de las asignaturas que integran la práctica pedagógica .....	115
Tabla 4. Planes desarrollados en las asignaturas Proyecto Pedagógico I, II, III: JUSTIFICACIÓN.....	117
Tabla 5. Planes desarrollados en las asignaturas Proyecto Pedagógico I, II, III: OBJETIVOS.....	118
Tabla 6. Planes desarrollados en las asignaturas Proyecto Pedagógico I, II, III: CONTENIDOS.....	119
Tabla 7. Planes desarrollados en las asignaturas Proyecto Pedagógico I, II, III: ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE .....	121
Tabla 8. Planes desarrollados en las asignaturas Proyecto Pedagógico I, II, III: FORMAS DE EVALUACIÓN .....	123
Tabla 9. Planes desarrollados en las asignaturas Investigación Monográfica I, II, III: JUSTIFICACIÓN.....	124
Tabla 10. Planes desarrollados en las asignaturas Investigación Monográfica I, II, III: OBJETIVOS.....	125

Tabla 11. Planes desarrollados en las asignaturas Investigación Monográfica I, II, III: CONTENIDOS.....	126
Tabla 12. Planes desarrollados en las asignaturas Investigación Monográfica I, II, III: ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE .....	128
Tabla 13. Planes desarrollados en las asignaturas Investigación Monográfica I, II, III: FORMAS DE EVALUACIÓN.....	130
Tabla 14. Información sobre los establecimientos educativos contextos de las prácticas .....	134
Tabla 15. Categorías “Contexto de formación universitaria” .....	144
Tabla 16. Sistema de categorías “contexto de práctica en establecimientos educativos” .....	145
Tabla 17. Información textual aportada por Antonio en sus respuestas al cuestionario, relacionada con la categoría: referentes teóricos de la enseñanza. Contexto de formación universitaria. ....	152
Tabla 18. Información textual aportada por Antonio en las respuestas al cuestionario, presentada por la categoría: planteamiento de la organización de la enseñanza. Contexto de formación universitaria. ....	158
Tabla 19. Síntesis de los datos más representativos, aportados por el maestro en formación, clasificados en términos de la Teoría de los Campos Conceptuales. Contexto de formación universitaria .....	160
Tabla 20. Información extraída del ‘plan de enseñanza’, según la categoría acción en el aula y subcategoría metodología de enseñanza. Contexto de práctica en un establecimiento educativo. Caso Antonio .....	163

Tabla 21. Información extraída del ‘diario’, según la categoría acción en el aula y la subcategoría metodología de enseñanza. Contexto de práctica en un establecimiento educativo. Caso Antonio .....	164
Tabla 22. Información extraída de la ‘transcripción de una clase’, según la categoría acción en el aula y subcategoría metodología de enseñanza. Contexto establecimientos educativos de prácticas. Caso Antonio .....	165
Tabla 23. Información extraída de la ‘entrevista’, según la categoría acción en el aula y subcategoría metodología de enseñanza. Contexto de práctica en un establecimiento educativo. Caso Antonio .....	166
Tabla 24. Información aportada por las fuentes de datos respecto de la categoría acción en el aula y subcategoría: evaluación de los aprendizajes. Contexto de práctica en un establecimiento educativo. Caso Antonio .....	170
Tabla 25. Información aportada por las fuentes respecto de la categoría: autoevaluación de la enseñanza. Contexto de práctica en un establecimiento educativo. Caso Antonio .....	173
Tabla 26. Elementos del ESQUEMA activado por Antonio para enseñar conceptos científicos. Contexto de práctica en un establecimiento educativo, primera fase antes de la intervención .....	174
Tabla 27. Información textual aportada por Walter en las respuestas al cuestionario, presentada según la categoría: referentes teóricos de la enseñanza. Contexto de formación universitaria.....	177
Tabla 28. Información textual aportada por Walter en las respuestas al cuestionario, presentada según la categoría: planteamiento de la organización de la enseñanza. Contexto de formación universitaria .....	180

Tabla 29. Síntesis de los datos más representativos, aportados por el maestro en formación Walter, clasificados en términos de la Teoría de los Campos Conceptuales. Contexto de formación universitaria. ....	183
Tabla 30. Información extraída del ‘plan de enseñanza y diario’, según la categoría acción en el aula y subcategoría metodología de enseñanza. Contexto de práctica en un establecimiento educativo. Caso Walter.....	185
Tabla 31. Información extraída de la ‘transcripción de una clase y entrevista’, según la categoría acción en el aula y subcategoría metodología de enseñanza. Contexto de práctica en un establecimiento educativo. Caso Walter .....	187
Tabla 32. Información aportada por las fuentes respecto de la categoría: acción en el aula y subcategoría: evaluación de los aprendizajes. Contexto de práctica en un establecimiento educativo.....	192
Tabla 33. Información aportada por las fuentes respecto de la categoría: autoevaluación de la enseñanza. Contexto de práctica en un establecimiento educativo. Caso Walter	194
Tabla 34. Elementos del ESQUEMA activado por Walter para enseñar conceptos científicos. Contexto de práctica en un establecimiento educativo, primera fase antes de la intervención .....	196
Tabla 35. Información textual aportada por Federico en las respuestas al cuestionario, presentada según la categoría: referentes teóricos de la enseñanza. Contexto de formación universitaria.....	198
Tabla 36. Información textual aportada por Federico en las respuestas al cuestionario, presentada por la categoría: planteamiento de la organización de la enseñanza. Contexto de formación universitaria .....	201

Tabla 37. Síntesis de los datos más representativos, aportados por el maestro en formación Federico, clasificados en términos de la Teoría de los Campos Conceptuales. Contexto de formación universitaria. ....	203
Tabla 38. Información extraída del ‘plan de enseñanza y el diario’ según la categoría: acción en el aula y subcategoría: metodología de enseñanza. Contexto de práctica en un establecimiento educativo. Caso Federico.....	205
Tabla 39. Información extraída de la ‘transcripción de clase y la entrevista’, según la categoría: acción en el aula y subcategoría: metodología de enseñanza. Contexto de práctica en un establecimiento educativo. Caso Federico. ....	206
Tabla 40. Información aportada por las fuentes de obtención de datos utilizadas respecto de la categoría: acción en el aula y subcategoría: evaluación de los aprendizajes. Contexto de práctica en un establecimiento educativo. Caso Federico.....	212
Tabla 41. Información aportada por las fuentes respecto de la categoría: autoevaluación de la enseñanza. Contexto de práctica en un establecimiento educativo.....	213
Tabla 42. Elementos del ESQUEMA activado por Federico para enseñar conceptos científicos. Contexto de práctica en un establecimiento educativo, primera fase antes de la intervención .....	214
Tabla 43. Información textual aportada por Edna en las respuestas al cuestionario, presentada según la categoría: referentes teóricos de la enseñanza. Contexto de formación universitaria.....	216
Tabla 44. Información textual aportada por Edna en las respuestas al cuestionario, presentada por la categoría: planteamiento de la organización de la enseñanza. ....	219

Tabla 45. Síntesis de los datos más representativos, aportados por la maestra en formación Edna, clasificados en términos de la Teoría de los Campos Conceptuales. Contexto de formación universitaria. ....	221
Tabla 46. Información extraída del ‘plan de enseñanza’, según la categoría: acción en el aula y subcategoría: metodología de enseñanza. Primera Fase antes de la intervención. Contexto de práctica en un establecimiento educativo.....	223
Tabla 47. Información extraída del ‘diario, según la categoría: acción en el aula y subcategoría: metodología de enseñanza. Primera Fase antes de la intervención.....	224
Tabla 48. Información extraída de la ‘transcripción de clase’, según la categoría: acción en el aula y subcategoría: metodología de enseñanza. Primera Fase antes de la intervención .....	225
Tabla 49. Información extraída de la ‘entrevista’, según la categoría: acción en el aula y subcategoría: metodología de enseñanza. Primera Fase antes de la intervención. Contexto de práctica en un establecimiento educativo.....	226
Tabla 50 Información aportada por las fuentes respecto de la categoría: acción en el aula y subcategoría: evaluación de los aprendizajes. Contexto de práctica en un establecimiento educativo.....	229
Tabla 51. Información aportada por las fuentes respecto de la categoría: autoevaluación de la enseñanza. Contexto de práctica en establecimientos educativos. Caso Edna ....	231
Tabla 52. Elementos del ESQUEMA activado por Edna para enseñar conceptos científicos. Contexto de práctica en un establecimiento educativo, primera fase antes de la intervención .....	232
Tabla 53. Síntesis general de las categorías: Ambos contextos. ....	235

Tabla 54. Elementos de ESQUEMAS INICIALES que activan los cuatro maestros en formación, en los contextos considerados en este estudio.....	242
Tabla 55. Esquema activado por Antonio en el ambiente de formación universitaria. Segunda fase. ....	269
Tabla 56. Ejemplo de matriz sobre el átomo, reportada por Antonio en el análisis de I.O. iniciales.....	274
Tabla 57. Elementos de esquema usado por Antonio para enseñar conceptos científicos en el contexto del establecimiento educativo. Segunda fase .....	293
Tabla 58. Elementos de esquema activado por Walter. Contexto de formación universitaria. Segunda fase. ....	302
Tabla 59. Muestra del reporte de invariantes operatorios que hace Walter .....	322
Tabla 60. Esquema activado por Walter para enseñar conceptos científicos. Contexto de práctica. Segunda fase. ....	327
Tabla 61. Esquema activado por Federico en el Ambiente de formación universitaria. Segunda fase .....	337
Tabla 62. Respuestas a las situaciones iniciales de los estudiantes de Federico y Edna: .....	340
Tabla 63. Respuestas de los estudiantes de Federico y Edna a las situaciones finales..	341
Tabla 64. Representaciones iniciales y finales de los estudiantes de Federico y Edna	343
Tabla 65. Ejemplo de invariantes operatorios identificados por Federico .....	352

Tabla 66. Elementos de esquema activado por Federico en el contexto de la práctica segunda fase.....	357
Tabla 67. Elementos de esquema activado por Edna, Contexto de formación universitaria. Segunda fase .....	364
Tabla 68. Invariantes operatorios iniciales de los estudiantes E1 y E2 del grupo de Edna .....	367
Tabla 69. Invariantes operatorios finales de E1 y E2 del grupo de Edna.....	369
Tabla 70. Elementos de esquema activado por Edna para enseñar conceptos científicos. Contexto establecimiento educativo de práctica. Segunda fase .....	380
Tabla 71. Síntesis general de las categorías: Contexto de formación universitaria y contexto de práctica en establecimientos educativos, segunda fase .....	383
Tabla 72. Elementos de ESQUEMAS FINALES que activan los cuatro maestros en formación, en los contextos considerados en este estudio.....	398

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Esquema V de Gowin sobre la Teoría de los Campos Conceptuales .....	95
Figura 2. Un mapa de conceptos y relaciones vinculados con la situación 1 desde la ECC .....	99
Figura 3. Un mapa de conceptos y relaciones asociados a la situación 2, desde la ECC .....	102
Figura 4. Un mapa de concepto y relaciones asociados a la situación 3 .....	104
Figura 5. Un mapa de conceptos y relaciones asociados a las situación 4 .....	105
Figura 6. Un mapa de conceptos y relaciones asociados a la situación 5 .....	107
Figura 7. Un mapa de los conceptos y relaciones asociados a las situación 6 .....	109
Figura 8. Conceptos y relaciones asociados al campo conceptual de la enseñanza y el aprendizaje.....	111
Figura 9. Ubicación de los municipios de Medellín, Bello, Sabaneta, Santa Bárbara y la Unión donde se localizan las instituciones educativas de prácticas .....	133
Figura 10. Mapa conceptual sobre la enseñanza de conceptos científicos elaborado por Antonio (A-23-04-10). Primera fase antes de la intervención.....	153
Figura 11. Mapa Conceptual sobre la enseñanza de conceptos científicos elaborado por Walter (W23-04-10). Primera fase antes de la intervención .....	178
Figura 12. Fragmento del cuaderno auxiliar de preparación de clases de Walter .....	189
Figura 13. Mapa conceptual F23-04-10 elaborado por Federico. Primera fase antes de la intervención. ....	199

Figura 14. Diagrama sobre la enseñanza de conceptos científicos elaborado por Edna (E23-04-10). Primera fase antes de la intervención. ....	217
Figura 15. Situaciones propuestas en el contexto de formación universitaria.....	251
Figura 16. Mapa conceptual sobre el átomo elaborado por Antonio y Walter (subgrupo) Segunda fase .....	254
Figura 17. Mapa conceptual sobre los materiales elaborado por Antonio (Individual). Segunda fase .....	256
Figura 18. Situaciones propuestas en el contexto de práctica en establecimientos educativos .....	270
Figura 19. Mapa conceptual sobre la materia elaborado por Walter (individual).....	296
Figura 20. Imagen que expresa dualidad .....	307
Figura 21. Mapa conceptual sobre los materiales, elaborado por Federico y Edna (subgrupo). Segunda fase .....	331
Figura 22. Mapa conceptual elaborado por Federico sobre el tema ‘nutrición en un ecosistema’ .....	332
Figura 23. Mapa Conceptual sobre los ecosistemas presentado por Edna. Segunda fase. ....	359
Figura 24. Diagrama de interacción de esquemas (A: anticipación, I.O invariantes operatorios, R.A: reglas de acción e I: inferencias) del maestro y del estudiante .....	421

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Plan de formación de la licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental .....	441
Anexo 2. Cuestionario inicial. Fase uno.....	442
Anexo 3. Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo en Subgrupo de Antonio y Walter. Fase dos .....	443
Anexo 4. Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo Individual de Antonio. Fase dos .....	448
Anexo 5. Registros contexto de práctica. Caso Antonio. Fase dos .....	451
Anexo 6. Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo Individual de Walter. Fase dos .....	460
Anexo 7. Registros del contexto de práctica. Caso Walter. Fase dos.....	462
Anexo 8. Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo en Subgrupo de Federico y Edna. Fase dos .....	472
Anexo 9. Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo Individual de Federico. Fase dos. ....	479
Anexo 10. Registros del contexto práctica. Caso Federico. Fase dos .....	485

Anexo 11. Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo Individual de Edna. Fase dos .....	494
Anexo 12. Registros del contexto de práctica. Caso Edna. Fase Dos .....	498

## RESUMEN

Una de las tareas fundamentales de los maestros de ciencias es la enseñanza de conceptos científicos, para ello requiere de conceptos, relaciones, representaciones y procedimientos desde un marco de referencia, tanto del ámbito disciplinar como de la didáctica. Esta tesis trata de sustentar que la teoría de los Campos Conceptuales (TCCV) puede ser fructífera para organizar procesos de formación de futuros maestros y para explicar aprendizajes de un ámbito social, como los relacionados con la enseñanza de conceptos científicos.

En la revisión de la literatura se reporta que el concepto de esquema ya ha sido utilizado en décadas anteriores en investigaciones sobre maestros, desde otras teorías de referencia. Nosotros tomamos el concepto de esquema en acción desde la mirada analítica de componentes funcionalmente interrelacionados que hace Gérard Vergnaud (1990). Usamos este constructo teórico para interpretar el pensamiento y la acción de los maestros participantes en esta investigación cuando resuelven situaciones relacionadas con la planificación y la práctica de la enseñanza de conceptos científicos.

El propósito fundamental que guía esta tesis es inferir posibles elementos de esquemas: *anticipaciones, invariantes operatorios (conceptos-en-acción y teoremas-en-acción) e inferencias*, de un grupo de maestros de ciencias y el devenir de los mismos, durante un proceso de formación que asume postulados básicos de la teoría de referencia mencionada. En este informe se reporta la experiencia vivida y el seguimiento sobre la ‘conceptualización’ que acontece en los docentes analizados. Para el logro de los objetivos propuestos estructuramos un campo conceptual que denominamos “*enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos con base en la Teoría Campos Conceptuales de Vergnaud*”, a partir del cual orientamos el plan de formación, de mediación didáctica con dicho grupo y de investigación.

La investigación se realiza con un grupo de maestros en formación de la Licenciatura en Educación Básica, énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, de la Universidad de Antioquia. Dicho grupo está integrado por cuatro

maestros en formación que comparten dos asignaturas de la Práctica Pedagógica durante tres semestres, las cuales se desarrollan mediante seminarios en el campus universitario y la asistencia a centros escolares de práctica.

El seguimiento a la ‘conceptualización’ que desarrollan los maestros en formación se aborda con una metodología cualitativa, específicamente estudio de caso. Los análisis se hicieron con base en registros de las experiencias propias, desde la voz de los actores, mediante diarios de clases, entrevistas, transcripciones del discurso de clase, representaciones gráficas – como mapas conceptuales– y planificaciones en las que ellos tratan de visibilizar las estructuras de sus organizaciones didácticas.

Dado que los cursos mencionados tienen un carácter teórico-práctico se recoge información en dos contextos, en el ambiente formación universitaria y en los contextos de prácticas en establecimientos educativos. El proceso metodológico se divide en dos fases, en la primera se infieren elementos de posibles esquemas para enseñar conceptos científicos cuando aún no se han dado discusiones sobre la TCCV o actividades al respecto, y luego durante el proceso de intervención con base en el campo conceptual construido para mediar en los aprendizajes que esperábamos.

Respecto de los elementos de los esquemas, los análisis de la información nos permiten decir que se corroboran supuestos que la teoría de referencia plantea, entre ellos: ante clases de situaciones novedosas el esquema que el sujeto parece activar tiene elementos que ha configurado producto de su experiencia y otros nuevos a los cuales recurre para llegar a la meta que la situación/tarea le plantea. En los casos estudiados hallamos diferencias en las aproximaciones que ellos lograron respecto del campo conceptual de referencia, no obstante en todos los casos, podemos decir que se dieron movilizaciones de elementos para enseñar conceptos científicos.

Otro de los resultados es poder construir un marco de explicación a la luz del referente asumido, sobre lo que aconteció en el proceso de formación. Podemos decir que el hecho de proponer clases de situaciones a los maestros, entre ellas la de investigación acerca de las conceptualizaciones de sus estudiantes y la mediación

dirigida a la apropiación del campo conceptual de referencia, favoreció la interacción entre elementos de esquema del maestro y los elementos de esquemas de dichos estudiantes dándose al final movilizaciones en ambos.

Por otro lado, se continúa el debate sobre la noción de competencia fundamentada en el concepto de esquema de Vergnaud planteada para la profesión docente por Coulet (2012), en concordancia con implicaciones para la formación de maestros que se derivan de planteamientos presentados en esta tesis respecto del tema. El constructo esquema da cuenta de los procesos puestos en juego para la movilización de competencias en situación. Visión que trasciende definiciones normativas, prescriptivas y estandarizadoras que solo llevan a listados de capacidades y actividades sin atender a la componente de autorregulación y reflexión que tiene implícito el esquema.

**Palabras clave:** Formación inicial de maestros, enseñanza de conceptos científicos, teoría de los Campos Conceptuales, esquema, concepto-en-acción, teorema-en-acción.



## INTRODUCCIÓN

La preocupación por la formación del profesorado de Ciencias Naturales es antigua; sin embargo, es un tema de interés que está vigente por la importancia de la educación científica para un mundo cambiante. Las transformaciones hacia una sociedad gestora de conocimiento y la necesidad de sujetos formados en valores que permitan una mejor convivencia entre los seres humanos y adecuadas relaciones con el ambiente y sus recursos, direccionan la mirada hacia el rol de los educadores, su calidad personal y profesional y sus procesos de formación; lo que ha puesto de manifiesto graves insuficiencias en el mundo entero. Estas constataciones vienen suscitando múltiples estudios tendientes a la comprensión de la problemática, a reestructuraciones y a reacomodaciones de los procesos de formación de profesores y a la búsqueda de alternativas para posibilitar una educación más sensible a las condiciones particulares de las regiones, las culturas y los diversos contextos.

En la formación de profesores es ineludible valorar la importancia de la apropiación de conocimientos pertinentes en relación con su campo de acción frente a diferentes grupos poblacionales en contextos diversos, y también su rol como constructores de propuestas de aprendizaje, lo que ratifica la necesidad de su idoneidad personal, profesional y académica. La formación está relacionada con la potenciación del ser sujeto, con una dinámica de perfeccionamiento humano en la cual este se apropia de aquello en lo cual y través de lo cual se forma; de la comprensión que él logre en este proceso dependen sus conceptualizaciones y sus formas de ser y actuar. La formación se logra en la continua interacción con otros y con el entorno, donde es de trascendental importancia la interiorización del conocimiento que hace el sujeto y la reflexión sobre su propio ser. Es una forma de construcción de subjetividades e intersubjetividades por efecto de la complementariedad e interdependencia que posibilita un contexto determinado.

En relación con lo anterior, esta investigación se centra en el sujeto educador y su práctica, el cual se concibe no solo como gestor de cambios sino además como constructor de significados y representaciones y, en este sentido, el concepto de

subjetividad se vincula con su reflexión sobre el ejercicio docente. La formación de profesores es una tarea compleja que abarca múltiples elementos: está enraizada en contextos sociales y culturales que la determinan y, al mismo tiempo, estos contextos y otros factores de índole más global le demandan transformaciones.

El problema de investigación de esta tesis surge a partir de las expectativas y requerimientos construidos y visionados mediante investigaciones precedentes propias, de lo que suscita la orientación de un proceso de práctica pedagógica en un programa universitario de formación de maestros de ciencias naturales, en la búsqueda de propuestas consistentes que posibiliten a los maestros en formación hacer síntesis de las teorías en las cuales fueron formados para articular los conocimientos disciplinares, epistemológicos, psicopedagógicos, didácticos y de investigación en el proceso de enseñanza de conceptos científicos.

Nos fundamentamos en la teoría de Campos Conceptuales de Gérard Vergnaud (TCCV) (1990, 2006, 2007, 2008) referencial psicológico sobre los procesos de conceptualización en los sujetos que ha sido utilizado en investigaciones sobre aprendizajes científicos. En la presente tesis, dicha fundamentación se incorporó en el proceso de formación inicial de maestros que cursaban dos asignaturas universitarias simultáneas durante tres semestres: una dedicada a la práctica docente investigativa y la otra a la fundamentación de la experiencia investigativa y su sistematización mediante la escritura de un informe. Estos cursos tienen la particularidad de estar interrelacionados, favoreciendo vínculos entre la teoría y la práctica de la enseñanza de las ciencias naturales.

La pregunta fundamental que guió nuestro estudio pretende indagar ¿Qué implicaciones tiene una propuesta de formación que asume postulados básicos de la teoría de Campos Conceptuales de Gérard Vergnaud en esquemas de acción de un grupo de maestros de ciencias?, cuyo entramado se desglosó en las preguntas auxiliares: a) ¿Cuáles elementos forman parte de esquemas que activan los maestros en formación de ciencias ante situaciones de enseñanza de conceptos científicos cuando ingresan en las asignaturas de la práctica pedagógica?; b) ¿Cómo se modifican los esquemas de los

maestros participantes cuando enfrentan situaciones de enseñanza de conceptos científicos, durante un proceso de formación en una perspectiva de enseñanza que asume planteamientos de Vergnaud?; c) ¿Cuáles son los aspectos en los que los esquemas inferidos revelan una aproximación a los planteamientos para la enseñanza de los conceptos científicos, orientados en la teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud?; d) ¿Cómo permite la teoría de Campos Conceptuales una orientación de la formación de maestros de ciencias?

Afines con una visión epistemológica sociocultural, en esta tesis consideramos la formación de maestros en concordancia con los planteamientos de Toulmin (1977) sobre la formación de profesionales, intelectuales de una disciplina; es decir, entendemos que la formación del profesorado implica apropiación crítica de los campos de conocimiento que le son propios: de las disciplinas científicas y de la didáctica, esto es, requiere del aprendizajes de conceptos, procedimientos, habilidades intelectuales, actitudes, valores, como también de formas de representación y de razonamiento que favorezcan la comprensión de las cuestiones del ámbito educativo. Una apropiación que exige flexibilidad intelectual y apertura al cambio, características que garantizan el devenir de la producción intelectual en dicho campo.

La presente tesis es entonces el producto de una investigación que estuvo centrada en la formación inicial de maestros desde una perspectiva que se sustenta en el estudio de la cognición de las personas y su actividad en situaciones que le demandan búsqueda de información, definición de metas, despliegue de acciones y capacidad para inferir resultados. En primer lugar, hicimos una revisión de nuestros propósitos acerca de lo que esperábamos que aprendieran los maestros en formación, identificamos clases de situaciones, conceptos y relaciones entre conceptos relativas a la enseñanza de conceptos científicos y, además, procedimientos y posibles representaciones de los conceptos que se requerían para solucionar las situaciones. Luego, organizamos un proceso de mediación para que dichos maestros accedieran a los nuevos conocimientos, enfrentándolos a la resolución de situaciones/tareas de las cuales quedaban producciones verbales y escritas que daban cuenta de sus aprendizajes, constituyéndose así en fuentes de información de esta investigación.

Consideramos, además, la importancia de la vinculación de los maestros en formación a la investigación en didáctica de las Ciencias Naturales; por eso, en el desarrollo de los cursos incluimos contenidos que les aportan fundamentación teórica y metodológica para abordar objetos de estudio del ámbito de la enseñanza de las ciencias mediante procesos de investigación. La propuesta de formación orienta a los maestros en un proceso de investigación relativo a la conceptualización que llevan a cabo sus estudiantes en el dominio de un campo conceptual determinado de las Ciencias Naturales.

En este sentido, buscamos que los maestros en formación se apropien de un campo conceptual en el ámbito de la enseñanza de las ciencias y que, como investigadores, sean productores de conocimientos en ese campo. Desde esta perspectiva, los maestros se forman para ser intelectuales y esa intelectualidad se favorece cuando el maestro está en la posibilidad de aportar al campo mediante procesos de investigación, es decir, de producción de conocimientos, aunque éstos sean conocimientos incipientes, pragmáticos o derivados de la sistematización de experiencias.

También nos interesa mostrar que los planteamientos de Vergnaud sobre el acceso al conocimiento como campos conceptuales para interpretar la realidad y sobre los elementos que integran un esquema –entendido este como la organización de la actividad para enfrentar situaciones– presentan posibles vías para orientar la educación y la formación. El esquema tiene elementos de anticipación de resultados esperados, fundamentaciones teóricas o de significación, elementos operativos, elementos de comunicación mediante símbolos y representaciones y también elementos de autorregulación. En ese sentido, pensamos la planificación y la intervención para que esos elementos pudieran activarse en la estructura cognitiva de los maestros participantes.

Esta investigación asume como propósito fundamental inferir posibles esquemas del grupo de maestros participantes y analizar el devenir de los mismos a través de un proceso de formación que asume postulados básicos de la Teoría de Campos

Conceptuales de Gérard Vergnaud. Para ello, establece como objetivos específicos: a) identificar elementos que configuran los esquemas que activan los maestros participantes para enseñar conceptos científicos cuando inician las asignaturas de la práctica pedagógica; b) implementar una propuesta de formación orientada al desarrollo de los conceptos involucrados en una perspectiva de enseñanza de conceptos científicos desde planteamientos de Gérard Vergnaud; c) evaluar posibles modificaciones en los elementos de los esquemas durante la implementación de la propuesta, que mediante acciones intencionadas pone a los maestros en formación en clases de situaciones relacionadas con la enseñanza de conceptos científicos desde planteamientos de Gérard Vergnaud; y, finalmente, e) Valorar la pertinencia de la TCCV en la formación de maestros de ciencias.

Este informe está estructurado en siete capítulos:

*Respecto de las cuestiones foco y relevancia en la formación de maestros de ciencias.*

En el capítulo uno argumentamos razones por las cuales utilizamos la TCCV desde una doble finalidad, la primera como referente que adopta el grupo de maestros en formación para fundamentar la investigación de aprendizajes de conceptos científicos y para organizar su enseñanza de acuerdo con las implicaciones didácticas de dicha teoría, y la segunda, como referente para estudiar la conceptualización sobre enseñanza y aprendizaje de este grupo de maestros cuando resuelven situaciones de enseñanza.

Respecto de la primera finalidad, reseñamos una serie de trabajos que han implementado el referente en la investigación y organización de un proceso de enseñanza que provea los elementos que configuran un campo conceptual, de manera que los estudiantes puedan articularlos en un proceso de aprendizaje. De los estudios mencionados recogemos su contribución a la validación de modelos explicativos, metodologías de investigación y propuestas didácticas, con el propósito de mostrar que la TCCV puede ser implementada en otras áreas del conocimiento diferentes de la matemática donde inicialmente fue desarrollada.

En relación con la segunda finalidad: la TCCV como referente metodológico de esta tesis, esbozamos razones por las cuales consideramos posible también utilizar esta teoría para la interpretación de los procesos de conceptualización de maestros en formación sobre la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos. Partimos de la consideración de que las actuaciones de los maestros implican manejo y aplicación de contenidos conceptual, procedimental y representacional. Siguiendo el referente mencionado, de acuerdo con la conceptualización que forme parte del esquema se podrá actuar frente a una situación.

En este capítulo incluimos también una revisión de estudios antecedentes en la investigación sobre profesores, centrándonos en la línea del pensamiento y actuación del profesor, en estudios sobre concepciones de enseñanza de las ciencias y en la formación de profesores con base en la investigación. Al final, describimos los aspectos que justifican el problema que nos ocupa en esta investigación que referimos en líneas anteriores.

*En relación con los referentes teóricos.*

Los referentes teóricos que sustentan esta tesis se describen en el capítulo dos. Hacemos un breve recorrido por las influencias más importantes recibidas por Gerard Vergnaud desde sus inicios como investigador hasta llegar a la consolidación de la Teoría de los Campos Conceptuales. Asimismo, presentamos conceptos fundamentales de esta teoría como esquema, invariantes operatorios, teoremas-en-acción y conceptos-en-acción, situación, concepto y el propio concepto de campo conceptual. Posteriormente, relacionamos la teoría con el uso de los mapas conceptuales en el marco de la teoría del aprendizaje significativo y analizamos implicaciones didácticas de la TCCV para la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos.

El capítulo tres presenta el campo conceptual construido acerca de la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos, con base en el cual se orienta la formación y la investigación sobre los elementos de esquemas que activan los maestros participantes. En el mismo capítulo esbozamos consideraciones respecto de la enseñanza de las

ciencias como un cuerpo de conocimientos que se nutre de diversas fuentes pero que tiene continuidad reconocible con conceptos, procedimientos y problemáticas propias. Igualmente, exploramos las posibilidades de reconocer, en las investigaciones sobre aprendizajes de conceptos científicos que asumen como referente la teoría de campos conceptuales, aportes de conocimiento a la enseñanza de las ciencias.

*Respecto de la metodología de la investigación.*

La ruta metodológica de este estudio se explica en el capítulo cuatro. Iniciamos con una descripción de los contextos de formación universitaria y de prácticas en establecimientos educativos donde se desarrolla esta investigación. Cada uno de los maestros en formación que participaron en este estudio constituyó un caso objeto de estudio. Se asume un enfoque cualitativo, en particular el estudio de caso descriptivo e interpretativo, y se plantean dos fases en el diseño metodológico en coherencia con los objetivos propuestos; la selección de las técnicas e instrumentos privilegian diversas formas de expresión de los participantes –orales, escritas y mediante mapas conceptuales– de las cuales se pudieran inferir elementos de sus esquemas para enseñar conceptos científicos, los cuales se exponen también en este capítulo.

*En relación con los hallazgos sobre la movilización de esquemas.*

En el capítulo cinco presentamos para cada caso los elementos de esquemas iniciales inferidos en la primera fase, tanto en el contexto de formación universitaria como en el de la práctica en los establecimientos educativos. Igualmente, hacemos un resumen de los hallazgos más relevantes que presentamos en tablas según las categorías seleccionadas para el estudio.

En el capítulo seis incluimos el análisis y la interpretación de la información recogida durante la implementación de la propuesta de formación, haciendo un recorrido en profundidad para cada caso. Recordamos cada situación y las producciones que de ellas se derivaron, las cuales buscaban favorecer la conceptualización de los maestros en formación y, a la vez, aportar información sobre los elementos de sus

esquemas para enseñar conceptos científicos. Se plantean situaciones a resolver tanto en el contexto de formación universitaria como en el contexto de prácticas en los establecimientos educativos. Describimos igualmente en este capítulo algunas modificaciones en elementos de los esquemas y otros aspectos que permanecen en las acciones de los participantes, y exponemos también elementos que revelan aproximaciones al campo conceptual de referencia.

En el capítulo siete se presenta, en primer lugar, una síntesis de los hallazgos más relevantes de los estudios de los cuatro casos con base en las preguntas que guiaron la investigación, incluyendo descripciones sobre los elementos encontrados de forma reiterativa que parecen integrar las anticipaciones, los invariantes operatorios, las reglas de acción e inferencias de los maestros en formación. En segundo lugar, exponemos los análisis relativos a los cursos donde se desarrolla la investigación. Por último, se presentan las consideraciones finales de este estudio.

En los anexos se presenta una parte de los datos y de la información relevante recogida en este proyecto, cuya lectura es importante porque permitirá una visión aún más amplia del mismo.

## **1. JUSTIFICACIÓN Y PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN**

La Teoría de Campos Conceptuales de Gérard Vergnaud (TCCV) ha sido utilizada como referente en múltiples investigaciones en el área de la matemática, centradas en aprendizajes complejos durante el desempeño de acciones determinadas. En este capítulo presentamos, en primer lugar, las razones que justifican el uso de dicho referente en esta tesis, seguidamente describimos algunos antecedentes de la línea de investigación sobre el pensamiento y acción de los profesores y, por último, enunciamos el problema y los objetivos de nuestro estudio.

### **1.1. EL DOBLE ROL DE LA TEORÍA DE CAMPOS CONCEPTUALES EN ESTE ESTUDIO**

Para empezar, presentamos algunos resultados que evidencian lo adecuado que resulta utilizar la teoría de Vergnaud en investigaciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos. La TCCV ha sido desarrollada con éxito en educación por el propio autor y por colegas investigadores en didáctica de la matemática. Asimismo, otros investigadores –reseñados en este capítulo– han buscado aplicaciones de la TCCV para otras disciplinas científicas, en especial la Física, la Química y la Biología. Nuestra investigación, además de haber explorado esas vertientes, se ha orientado por este referente para estudiar el desarrollo conceptual de conceptos del ámbito didáctico en un proceso de formación de profesores.

Gérard Vergnaud es psicólogo experto en enseñanza de la matemática y director emérito de investigación en el Centro Nacional de Investigaciones Científicas de París. Estudia el desarrollo cognitivo del sujeto en situación, a partir del análisis conceptual del dominio del conocimiento involucrado en dicha situación, tomando distancia de ideas como operaciones lógicas generales o estructuras establecidas de pensamiento, como lo planteaba Piaget.

En esta tesis utilizamos la TCCV con una doble finalidad:

Como referente teórico que un grupo de maestros en formación aprende y adopta para estudiar el aprendizaje de conceptos científicos y sus requerimientos en la organización de la enseñanza. Es decir, pretendemos que un grupo de profesores<sup>1</sup> aplique la TCCV para investigar los procesos de aprendizaje de sus alumnos y para implementar procesos de enseñanza coherentes con esta perspectiva teórica.

Como referente para analizar elementos de los esquemas de dichos profesores y sus posibles progresos cuando resuelven situaciones de enseñanza. De acuerdo con la TCCV, elaboramos e implementamos una propuesta de formación que busca que los profesores aprendan una perspectiva de enseñanza de conceptos científicos desde las orientaciones de Vergnaud (1990, 1996, 2008, 2009).

Justificamos esta doble finalidad a partir de dos preguntas fundamentales:

1. *¿Por qué elegimos la TCCV como referente para que un grupo de maestros en formación aprendiera a enseñar conceptos científicos y a investigar sus aprendizajes?*
2. *¿Por qué decidimos emplear la TCCV para estudiar los esquemas mentales de los maestros en formación al resolver situaciones de enseñanza?*

Con respecto a la primera pregunta, adoptamos la TCCV por su sentido innovador, su profundidad y su alcance para interpretar el desarrollo cognitivo. Innovador porque lleva al aprendizaje, a la enseñanza de las ciencias y a la investigación en el área a nuevos niveles. Pudimos constatar que otros docentes investigadores ya habían incursionado en esta teoría, entre ellos Moreira (2004, 2009) –

---

<sup>1</sup> El término *profesor* es utilizado en esta tesis como sinónimo de *maestro* formador, no en el sentido que se le asigna para diferenciarlo de los niveles educativos en los cuales ejerce su profesión

la TCCV en la enseñanza de las ciencias y la investigación en el área–; Caballero (2005, 2009) –la TCCV y su rol en la producción de conocimiento en investigación en enseñanza de las ciencias–; Escudero (2004, 2005) –identificación de dificultades para la resolución de problemas de Física en términos de conocimientos-en-acción–; Llancaqueo (2003, 2006) –descripción de los niveles de conceptualización logrados por un grupo de estudiantes respecto a un campo conceptual de Física–; Andrés (2004) –diseño del trabajo de laboratorio con bases epistemológicas y cognitivas–; Stipcich (2004) –ideas de los estudiantes en torno al concepto de interacción en Física– y Alzate (2007) –uso de la TCCV para identificar tendencias cognitivas e invariantes operatorios de un grupo de estudiantes al resolver situaciones relacionadas con un sistema de conceptos de Química.

Caballero (2005), investigadora española y profesora de Física, destaca la potencialidad de la Teoría de Campos Conceptuales en la producción de conocimiento en investigación sobre enseñanza de las ciencias. Para esta autora es relevante analizar y comprender la estructura subyacente a los procesos que suceden en el aprendizaje de tópicos científicos y la producción de conocimiento en el transcurso de programas de investigación. En este sentido, ella considera dicha teoría como un referente eficaz para abordar este tipo de investigaciones, las cuales se constituyen en fuente de nuevos interrogantes que generan procesos de construcción de nuevos significados. Asimismo, la autora señala que la TCCV permite estudiar el desarrollo cognitivo y el aprendizaje de competencias en los ámbitos relacionados con la ciencia y la tecnología (Caballero, 2005).

A continuación presentamos algunos planteamientos de autores de investigaciones en educación en ciencias sobre la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos, cuyos análisis se fundamentan en la Teoría de Campos Conceptuales:

Escudero, Moreira y Caballero (2004), se basan en la TCCV para estudiar la resolución de problemas de Física. Entendiendo el desempeño en la resolución de problemas en relación dialéctica con la adquisición conceptual, realizan un análisis de las dificultades que presentan los alumnos en términos de conceptos y teoremas-en-

acción, mediante análisis de procesos comunicativos involucrados en el aula de clase. Se sustentan en la consideración de que tales conocimientos-en-acción pueden ser precursores en el aprendizaje de conocimientos científicos, lo que hace necesario su investigación y documentación.

Su investigación está centrada en el estudio del proceso de construcción de conocimiento de un contenido específico de la Física Clásica, la Mecánica. Para ello, plantean una propuesta didáctica basada en situaciones de resolución de problemas y tareas de aula, desarrollada con un grupo de estudiantes de un nivel medio de enseñanza formal, cuyas edades oscilan entre 15 y 17 años. Estos autores afirman que a pesar de que la TCCV no es una teoría didáctica, sí tiene importantes implicaciones en esta área, principalmente por el papel mediador del profesor. Su estudio muestra dicho papel mediador centrado en las intervenciones que realiza el profesor, en lo que dice y hace, en las pistas que ofrece y en la forma como colabora para que la zona de desarrollo próximo de cada sujeto pueda poner en juego lo que tenga a su alcance.

Stipcich (2004) planteó su tesis doctoral en la enseñanza de la física orientada en dos objetivos fundamentales: 1) Describir las ideas que un grupo de estudiantes de educación preuniversitaria de un centro educativo argentino emplean para dar significado al concepto de interacción gravitatoria, tomando como referente los contenidos involucrados, los procedimientos y las valoraciones del saber; 2) Llevar a la práctica una propuesta didáctica para incorporar el concepto de interacción como principio articulador de los contenidos de la Física estudiados por el grupo de la muestra.

Los resultados de la investigación de Stipcich (2004), indican que los estudiantes mostraron progresos hacia el conocimiento esperado para referirse a la fuerza que actúa sobre dos masas. La autora también identificó casos en los que los estudiantes pudieron reconocer diferentes formas de interacción gravitatoria y magnética obrando en forma simultánea, así como la naturaleza aditiva de la fuerza y la noción de campo. Además, evidenciaron las similitudes y diferencias entre la acción a distancia y el modelo de

campo y emplearon conceptos-en-acto adecuados para el campo conceptual de la interacción gravitatoria.

Stipcich (2004) resalta el rol del profesor para ayudar a los estudiantes a captar significados adecuados desde la perspectiva disciplinar. El profesor como mediador por excelencia tiene la función de proporcionar situaciones oportunas para que los estudiantes puedan poner en juego los esquemas en la zona de desarrollo próximo. En este sentido, Stipcich sugiere la profundización en el estudio de los dominios conceptuales específicos como condición para el diseño de propuestas didácticas. Incorporar aportes históricos y epistemológicos en relación con los contenidos que se tratan de enseñar, resulta ser un recurso cuando se requiere lograr cambios ontológicos para la comprensión de nociones fundamentales, como ocurrió en el proceso de intervención didáctica que propuso. La autora señala que el diseño, la implementación y la evaluación de situaciones sigue siendo un aspecto poco trabajado en la investigación en enseñanza de las ciencias.

Andrés (2004) desarrolló su tesis doctoral centrada en el diseño del trabajo de laboratorio en la enseñanza de la Física, tomando como referencia la TCCV y una postura epistemológica de ciencia enmarcada en corrientes no estándares. La autora planteó un modelo teórico para comprender el proceso de aprendizaje durante la realización de los trabajos de laboratorio, donde concibe que “el aprendizaje de los procedimientos ocurre de manera indisoluble con el aprendizaje de los conceptos”, en coherencia con la TCCV. Dicho modelo fue ensayado en el aula con grupos de estudiantes universitarios que se forman como profesores de Física. También diseñó trabajos de laboratorio a partir de los referenciales establecidos para promover el desarrollo conceptual en los dominios teórico, metodológico y epistemológico.

Los resultados validan el modelo construido, tomando como referencia la TCCV, para comprender el aprendizaje y orientar la mediación del docente durante la ejecución de un trabajo de laboratorio. En el proceso que realizaron los estudiantes durante la implementación de dicho modelo se identificaron conocimientos en acción, activados en relación con el campo conceptual referido a la actividad experimental y al campo

conceptual teórico específico de la situación planteada; igualmente, se analizó el nivel de desarrollo conceptual alcanzado por los estudiantes. En el proceso se realizaron actividades didácticas con el propósito de mediar el desarrollo conceptual de los estudiantes, logrando que cuatro de los participantes resolvieran la situación propuesta completa y evidenciaran aprendizaje en los dominios considerados.

Andrés (2004) explica que “La TCCV no se restringe sólo a la didáctica” (p. 5-2), aunque sí tiene implicaciones significativas para la enseñanza. Un proceso didáctico efectivo siempre debe estar basado en el conocimiento de las dificultades involucradas en la tarea cognitiva, en los obstáculos para el aprendizaje, en los procedimientos y en las representaciones que tenga el sujeto. Para la autora mencionada, el potencial de la TCCV para investigar el aprendizaje de la Física radica en que permite comprender los procesos subyacentes a la cognición, particularmente en lo que concierne a la construcción de representaciones internas.

Llancaqueo, Caballero y Moreira (2003), después de realizar una revisión de diferentes investigaciones relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje del concepto de campo en la Física, sugieren que la Teoría de Campos Conceptuales de Vergnaud ofrece potencialidades que permiten articular, de un modo apropiado, la complejidad y la amplitud de los significados de los conceptos físicos y matemáticos involucrados en dicho concepto de campo.

Llancaqueo (2006) realizó su tesis doctoral implementando la TCCV en la enseñanza de la física, cuyos objetivos se enfocaron en diseñar y aplicar una metodología de investigación para describir y caracterizar vínculos entre la estructura del conocimiento del campo conceptual aplicada al campo electromagnético y la estructura conceptual construida por un grupo de estudiantes. Esto se hizo a partir de la utilización de los conceptos en distintas situaciones, planteadas en un curso universitario de electricidad y magnetismo. Los resultados arrojados por la investigación mencionada validan el diseño y la aplicación de dicha metodología para estudiar los nexos entre la estructura disciplinar científica y la estructura conceptual construida por los estudiantes, así como para describir los avances del aprendizaje del concepto de campo en Física.

Asimismo, este físico e investigador plantea que al profundizar en el estudio del aprendizaje de los conceptos científicos y en vista del aumento de sus aplicaciones en la enseñanza de las ciencias, los diversos modelos de representación conceptual pueden constituir un valioso aporte para construir referenciales teóricos para la investigación en educación en ciencias. Estudiar los progresos del dominio que obtienen los estudiantes en determinado campo conceptual implica analizar diferentes clases de situaciones que se les pueden proponer, para conocer los diversos procedimientos y las representaciones por ellos utilizadas. Por consiguiente, según la teoría de Campos Conceptuales, el investigador podrá analizar la utilidad de determinada representación, y estudiar las condiciones y el momento en que una representación puede evolucionar hacia otra más general (Llancaqueo, 2006).

Igualmente, Llancaqueo reconoce la importancia de la TCCV, ya que esta considera el contenido científico a enseñar, la estructura cognitiva del que aprende y las situaciones o contexto en que ocurre el aprendizaje. Estos elementos operan a través de la mediación social y semiótica implicada en la enseñanza, en especial a través del lenguaje y de los símbolos que hacen posible la interiorización de lo aprendido en un dominio conceptual.

Alzate (2007) en su tesis doctoral adopta la TCCV en la enseñanza de la química. La investigación se centró en describir, analizar e interpretar el proceso de aprendizaje logrado por un grupo de alumnos de segundo nivel universitario que interactúan con una secuencia de situaciones del campo conceptual composición/estructura, en un nivel de conceptualización molar y molecular. El uso del referente teórico de la TCCV, fue fructífero en la investigación realizada por la profesora Alzate, tanto para la organización de la enseñanza como para hacer la interpretación de concepciones antecedentes del grupo de estudiantes en términos de invariantes operatorios y significantes, rupturas y filiaciones.

La profesora Alzate considera que, como en la Química predomina una enseñanza memorística y operativa, es posible mediante un proceso basado en la TCCV abordar la enseñanza y el aprendizaje de determinados campos conceptuales del conocimiento

químico desde una perspectiva que tenga en cuenta lo complejo, las filiaciones y rupturas, al igual que la asimilación de las representaciones estructurales. En este sentido, la autora señala que los resultados del estudio justifican la enseñanza del concepto de sustancia en la Química, como un concepto complejo que implica a su vez un conjunto de conceptos tales como: “sustancia, mezcla, composición, homogeneidad, heterogeneidad, propiedades como las temperaturas de fusión y ebullición, solubilidad, cambio químico, metodologías de separación, fase y multiplicidad de la sustancia en contexto” (Alzate, 2007, p. 223).

Alzate recomienda ofrecer a los estudiantes tipos de situaciones que involucren clases de sustancias y clases de transformaciones y su tratamiento experimental, con el fin poner en acción invariantes operatorios y variedad de representaciones. Ella propone igualmente que en la enseñanza de la Química se adopte el dinamismo de la sustancia en coherencia con el dinamismo de la representación. La autora señala que la interacción entre los participantes (a partir una colección de materiales y medios educativos), la mediación de la profesora y el lenguaje químico hicieron posible que los estudiantes progresaran hacia invariantes operatorios cercanos al conocimiento químico y hacia el uso de los correspondientes significantes químicos.

Rodríguez y Moreira (2004) realizaron un estudio de caso sobre el aprendizaje de un concepto de Biología, la célula. Para el análisis, utilizaron las teorías de Modelos Mentales (TMM) de Johnson–Laird y de Campos Conceptuales de Vergnaud; para ello seleccionaron las producciones de un estudiante de la asignatura de Biología –curso de orientación universitaria– relacionadas con el concepto de célula en cinco ocasiones diferentes, y se basaron en un procedimiento de búsqueda de regularidades que permitiera identificar posibles conceptos y teoremas-en-acción. Utilizaron como instrumentos: un cuestionario aplicado al inicio y al final, respuestas en exámenes y entrevista al final del curso. En las respuestas del estudiante encontraron gran estabilidad en las cinco ocasiones, lo que posibilitó la identificación de proposiciones que podrían estar actuando como teoremas-en-acción.

Estos autores exponen también algunas condiciones para que sean tenidas en cuenta en los análisis de la conceptualización, en áreas diferentes a la matemática. Ellos señalan que los teoremas-en-acción en los ejemplos presentados por Vergnaud han sido evidentes en matemáticas: “para él un teorema-en-acción sería la relación matemática implícita en los estudiantes cuando se enfrentan a un problema que puede ser expresado por fórmulas, simbolismos o proposicionalmente” (Rodríguez y Moreira, 2004, p. 128); mientras que en Biología no podría aplicarse del mismo modo este constructo. Sin embargo –dicen los autores– pueden encontrarse y establecerse ciertas regularidades en lo que el estudiante aporta, que podrían considerarse teoremas-en-acción que subyacen a las conductas en la medida en que se repiten de manera similar ante situaciones similares. Logran entonces identificar, de esta forma, un posible esquema que está siendo activado por el estudiante. También encuentran dificultades en la reestructuración de invariantes operatorios que podrían estar actuando como obstáculo epistemológico en el aprendizaje de la entidad celular. Finalmente, señalan que la integración de ambas teorías (TCCV y TMM) permitió la aproximación cognitiva que se pretendía en dicho estudio.

Los autores mencionados anteriormente, además Covaleda (2009) y Fanaro (2009), coinciden en señalar la potencialidad de la teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud como referente para guiar investigaciones en enseñanza de conceptos científicos de las disciplinas de Física, Química y Biología. Dichas apreciaciones se sustentan en trabajos de gran rigor teórico y metodológico que constituyen aportes al conocimiento didáctico en relación con la enseñanza de las disciplinas señaladas. Los resultados de las tesis reseñadas validan modelos explicativos, metodologías de investigación y propuestas didácticas, lo que abre puertas a futuras investigaciones, y en general a la enseñanza de conceptos científicos, puesto que dichos resultados contribuyen a la didáctica de otras disciplinas científicas diferentes de la matemática, donde la TCCV fue inicialmente implementada.

Las investigaciones en las que se asume dicho referente han aportado explicaciones sobre: a) la reconceptualización de los trabajos de laboratorio, b) la identificación de conocimientos que pueden ser precursores en el aprendizaje o de

dificultades de los estudiantes en la resolución de problemas que operan como obstáculos epistemológicos en la comprensión de conceptos y c) nociones básicas para la adquisición de un campo conceptual científico. Igualmente, se han caracterizado representaciones implícitas de los estudiantes y pautas de progresividad del proceso de conceptualización. Es indudable que la lectura y análisis de estas experiencias investigativas y sus resultados pueden contribuir en la formación didáctica de los profesores para la enseñanza de los conceptos científicos abordados.

Se justifica entonces hacer divulgación de la TCCV, en los programas de formación de profesores, como referente de carácter psicológico que brinda una interpretación de los procesos cognitivos que llevan a cabo los sujetos, basada en la *relación de la actividad con la conceptualización*. Los maestros que se forman deberían tener la posibilidad de conocer esta teoría, analizar sus bondades y dificultades en la aplicación y ensayarla en propuestas de aula. En general, el uso de la TCCV posibilita:

- Estudiar el progreso en la conceptualización que logran los estudiantes en un determinado campo conceptual; para ello es necesario analizar diferentes clases de situaciones que se les puede proponer para conocer los procedimientos y representaciones que utilizan.
- Organizar la enseñanza de manera que se favorezca en los estudiantes el desarrollo de esquemas que les permitan usar conceptos de un campo conceptual en la actividad que despliegan sobre las situaciones propuestas, reflejando, en lo que dicen y hacen, comprensión de significados y uso de operaciones y representaciones simbólicas de los conceptos.
- Articular la complejidad y amplitud de significados de conceptos, incluso de varias disciplinas que puedan configurar un campo Conceptual.
- Vincular los contenidos a enseñar, la estructura cognitiva del que aprende, situaciones y ambiente de interacción en un proceso de mediación didáctica.

- Un rol decisivo de los profesores para ayudar a los estudiantes en su desarrollo conceptual y en la construcción de significados científicos de un campo conceptual, para enfrentarse a situaciones más complejas.
- Entender que los progresos que obtienen los estudiantes en el dominio en un determinado campo conceptual es un proceso largo y de avances y retrocesos en la acomodación de esquemas.
- Valorar la mediación social y semiótica, así como la importancia del uso de lenguajes y símbolos adecuados en la perspectiva de lograr acercamientos a los conceptos científicos y sus representaciones.
- Reconceptualizar el trabajo de laboratorio mediante el planteamiento de situaciones y la consideración del aprendizaje de los procedimientos vinculado al aprendizaje de los conceptos.
- Identificar el conocimiento contenido en las acciones en términos de rupturas, dificultades y continuidades.

De acuerdo con los aportes de los autores presentados respecto de la utilidad y pertinencia de la TCCV en los procesos de investigación en enseñanza de conceptos científicos –tanto en el contexto del aula como del laboratorio– y sus implicaciones para la enseñanza de dichos conceptos, se justifica el planteamiento de una propuesta basada en la TCCV, cuyo propósito es contribuir a la formación de maestros de Ciencias Naturales con elementos teóricos y metodológicos para la enseñanza y la investigación de aprendizajes de contenido científico. En particular, la propuesta de la presente tesis se aplica en un contexto universitario colombiano con un grupo de estudiantes que cursan la práctica pedagógica<sup>2</sup> en el programa de Licenciatura en Básica, énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

---

<sup>2</sup> La práctica pedagógica es la denominación dada a las prácticas académicas en la Facultad de Educación en la Universidad de Antioquia, comprende la docencia, la investigación y los seminarios de práctica. Incluye las asignaturas: Proyecto pedagógico I, II y III e investigación monográfica I, II y III. En el capítulo 3 y 4 explicamos más ampliamente.

El programa de dicha licenciatura pretende contribuir al mejoramiento de la calidad de la educación en Colombia, apoyando formas alternativas de educación universitaria, más acordes con fundamentos contemporáneos que orientan la formación inicial de maestros de ciencias. En este sentido, plantea abordar de una manera diferente la formación disciplinar, de tal modo que se articulen al dominio conceptual y teórico las reflexiones epistemológicas sobre el conocimiento científico. Busca hacer que la enseñanza conlleve un proceso constante de investigación que permita orientar la generación de conocimientos. Pretende también que los estudiantes tengan acceso a la racionalidad científica en contextos de interacción que propicien la argumentación crítica y reflexiva sobre la producción de conocimiento en ciencias.

Con base en los requerimientos de formación citados y con lo que exponemos en el capítulo tres relacionado con dicha licenciatura, consideramos que se justifica trabajar en el estudio, investigación, reflexión y aplicación de la TCCV para fortalecer dicho programa. También por el lugar que da al contenido de los conocimientos científicos, su abordaje y a su epistemología. El uso de dicho referente brinda a los maestros en formación la posibilidad de acercarse a desarrollos contemporáneos en la educación en ciencias experimentales y al ejercicio inicial de la investigación en este campo. Asimismo, se puede utilizar en la construcción de propuestas de enseñanza y proyectos de investigación que cuestionen, validen, o muestren otra alternativa en el quehacer pedagógico en los contextos de las prácticas. Es importante resaltar que la mayoría de los investigadores mencionados también ejerció como profesor a cargo de las asignaturas en las que se recaba la información y se hace el trabajo didáctico.

Habiendo respondido en las páginas precedentes a la pregunta número uno, plantearemos ahora la que corresponde al segundo numeral presentado al principio de este capítulo.

¿Por qué decidimos emplear la TCCV para estudiar elementos de esquemas de los maestros en formación al resolver situaciones de enseñanza?

Consideramos pertinente la TCCV no solo como referente teórico que un grupo de maestros en formación utiliza para aprender a enseñar conceptos científicos desde sus implicaciones didácticas, sino también como referente de la propuesta de formación que implementamos en dicho grupo, es decir, es un referente metodológico de esta tesis. Nos proponemos que los maestros de la muestra aprendan una perspectiva de enseñanza con la puesta en práctica de este referente; para ello, planteamos nuestra intervención didáctica desde el campo conceptual involucrado para la comprensión de la TCCV y su aplicación en la enseñanza e investigación. En coherencia, interpretamos los procesos de conceptualización del grupo de maestros en formación sobre la enseñanza de conceptos científicos cuando resuelven situaciones (tareas) vinculadas con prácticas de enseñanza, basándonos en las siguientes razones:

- La TCCV se nutre de planteamientos de Piaget y Vygotsky sobre el funcionamiento cognitivo y la construcción de conocimiento por parte de los sujetos, que han sido aplicados a una gama amplia de aprendizajes en diversos saberes y disciplinas del conocimiento, incluso en las ciencias humanas.
- La TCCV se dirige a los procesos de conceptualización de los sujetos tanto en contextos académicos como de la vida diaria, concierne a la larga duración de los procesos de aprendizaje y dominio de competencias, y ya ha sido utilizada para estudiar el desarrollo conceptual con estudiantes universitarios. Al respecto de las competencias, Vergnaud (2007) expresa:

En la misma situación de la vida, sea la vida escolar o la profesional, se desarrollan competencias en varios registros: los gestos, los conocimientos y competencias científicas y técnicas, la interacción con los otros, las competencias lingüísticas, las competencias afectivas. Incluso cuando estamos interesados por un solo registro, sabemos que los otros registros de la actividad, pueden jugar un gran rol. (p. 288)

- Vergnaud (2007) aclara las relaciones entre diversas competencias, por ejemplo las afectivas y las técnicas. Mediante un caso de ingenieros novatos y expertos, dicho autor expone que cuando se pide a ingenieros jóvenes que expresen las principales cualidades de los expertos a quienes van a pedir un consejo, dan mayor

relevancia a sus capacidades de escucha y atención, anteponiéndolas a otras competencias técnicas del experto. Las relaciones interpersonales no sólo son importantes per se, sino también por sus efectos sobre la eficacia de la actividad profesional.

- En el ámbito del trabajo, tanto hombres como mujeres están confrontados a la resolución de problemas, pero logran hacerlo en la medida que dispongan de un bagaje de conocimientos adecuados en relación con las situaciones que enfrentan; al respecto, Vergnaud (2007) plantea:

[...] el concepto de competencia no es un concepto científico él solo; es necesario añadirle el de la actividad y son necesarios conceptos teóricos para analizar la actividad. Este es el rol que doy al concepto de esquema. (p. 290-291)

De esta manera, Vergnaud relaciona competencia con actividad y con esquema. Para este autor, un esquema es una organización invariante de la actividad para una clase definida de situaciones; aunque esto no quiere decir que la actividad sea totalmente automática, esta se adapta a las particularidades de la situación. Vergnaud (2009) deja claro la importancia de considerar en el dominio de competencias los conocimientos asociados: "[...] cuando se habla de dominio de competencias bien caracterizado, como la aritmética, comprensión de textos, la física o la actividad deportiva, el factor más decisivo reside en el contenido de conocimiento" (p. 15).

La potencialidad de la TCCV para formar maestros e interpretar su pensamiento y acción reside en la idea de competencia asociada a la teoría, puesto que desde sus planteamientos están conectados el conocimiento, la acción y la representación. Esta acción equivale a competencia en un campo laboral, por ejemplo. En este caso, en el proceso de formación, las acciones están encaminadas a que los futuros maestros de ciencias aprendan a enseñar conceptos científicos desde la TCCV, pero para saberlo hacer se necesita de significados y poderlos representar. De la cita anterior podemos inferir el análisis de la TCCV en otros campos del saber, no solo tendría aplicabilidad en las ciencias fácticas, sino que sus planteamientos sobre la organización de la actividad para resolver clases de situaciones –idea de esquemas– podrían extenderse a otros tipos

de conocimientos, por ejemplo de ciencias sociales; en estas también es pertinente, en la adquisición de conocimientos propios de un campo conceptual, referirse a la conceptualización progresiva. Relacionado con las anteriores afirmaciones, Vergnaud expresa: “[...] incluso la zona de desarrollo próximo, definida por Vygotsky requiere como soporte el análisis de los campos conceptuales concernientes” (2009, p. 15).

- Un campo conceptual puede ser pensado como un conjunto de conceptos formando un sistema, que se refiere a una diversidad organizada de situaciones y es la resultante de la actividad del sujeto en estas situaciones. La idea fundamental radica en que no se puede estudiar el aprendizaje de un concepto de manera aislada. Los conceptos relacionados con enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos forman un sistema que adquiere sentido en clases de situaciones y que pone en juego la actividad del profesor en esas situaciones.
- Un principio básico de la TCCV es que la conceptualización forma parte integrante de la organización de la actividad –lo que en esta teoría se denomina esquema para hacer frente a cierta clase de problemas–. Los esquemas pueden activarse por un significante o por una situación y eso es lo que justifica el comportamiento y su forma de organizarse. No es exclusividad del razonamiento matemático, pues también hace parte de las competencias manifestadas por bebés, niños o adultos, alumnos o profesionales (Vergnaud, 2009), ya que encontramos contenido conceptual y procedimental. El contenido conceptual de las competencias manifestadas por los diversos sujetos es tan decisivo como las formas explícitas de conceptualización (Vergnaud, 2009).
- Según Vergnaud el conocimiento presenta dos formas: una *operatoria*, que permite al sujeto actuar ante situaciones y otra *predicativa*, que permite expresarlo. Nosotros consideramos que las actuaciones de los profesores no están vacías de conceptos; saber hacer implica manejo y aplicación de contenido conceptual y reglas en acción. Esta consideración sobre lo operatorio y lo predicativo en el funcionamiento cognitivo se asume en esta tesis para interpretar el pensamiento y la actuación de maestros en formación en términos de esquemas.

- Niños y adultos estamos desarrollando procesos de aprendizaje para adaptarnos a la realidad y estos requieren tres procesos generales: transposición (del contenido proveniente de la ciencia, la técnica y el ámbito profesional), mediación y conceptualización. En el ejercicio de la docencia, el maestro hace diversas transposiciones desde la ciencia y, también, de los contenidos propios de la didáctica de las ciencias elabora conceptualizaciones y representaciones.

- Investigadores destacados en educación en ciencias han reflexionado sobre el conocimiento implícito en la actividad que emprenden los profesores en las prácticas de enseñanza.

Muchas veces [...] ni siquiera los profesores tienen una idea clara de lo que piensan o de cómo razonan, no tienen la capacidad de explicitarlo. No hay conciencia de la concepción que se tiene de educación, de enseñanza, de aprendizaje; tampoco tenemos conciencia de lo que hacemos y de la relación que hay entre lo que pensamos y lo que hacemos. En muchas ocasiones creemos que hemos hecho algo que realmente no hemos hecho en el aula y cosas que hacemos o afirmamos [...] que no las hemos realizado, y esto nos conduce pues a otra reflexión relativa a la profesionalización docente. El pensamiento implícito del profesorado es un factor que debe ser considerado (Rodríguez y Moreira, 2004, p. 29).

- Hay una premisa fundamental para comprender el desarrollo del pensamiento desde la TCCV, y es la relación esquema-situación; dependiendo de la conceptualización que forme parte del esquema, se podrá actuar frente a una situación de una manera identificable. Asumimos del referente que los aspectos observables de la actividad –lo que se dice, se escribe o se hace– son elementos que nos permiten inferir representaciones de esa actividad.

- La TCCV no es una teoría de enseñanza, ni tampoco fue concebida originalmente para estudiar los esquemas mentales de los profesores en formación. Sin embargo, consideramos que los maestros en formación pueden construir esquemas, (tanto para apropiarse de los contenidos disciplinares científicos como para aprender saberes de los ámbitos pedagógico y didáctico que forman parte del

currículo de la licenciatura que cursan) si la organización de estos contenidos atiende procesos cognitivos ante situaciones y problemas.

Por estas razones, consideramos de gran interés académico explorar este referencial para estudiar la conceptualización que pueda lograr un grupo de maestros en formación en el proceso de la práctica pedagógica, esto implica indagar e interpretar el pensamiento y actuación que emplean los profesores para dar significado al concepto de enseñanza de conceptos científicos al iniciar la práctica pedagógica y después de un proceso de intervención formadora.

En la revisión de la literatura, que comentaremos en el siguiente apartado, se encuentra que existe un desarrollo fecundo de investigaciones que interpretan el pensamiento y la actuación de los profesores en el aula, desde diversos marcos de referencia y metodologías.

## **1.2. ANTECEDENTES EN LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN RELATIVA AL PENSAMIENTO Y ACTUACIÓN DEL PROFESOR**

Sobre el pensamiento y actuación del profesor en el aula, se ha desarrollado una línea de investigación que ha tenido un largo camino de formulaciones teóricas y metodológicas. Comienza en 1974, en la Conferencia Nacional de Estudios sobre Enseñanza organizada por el National Institute of Education de Estados Unidos. Tiene el propósito de buscar una mejor comprensión de los procesos cognitivos de los profesores y su incidencia en la enseñanza y en el rendimiento de los estudiantes. Según Martínez, Martín del Pozo, Vega, Varela, Fernández y Guerrero (2001), a partir de la década de los setenta, el interés de las investigaciones sobre los profesores se desplaza del estudio de su conducta y su formación técnica para la enseñanza hacia el estudio de su pensamiento y formación, centrada en procesos constructivos. Esto es significativo, por cuanto las investigaciones precedentes se centraban en el paradigma proceso-producto basado en un modelo positivista, en el cual se analizaban las relaciones entre variables observables de la clase –proceso– y las adquisiciones de los alumnos –producto– (Carreiro da Costa, 2004; Pérez Gómez y Gimeno, 1988). De acuerdo con

esta visión lineal, la enseñanza es la causa del aprendizaje y solo de las actuaciones de los profesores depende el aprendizaje de los estudiantes. Este planteamiento mereció trascendentales críticas y, como consecuencia, la investigación prestó mayor atención a la complejidad del trabajo de ser profesor y al ambiente de clase en general.

Esta línea de investigación del pensamiento del profesor ha tenido diversos enfoques. En este sentido, hacemos referencia a la clasificación de Pérez Gómez y Gimeno (1988), quienes plantean dos corrientes principales: el enfoque cognitivo y el enfoque alternativo. El primero reúne trabajos cuya preocupación se centra en estudiar los procesos de razonamiento que ocurren en la mente del profesor durante su actividad profesional, como variables mediadoras entre el comportamiento docente y los resultados de la enseñanza. En el segundo, los estudios dan mayor importancia al contenido del pensamiento del profesor y se caracterizan por su marcada tendencia filosófica y sociológica, como veremos en la siguiente síntesis:

En el enfoque cognitivo se asumen como premisas fundamentales:

- “El profesor es un sujeto reflexivo, racional, que toma decisiones, emite juicios, tiene creencias y genera rutinas propias de su desarrollo profesional.
- Los pensamientos del profesor guían y orientan su conducta” (Clark y Yinger, 1979; Shavelson y Stern, 1983; Serrano, 2010, p. 269).

En estas premisas se muestra un avance importante en la concepción de profesor que se tenía hasta el momento, considerándolo como un sujeto que construye, reflexiona, toma decisiones, elabora juicios y también interioriza algunas rutinas. El interés se dirigía a analizar cómo el pensamiento de profesor guiaba sus actuaciones en el aula. Es relevante el trabajo de Clark y Peterson en 1986 (citado en Pérez Gómez y Gimeno, 1988, p. 39), quienes realizan un análisis de las investigaciones desarrolladas dentro del enfoque cognitivo, a partir de un modelo para explicar la relación del pensamiento y la acción en el profesor, en el cual consideran tres aspectos para analizar

dichos procesos de pensamiento: procesos de planificación, procesos de pensamiento durante la intervención en el aula y teorías y creencias.

De acuerdo con los resultados de las primeras investigaciones, dentro del enfoque cognitivo se establecieron dos líneas de estudio paralelas: 1) Modelo del procesamiento de la información y 2) Modelo de toma de decisiones. En el primero se considera al profesor como una persona que, al enfrentar un ambiente de tareas muy complejo trata de simplificarlo, “atendiendo a un número reducido de aspectos del ambiente e ignorando a otros” (Clark, 1978; citado en Serrano, 2010, p. 269). En el segundo, el profesor es un sujeto que toma decisiones de acuerdo con las circunstancias, guía acciones y observa los efectos de las acciones en los alumnos; sin embargo, las investigaciones desarrolladas encuentran procesos cognitivos comunes, que subyacen a ambos tipos de actividades que caracterizan cada modelo; por ejemplo, en los procesos de intervención en el aula, se involucran procesos relacionados con el procesamiento de la información y de toma de decisiones; al respecto, Shavelson (citado en Pérez Gómez y Gimeno, 1988) señala que “cada acto de enseñanza es el resultado de unas decisiones, conscientes o inconscientes, que toma el profesor después de una completa elaboración de la información disponible” (p. 41).

En el mismo sentido, la mayoría de las investigaciones de la época afirma que los profesores tienden a establecer rutinas que economizan la cantidad de decisiones en el momento de la intervención o interacción con los estudiantes, para poder atender a los acontecimientos del aula y actuar frente a imprevistos en la planificación o en las rutinas de enseñanza (Pérez Gómez y Gimeno, 1988); lo que cuestiona la separación entre el procesamiento de la información y la toma de decisiones, por lo inadecuado que resulta hacer corresponder determinados procesos cognitivos con aspectos o momentos del proceso de enseñanza. También Pérez Gómez y Gimeno (1988) reportan investigaciones (Marland, 1977; Anderson, 1984, Clark y Peterson, 1986; Shavelson, 1986) que estudian los procesos cognitivos del profesor durante la intervención en el aula y la conexión de estos en estructuras abstractas de información. Los procesos a los que se hace referencia son: percepción, interpretación, anticipación y reflexión

(Marland, 1977), los cuales se articulan, como lo plantea Shavelson (1986), en esquemas que se constituyen en herramientas de pensamiento dirigidas a la acción.

Zabalza (1987) referencia diversos modelos que tratan de explicar el pensamiento del profesor, entre ellos, el de Elbaz (1983) y el de Shibutani (1977). Elbaz (1983) alude a estructuras cognitivas del docente que guían su práctica: reglas, principios e imágenes. Las reglas son afirmaciones que especifican cómo se comporta el profesor en situaciones didácticas habituales. Los principios corresponden a constructos más generales que las reglas y que se utilizan como guía de actuación y no como respuestas a situaciones concretas. Las imágenes son cuadros o ideas mentales en torno a cómo debería ser la buena enseñanza, el buen profesor, etc. Shibutani (1977) considera que el profesor desarrolla una perspectiva, una forma persistente de pensar y actuar en clase. La perspectiva lo capacita para dar sentido, interpretar y construir sus acciones.

Es importante resaltar que el concepto de esquema para interpretar el pensamiento del profesor viene de tiempo de atrás. Esto lo evidenciamos en la revisión realizada por Pérez Gómez y Gimeno (1988), quienes exponen algunas definiciones reportadas en diferentes investigaciones, entre ellas la de Anderson (1984), quien considera el esquema como “una estructura abstracta de información, una forma organizada y operativa de almacenar información en la memoria” (p. 42). Este autor encuentra tres tipos de esquemas en el pensamiento del profesor: el guión –estructura abstracta de carácter temporal– que alude a un conjunto de conocimientos concretos y estereotipados sobre una secuencia de acontecimientos dentro del aula; el escenario, que representa el conocimiento sobre las condiciones del estado del aula; los conceptos de este esquema y sus relaciones son de carácter espacial en el sentido piagetiano; y las estructuras proposicionales, que organizan los conocimientos relacionados con los “elementos de los procesos de enseñanza- aprendizaje como el conocimiento del alumno, del currículo, del clima psicosocial del aula, de las estrategias y de las técnicas didácticas” (Anderson, 1984, p. 42); para Clark y Peterson (1986) son “estructuras hipotéticas de la mente que orientan la acción didáctica” (p. 43) y Shavelson (1986) plantea la existencia de un esquema de traducción, “que organiza la traslación del conocimiento pedagógico de

carácter teórico a esquemas concretos de instrucción” (Pérez Gómez y Gimeno, 1988, p. 43).

La noción de esquemas, presentada por los autores mencionados, alude a estructuras mentales generales para explicar el funcionamiento cognitivo de los profesores. Dichos esquemas están basados en conceptos y relaciones temporales y espaciales que tienen un carácter concreto y estereotipado; si bien se expone que organizan los conocimientos y orientan la acción, no se profundiza en los componentes de dichos esquemas y su interrelación para funcionar; tampoco se menciona a la conceptualización que le subyace y su dependencia de parámetros de la situación específica, asuntos en los que profundiza Vergnaud.

Para Joyce (1980) (citado en Pérez Gómez y Gimeno, 1988, p. 43), los docentes desarrollan una “sensibilidad profesional” que orienta la selección de estímulos en el ambiente del aula –situación cambiante y no estructurada– que actúa como un marco de referencia condicionante del procesamiento de la información y de la actuación del profesor. Tanto la estructura –esquema– como la llamada sensibilidad profesional están en la base de un nivel más profundo de pensamiento, de trascendental importancia para comprender el sentido de la actuación de un profesor durante una intervención didáctica. Dicha estructura no es de carácter estático, al contrario, se puede ampliar y evolucionar. Al respecto Pérez Gómez y Gimeno (1988) afirman:

Personas-profesores, con estructuras cognitivas rígidas, pobres y poco diferenciadas en el ámbito profesional, intentan mantener invariables sus esquemas en contra de potentes evidencias contrarias del medio. Incluso cuando repetidas veces se muestran eficaces y contraproducentes, negarán y distorsionarán toda información que no encaje con las previsiones de sus esquemas. Por el contrario, a medida que el profesor ensancha sus estructuras mentales, sus redes semánticas, amplía sus posibilidades de diferenciación e integración de estímulos e informaciones de fuentes dispares y diversas, quiebra el egocentrismo mental y se abre a las sucesivas modificaciones de sus esquemas, requeridas por los cambios del contexto y por la evolución de su experiencia (p. 43).

Para Pérez Gómez y Gimeno (1988) los esquemas son estructuras que forman parte de la memoria semántica y que inciden en los procesos mentales que se activan en la enseñanza, para procesar la información del contexto y responder a las demandas del medio. Su perspectiva es piagetiana para explicar el proceso de selección e integración de estímulos e información, pues encontramos similitud con los procesos de asimilación y acomodación; no obstante, su planteamiento sobre los tipos de esquemas –rígidos o al contrario otros más flexibles y abiertos al cambio– es de gran importancia no solo para entender lo que ocurre con las formas de actuar de los maestros, sino también porque ofrece ideas esperanzadoras en los programas de formación de maestros, específicamente en la práctica pedagógica, por el efecto de los contextos y la experiencia y, además, por el proceso de formación.

Por otro lado, en el prólogo de la edición española (2001) del libro “La vida en las aulas” de Jackson (1968), Jurjo Torres Santomé señala algunas características del conocimiento que poseen y utilizan los profesores, como la organización del conocimiento en estructuras –esquemas–, las cuales contienen conceptos prototípicos que facilitan la identificación de situaciones típicas; también contienen guiones (rutinas); pueden poseer conocimientos y habilidades que les permiten identificar hechos novedosos y reconsiderar y adaptar sus rutinas; además, contienen diversos aspectos de conocimiento especializado propio de situaciones didácticas que se pueden interrelacionar entre sí con las metas del profesor de forma compleja y diferente; los esquemas se desarrollan dentro de un contexto de conocimiento y creencias relacionadas con la enseñanza; igualmente, pueden contener proposiciones imperativas que se asocian con fuertes creencias y afectos; parte del conocimiento que guía las acciones de los profesores puede ser tácito e imposible de verbalizar.

Para este autor, el conocimiento de los profesores se organiza en esquemas, lo que le facilita la acción profesional. Desde su perspectiva, el esquema tiene rasgos de estereotipo, porque plantea que está integrado por conceptos prototípicos que dan origen a rutinas (respuestas típicas a situaciones típicas), aunque considera que también tiene conocimientos que permiten identificar lo nuevo y modificarse. En un planteamiento similar, Norman (citado en Porlán, 2000, p. 62) refiere la noción de esquema prototípico

como una unidad compleja de conocimiento relativamente independiente, aunque puede establecer conexión con otras, pero que se construye básicamente en torno a un prototipo social. Para Norman, los esquemas son marcos de organización de la información que se ajustan de manera continua a la experiencia por un proceso de agregación o acumulación gradual de conocimientos, que ocurre de acuerdo con la favorabilidad o no de las circunstancias que permitan su acomodación en dichos marcos. En la base de sus explicaciones, frente a la estructuración de esquemas, se encuentran las nociones de asimilación y acomodación de Piaget, solo que, como bien lo dice Porlán (2000), no se conciben en un desarrollo vinculado con una tendencia de maduración de los individuos.

A propósito de los esquemas, Porlán (2000) hace una crítica a la consideración de los conceptos prototípicos. Para este autor, las personas construimos significados a partir de nuestra experiencia vivida; es decir, poco a poco se va configurando nuestra teoría personal o constructos personales, los cuales actúan como lentes para interpretar el mundo. Dichos constructos personales se organizan, de manera idiosincrática, en una red de esquemas cognitivos de diferentes tipos, que mantienen algún grado de relación entre ellos. Pero los conceptos prototípicos, que provienen de “la experiencia cotidiana individual y de estereotipos sociales e ideológicos asimilados e interiorizados en el transcurso de la experiencia educativa y social del individuo” (p. 72), se constituyen en una amenaza para una construcción autónoma. Sin embargo, es importante resaltar que los esquemas, para este autor, abarcan dos planos: el profundo experiencial (implícito) y el plano lingüístico, verbal y simbólico (explícito) y la relación entre ambos, donde hay similitud con el planteamiento de Vergnaud frente al esquema.

Según Pérez Gómez y Gimeno (1988), las investigaciones en enseñanza –década de los ochenta– que refieren la teoría de esquemas mentales como estructuras organizadoras del pensamiento del profesor, no aparecen en un número considerable que permita señalar las bondades de esta explicación. En la presente investigación, el esquema no se considera un estereotipo o una estructura general para enseñar que caracteriza la acción de un docente como profesional; al contrario, siguiendo a Vergnaud, el esquema es la organización de la actividad de cada docente en particular

frente a una clase de situaciones. El análisis del pensamiento y acción de un profesor se lleva a cabo en la relación esquema frente a una clase de situaciones específicas, tomando distancia de conceptos prototípicos. En este sentido, se infiere el proceso de conceptualización que organiza la acción. También en esta investigación asumimos un significado de situación diferente, no se alude a situación didáctica sino a situación como una tarea cognitiva.

Retomamos, entonces, el concepto de esquema, no desde la perspectiva que se asume en las investigaciones mencionadas, sino desde la revisión y complementación que de este concepto hace Gérard Vergnaud en el marco de la teoría de Campos Conceptuales. El esquema es un concepto fundamental de la psicología cognitiva para explicar la organización de la acción del sujeto; para Vergnaud (1990) “no es un estereotipo sino una función temporalizada de argumentos, que permite generar series de diferentes acciones y de recogida de información en función de las variables de la situación” (p. 5); además, está compuesto de invariantes operatorios y de inferencias, que son elementos indispensables para el funcionamiento del esquema en cada situación. Este autor estudia la organización cognitiva del sujeto en situación, tomando como referencia el contenido del conocimiento que está involucrado en dicha situación, y no de operaciones lógicas generales o de estructuras generales de pensamiento. Vergnaud retoma de Piaget que el conocimiento es adaptación, pero aclara que son las formas de organización de la actividad o esquemas los que se adaptan a las situaciones.

En cuanto a la línea del pensamiento del profesor, la mayoría de los trabajos revisados en los diez años posteriores a su surgimiento reconoce la importancia de una base o sustrato ideológico presente en forma implícita en los procesos de pensamiento y acción del profesor en el aula, que actúan inclusive en los escenarios más complejos y cambiantes en los que se desarrolla la práctica profesional. Dicho sustrato ideológico está constituido tanto por conocimientos explícitos organizados como también por creencias y pensamientos menos definidos (Pérez Gómez y Gimeno, 1988). Vergnaud refiere algo similar, una representación implícita o explícita de lo real analizable en términos de objetos, propiedades y relaciones, denominados invariantes operatorios que

forman parte integrante del esquema, los cuales organizan la búsqueda de la información pertinente de acuerdo con el problema o el fin que se quiere alcanzar.

A medida que se avanzó en el estudio del pensamiento del profesor, las explicaciones basadas en los modelos del procesamiento de la información y de la toma de decisiones recibieron fuertes críticas, por considerar que la sola identificación de los procesos cognitivos no era suficiente para comprender las actuaciones del profesor en el aula; era necesario ahondar en la red ideológica de teorías y creencias, las cuales tienen gran incidencia en el sentido que el profesor da a los diversos acontecimientos del ámbito escolar. La limitante más trascendental de dicho enfoque cognitivo es la idea de un modelo de racionalidad técnica como modelo explicativo de la actuación didáctica, dirigido al descubrimiento de destrezas mentales en las cuales los profesores podrían ser entrenados siguiendo un modelo preestablecido de racionalidad (Pérez Gómez y Gimeno, 1988), lo cual no es posible, pues así lo evidenciaron las investigaciones de estos años. Estamos de acuerdo con Pérez Gómez y Gimeno (1988), quien plantea que las capacidades cognitivas para intervenir en aula no son unívocas ni mecánicas, sino un espacio caracterizado por la incertidumbre, complejidad, inestabilidad, singularidad y conflictos de valor; “el profesor ha de actuar como un artista o como un investigador, creando y elaborando sus propios esquemas o instrumentos de análisis y experimentando en cada situación estrategias concretas de intervención” (p. 47). Los planteamientos anteriores y las discusiones suscitadas provocaron el surgimiento de enfoques alternativos al modelo cognitivo, por considerar los análisis sesgados a la interpretación cognitiva de la intervención docente.

Los enfoques alternativos no integran un único modelo, ya que en sus planteamientos frente a la enseñanza y el aprendizaje difieren en cuanto al papel del profesor, a la naturaleza de la investigación en Ciencias Sociales y a la relación teoría y práctica (Pérez Gómez y Gimeno, 1988). Se apoyan en bases conceptuales que parten de la idea de que la producción de conocimiento y la intervención en fenómenos sociales deben orientarse por sus propios criterios, diferentes a los desarrollados en las ciencias naturales. Puesto que el estudio de los hechos en las ciencias sociales no se agota en las conductas observables de las personas, es necesario conocer las

interpretaciones que ellas hacen de los mismos. El ser humano construye un conocimiento personal y subjetivo de la realidad de acuerdo con las experiencias vividas, que le permiten interpretar los acontecimientos, tomar decisiones y actuar según las demandas contextuales. Igualmente, no podemos interpretar la enseñanza en una relación lineal causa-efecto, es decir, actuación del profesor-aprendizaje del alumno. Al respecto, Pérez Gómez y Gimeno (1988) señalan: “la enseñanza debe entenderse como una actividad intencional, cargada de valores, en un medio psicosocial de intercambios simbólicos, donde los diferentes actores interpretan y proyectan desde su particular mundo de significados construidos” (p. 48).

Para Stenhouse (1982), la enseñanza es el arte que expresa de manera accesible a los alumnos una forma de comprender la naturaleza de lo que se enseña, entendiendo por arte el ejercicio de una técnica expresiva de significados; el artista expresa significados por medio de técnicas. Enseñar un ámbito del saber es siempre mostrar una forma de comprender la naturaleza de ese ámbito del conocimiento, su posición y significado en el mundo de la cultura y del conocimiento. La enseñanza debe concebirse como un arte, pues la complejidad, incertidumbre, intencionalidad y carácter singular de la vida del aula requieren una intervención siempre singular y creativa tanto de interpretación como de propuesta (Pérez Gómez y Gimeno, 1988, p. 48).

En coherencia con esta visión de enseñanza, se concibe el aprendizaje como una construcción subjetiva y provisional que amplía el campo de significación del saber individual y ayuda a la modificación de concepciones previas. Es una construcción determinada por el escenario exterior –estrategias que provocan la actividad del alumno– y por el contexto psicológico propio –proceso personal–. Asimismo, el papel del profesor cambia; no se puede considerar que su comportamiento se oriente por un único modelo, dado que se desenvuelve en un ambiente incierto e impredecible, como lo es el aula.

Surge entonces la idea del pensamiento práctico del profesor, el cual se genera y tiene posibilidades de modificación en la reflexión sobre la práctica. Los trabajos más representativos son los de Stenhouse y de Elliot, desarrollados en Inglaterra bajo el

modelo de investigación-acción, que representaron importantes avances en la forma de concebir la formación de profesores y de acercar la investigación didáctica a la práctica del profesor. Los planteamientos sobre el pensamiento práctico del profesor surgen en el contexto de trabajos que explican el pensamiento a partir del análisis de las acciones, pero concebidas estas como actividades inteligentes e intencionales y no solo como actos observables; dichas acciones pueden consistir en actividades explícitas sobre objetos materiales o actividades implícitas sobre objetos mentales. También se destacan los trabajos que se fundamentan en los planteamientos de Kelly, para quien, los seres humanos interpretamos la realidad mediante la utilización de constructos personales. Dicho constructo constituye un modo de percibir la realidad, se adquiere en la cotidianidad e integra conocimientos, afectividad y acción; estos son transitorios y permeables a nuevas experiencias (Pérez Gómez y Gimeno 1988).

Las teorías sobre el pensamiento práctico explican los actos de enseñanza como actos de conocimiento, actos inteligibles. En este sentido, la práctica es la expresión y el origen de dicho pensamiento; al reflexionar sobre la acción concreta, el profesor identifica su propio pensamiento práctico, el cual podría modificar. Dicho pensamiento se construye a partir de teorías formales y de conocimientos provenientes de la experiencia profesional y cotidiana. Es necesario resaltar la importancia de tales consideraciones en la formación de maestros y, específicamente, en el desarrollo de las prácticas, siendo fundamental la experiencia subjetiva que se posibilite al maestro en formación durante este periodo. Ellas pueden orientar el pensamiento práctico hacia la reproducción de perspectivas rígidas y poco flexibles ante el ambiente complejo y cambiante del aula o, al contrario, aprovechar la oportunidad de favorecer, durante las prácticas, procesos de formación de un pensamiento práctico, que cuestione el sentido de algunos de sus componentes –teorías, creencias, ideologías, perspectivas– incluyendo tanto los procesos cognitivos como afectivos que tienen relaciones de implicaciones mutuas, determinando la actuación del profesor.

En la línea del pensamiento del profesor que venimos tratando, se han ido redefiniendo en las investigaciones las cuestiones foco de estudio, pasando de los procesos formales de índole cognitiva a la consideración de las ideas, los contenidos, las

teorías implícitas, creencias y concepciones sobre fenómenos de enseñanza y aprendizaje, escuela, sociedad y cultura, entre otros. Sin embargo, esos diez años de investigaciones dejaron aportes que han servido al desarrollo de dicha línea y también a su replanteamiento, aportes que pueden ser reconceptualizados para la investigación en didáctica de las ciencias naturales. Zabalza (1987) hace un análisis de algunos de ellos y los organiza de acuerdo con tres aspectos: 1. La conceptualización de la enseñanza, 2. Los abordajes metodológicos de investigación y 3. La dimensión aplicada de la enseñanza.

1. En relación con el primer aspecto, la conceptualización de la enseñanza, el autor plantea que se hizo evidente la existencia de una doble dimensión para la enseñanza: externa e interna; esta consideración nos sitúa en la perspectiva de entender que enseñar es más de lo que el profesor hace en la clase. Para tratar de comprender las relaciones entre el mundo interno y externo de cada docente, es necesario indagar sus ideas y también observar sus acciones, registrarlas y analizarlas; puesto que “en él coexisten la acción y el discurso sobre la acción” (Zabalza, 1987, p. 112). Se añade, entonces, la componente subjetiva, intencional y racional del profesor que condiciona sus acciones. Desde ese momento, se empieza a considerar la enseñanza como una actividad profesional, y, como tal, supone superar visiones mecanicistas y técnicas de esta, basadas en acciones rutinarias y sin sentido. Sin embargo, en la actualidad persisten no solo estas visiones sino también prácticas de enseñanzas basadas en la repetición. Acogemos la postura del autor respecto de la enseñanza como actividad racional, que implica un proceso de acomodación constante a sujetos y al contexto, entendiendo la racionalidad no solo en su componente intelectual sino también en lo afectivo, emocional y experiencial.

Zabalza (1987) cuestiona el sentido de la normatividad didáctica y las posturas pragmatistas y recetarias en la literatura didáctica. Los profesores no actúan con sistemas rígidos, se encuentran en espacios en donde no se pueden considerar certezas o conexiones automáticas entre pensamiento y acción. El aula de clase, y en general el contexto escolar, le ofrece indicadores o pistas que determinan sus modos de actuación. Los actos didácticos tienen detrás un esquema cognitivo y una perspectiva personal. En

este sentido, se afirma que “los profesores van a ser mejores cuanto más conscientes sean de su práctica, eso sugiere que las prescripciones son menos útiles que los modelos fuertemente interpretativos y explicativos que les permitan codificar y decodificar curricular y operativamente su propia acción” (p. 115).

Es prioritario dejar claro que el esquema al que se refiere Zabalza en el artículo consultado no tiene el mismo significado que el que se adopta en este trabajo, a partir de la Teoría de Campos Conceptuales de Vergnaud; sin embargo, coincidimos en la visión frente a la ineficiencia del tipo receta didáctica que desconoce al maestro como intelectual y acogemos la importancia de hacer más conscientes las prácticas desde la reflexión en y sobre estas, tomando distancia de posturas del psicoanálisis. Consideramos que una propuesta en términos de campos conceptuales para abordar la enseñanza de los conceptos científicos se ubica sobre todo en una tendencia interpretativa de la acción docente, por la posibilidad de ahondar en la disciplina a enseñar, en la organización curricular y en una mediación pertinente con el contenido de un campo conceptual.

Para Zabalza (1987), la línea del pensamiento del profesor también aporta a nivel de la pragmática de la enseñanza, sustentada en la idea que se puede mejorar la enseñanza mediante la reflexión. En ese contexto reflexivo se unen lo epistemológico y lo actitudinal, lo que indica cuestionar el mundo de las certezas dadas por otros, de procedimientos rutinarios, para pasar a otro de toma de decisiones, de debate y de inseguridad. El seguimiento al pie de la letra de un libro de texto o guías curriculares anula la racionalidad del profesor, quedando supeditado a la del texto. Este autor valora trabajos en los que se concibe la enseñanza como actividad profesional con características de complejidad, incertidumbre, inestabilidad, especificidad y conflicto de valores, en la que crea un clima psicológico apto para introducir cambios, para buscar un proyecto propio.

**2.** En el segundo aspecto, los abordajes metodológicos de investigación, Zabalza (1987) destaca aportes en relación con los objetivos, con los corpus para el análisis de datos y con las técnicas de recogida de información y de análisis. Se evidencia

evolución en los objetivos de las investigaciones, pasando de conocer cómo piensan los profesores y las características de sus creencias hacia propósitos de fortalecimiento profesional. Los objetivos no solo se centran en ampliar los conocimientos sobre la enseñanza y la eficacia de los docentes, se trata también de aportarles elementos para hacer frente a los desafíos profesionales. Los pensamientos de los profesores no son solo materia prima para que los investigadores los manufacturen; los profesores reflexionan con los investigadores hacia un desarrollo profesional reflexivo, en principio introduciendo aspectos relacionados con referencias teóricas que hagan significativas las distintas acciones del profesor.

Asimismo, en los corpus de datos se ha optado por trabajar con el discurso del propio profesor, siguiendo consideraciones metodológicas de no alterar las percepciones de los profesores y alumnos sobre los hechos, para evitar acomodarlos a los modelos de los investigadores y codificarlos, haciendo difícil valorar la verosimilitud de las apreciaciones reportadas en la investigación. Entre las técnicas de recolección de datos y análisis más usadas se encuentran: a) Pensar en voz alta: se trata de que el profesor hable mientras está realizando una tarea relacionada con la enseñanza; este material se graba para posterior análisis; b) Estimulación del recuerdo: consiste en grabar la clase de un profesor y luego reproducirla en su presencia, buscando indagar sus pensamientos y criterios en la toma de decisiones. Ambos materiales se graban y se analizan posteriormente; c) Identificación de estrategias: se pregunta al profesor sus posibles juicios o decisiones que asumiría frente a eventos de la vida escolar; d) Técnica de la parrilla: consiste en suministrar al profesor una serie de afirmaciones sobre la enseñanza, para que él, de acuerdo con sus propios criterios, las clasifique; f) Diarios de clase: puede adoptar dos modalidades: pre-instructivo, el profesor describe la planificación que hace de sus clases, y post-instructivo, describe cómo desarrolló sus clases y cuáles fueron sus impresiones sobre ella; g) Entrevistas estandarizadas abiertas: se denomina estandarizada porque indaga a los participantes las mismas cuestiones o tópicos, y es abierta porque no se establecen preguntas muy concretas ni se dan alternativas de respuesta prefijada; h) Observación de clases: se utiliza como metodología de contraste, se trata de observar los comportamientos de los profesores y alumnos en el desarrollo de tareas.

En resumen, las investigaciones aportaron nuevos instrumentos para realizar análisis interpretativos de lo que el profesor va diciendo y haciendo y también para que la experiencia de los profesores sea más significativa. Después de presentar estas ideas sobre los aportes metodológicos a la investigación didáctica sobre la enseñanza, vista a través de la línea del pensamiento del profesor, pasamos al tercer aspecto.

**3.** Con respecto a la dimensión aplicada de la enseñanza, relacionada con la innovación educativa, se reconocen aportes en:

a. Replanteamiento del concepto de “efectividad docente”, puesto que es el propio docente quien contribuye con su reflexión al respecto y no desde visiones externas y conductuales.

b. Interpretación del pensamiento del profesor desde diversos modelos: esquemas, constructos, teorías implícitas, entre otros; pero también se deja en claro que la interpretación o caracterización del pensamiento no es suficiente, se trata de ampliar o modificar dichos constructos. La innovación y perfeccionamiento profesional es el resultado de la reflexión sobre la práctica para la revisión y desarrollo de los propios constructos.

c. La importancia de la flexibilidad como uno de los grandes aprendizajes que deben adquirir los profesores.

d. Los profesores gran parte de las actividades y la organización de la clase, dejando para un control consciente funciones didácticas más específicas, como el control visual de lo que sucede en clase, ayudar a estudiantes que lo requieran y resolver problemas que surjan;

De acuerdo a los resultados de investigaciones y su experiencia en el trabajo con los profesores, Zabalza encuentra que los profesores están menos atraídos por la retórica de la optimización de la enseñanza que los investigadores. Su criterio de efectividad es de carácter más pragmático: el profesor va resolviendo los problemas diarios que se le

van presentando; por ejemplo, que los alumnos se involucren de manera adecuada en las actividades de clase y que estén ocupados. Allí se describe la integración de los profesores a su trabajo como un proceso de socialización profesional que los nuevos profesores recorren. En este proceso, las costumbres y patrones de actuación del Centro configuran el pensamiento de los profesores noveles, teniendo una gran incidencia el aprendizaje por imitación. El profesor concede más valor y fiabilidad a las informaciones dadas por los otros colegas que a las dadas por los expertos o a las conclusiones de informes técnicos. Dichos asuntos también pueden plantearse como objetos de discusión y análisis en la formación didáctica de profesores.

Connelly y Clandinin (1998) (citado en Usó Viciado, 2008), enumeran los principales términos utilizados en los estudios sobre el pensamiento de los profesores:

- En primer lugar se habla de teorías: implícitas, personales, naturales, etc.
- En segundo lugar se destaca el término concepciones o ideas: preconcepciones, procesos conceptuales, concepciones populares, ideas personales o ideaciones.
- En tercer lugar se utiliza con mucha frecuencia el término creencias, utilizado generalmente en la tradición anglófona: principios y creencias, presunciones, creencias teóricas.
- En cuarto lugar encontramos los conocimientos y saberes: conocimiento práctico, conocimiento personal, etc. Se les atribuye sobre todo una dimensión práctica.
- En quinto lugar se habla de imágenes: son metáforas generales para pensar la enseñanza, o imágenes episódicas referidas a acontecimientos particulares (Calderhead y Robson, 1991);
- En sexto lugar encontramos las representaciones, término generalmente utilizado en la tradición francófona: son formas de conocimiento socialmente elaboradas y

compartidas, orientadas a la práctica y que participan en la construcción de de una realidad común a un conjunto social (Jodelet, 1994),

- Finalmente se utiliza la noción de “pensamiento” (Usó Vicedo, 2008, p. 11)

A la luz de lo que las investigaciones han ido mostrando, los estudios iniciales sobre el pensamiento del profesor prestaban mayor atención a los procesos y estructuras de este y, aproximadamente desde la década del noventa, el interés se ha centrado en el contenido de sus concepciones. En el campo de la didáctica de las ciencias, hallamos investigaciones que se identifican con dicho interés y que han profundizado en la descripción y el análisis de las concepciones de los profesores sobre diferentes aspectos de la educación científica, y en particular sobre la enseñanza de las ciencias y otras dimensiones asociadas del ámbito epistemológico y psicológico. En el siguiente apartado presentamos algunos trabajos que abordan la enseñanza de las ciencias y que consideramos relevantes para clarificar la postura de nuestro trabajo.

### **1.2.1. Estudios sobre concepciones sobre la enseñanza de las ciencias**

Las investigaciones sobre las concepciones plantean que estas actúan como herramientas para interpretar la realidad, en este caso la enseñanza de las ciencias, de ahí que se haya buscado analizar las relaciones de estas con posibles modelos de profesores o con modelos didácticos. En este sentido, Fernández y Elortegui (1996) realizaron un estudio en España sobre lo que piensan los profesores acerca de cómo se debe enseñar. Para ello recogieron datos en un contexto de formación de profesores que demandaba su posicionamiento didáctico al respecto. De dicha información seleccionaron elementos diferenciadores que pudieran actuar como indicadores de diferentes concepciones y prácticas de profesores, caracterizando cinco modelos de docentes que les sirvieron de base para centrar las entrevistas en profesores específicos representativos de cada grupo, y así completar la caracterización de cada modelo, que presentamos en la tabla 1.

**Tabla 1.** Clasificación de profesores descrita por Fernández, J. et al (1996)

ASPECTO	Tradicional	Tecnológico	Artesano	Descubridor	Constructivista
<b>Programación</b>	Cumplimiento de un programa oficial o institucional.	Secuenciación detallada de lo que se hace, basada en objetivos de actividades y terminales del curso.	Ausencia de planificación, orientación espontánea del quehacer del docente.	No sigue los contenidos de la materia disciplinar. Depende de investigaciones propuestas a los alumnos con la intención de redescubrir las principales bases de la ciencia.	Planificación concertada, profesor y estudiante. Interdisciplinar y con tendencia a la integración.
<b>Metodología</b>	Exposición predominantemente verbal. La clase es responsabilidad del profesor. Comunicación unidireccional profesor –sabe-alumno - lego-. Trabajo predominante individual como una forma de preparación a exámenes y pruebas.	Mediatizada por el científico. Metodología expositiva acompañada en ocasiones de una participación socrática. Comunicación dirigida por el profesor a través de diversas formas y medios. Trabajo de laboratorio en grupos y toma de datos individual.	Énfasis en la actividad autónoma de los alumnos. Uso de rutinas. Comunicación interactiva profesor, alumno y entre alumnos. Se favorece la participación del alumno. Libertad para intervenir, hay largas secuencias de preguntas y respuestas.	Implementación de un método científico empirista e inductivista, cuya meta es el descubrimiento investigativo. Los estudiantes actúan como pequeños investigadores novatos que pueden obtener leyes científicas importantes. El profesor pone al estudiante en situación de rehacer un descubrimiento, le facilita información y materiales de apoyo. Comunicación con los grupos de trabajo, donde acude de forma rotatoria.	El profesor ayuda al estudiante a construir conocimientos, orienta más que guiar, por lo que el avance es lento; suministra ideas, explicaciones y materiales necesarios. Comunicación multidireccional entre docentes y alumnos y entre estos. El profesor coordina el funcionamiento de la clase, dirige las situaciones y hace modificaciones por interacción con los alumnos. No está centrado en el profesor, el protagonismo está en el proceso.
<b>Ambiente de aula</b>	Desarrollo del mismo trabajo docente para el grupo clase. Riguroso orden en la clasificación para evitar distracciones	Solo un grupo de estudiantes con el que el profesor intercambia la actividad. En ocasiones organización que posibilite el debate sobre videos o noticias. - Interés del profesor por mantener el control.	No se sigue esquema prefijado. Se improvisan situaciones. Variedad de formas de organización del grupo, a veces de acuerdo con el tema o los intereses de los alumnos.	Diversos espacios de trabajo (naturaleza, laboratorios, aulas tecnológicas). Los alumnos de forma individual o en grupo solucionan problemas o experiencias	La clase se organiza de común acuerdo con los alumnos y la organización de grupos es variable. Uso de aulas, laboratorio o cualquier otro con el material requerido, con flexibilidad en el uso y elección.

Es importante resaltar para los propósitos de nuestra investigación que, de acuerdo con Fernández y Elortegui (1996), el pensamiento de los profesores es susceptible de evolución, la cual se puede explicar desde la perspectiva toulminiana, haciendo un símil con la teoría evolutiva de Darwin. Dichos autores afirman que la concepción evolucionista del pensamiento del profesor ha quedado manifiesta en otros trabajos reportados por escuelas del pensamiento didáctico, en los cuales observan signos de evolución que les permite considerar que han ido emergiendo otros tipos de profesores para adaptarse a las condiciones del entorno cultural, social, académico y de normativas educativas que demandan a los docentes la asimilación de nuevas ideas. Queremos creer que así es, siendo el supuesto fundamental que nos mueve en el trabajo como formadores de futuros maestros.

El aporte de su trabajo a la formación de profesores consiste en brindar un punto de partida para la reflexión sobre las diversas formas de enseñar. Según los autores, los análisis de los diferentes modelos pueden posibilitar la explicitación de las posiciones y convicciones de los participantes; de la comparación y crítica también se obtiene información de la propia imagen que tienen los profesores. Para Fernández y Elortegui (1996), los profesores no piensan y actúan siguiendo un único modelo, “utilizan varios en función de las circunstancias” (p. 339), razón por la cual ellos defienden una postura ecléctica por considerarla respetuosa con la personalidad e historia de cada profesor, en lo que estamos de acuerdo; y cuando defendemos la idea de que los docentes desarrollan esquemas, en el sentido que los plantea Vergnaud, es precisamente por su carácter idiosincrásico. No obstante, dicha caracterización puede iluminar los análisis de los invariantes operatorios contenidos en los esquemas de los profesores.

Por otro lado, los modelos son una interpretación aproximada de los fenómenos; y en el caso de los modelos didácticos son construcciones teóricas formales que se fundamentan en supuestos científicos, ideológicos y sociales (Fernández y Elortegui, 1996, p. 332), que se constituyen en recursos de sistematización y fundamentación de la enseñanza; sin embargo, son insuficientes para comprender los casos reales. A veces se cree que los profesores de ciencias pensamos y actuamos de acuerdo con un modelo didáctico o una perspectiva específica de enseñanza; pero debemos aceptar que existe

una gran variedad de influencias experienciales, de saberes y marcos de referencia que inciden en las representaciones que subyacen a las decisiones de aula; por ello, es necesario su seguimiento y estudio a la luz de marcos teóricos, de naturaleza cognitiva, que ayuden a comprender los procesos de conceptualización de los profesores en su interacción con otros y con los contextos, que le demandan las tareas de la enseñanza de conceptos científicos. La práctica se basa en conocimientos explícitos e implícitos de los cuales no siempre es consciente el maestro.

Dentro de las investigaciones sobre profesores, la tendencia en las últimas décadas es la profundización sobre el conocimiento profesional. En este sentido, Porlán, Rivero y Martín (1998) reportan cuatro estudios sobre el contenido de las concepciones sobre la ciencia, la enseñanza y el aprendizaje, fundamentados en los siguientes supuestos: el conocimiento profesional tiene gran incidencia en la manera de interpretar y actuar en la enseñanza, y el conocimiento profesional deseable es un conocimiento epistemológicamente diferenciado, que se genera en la reelaboración e integración de diferentes saberes y puede concebirse como un sistema de ideas en evolución (p. 271).

Dichos autores trabajaron con muestras amplias y reducidas de profesores en formación y en ejercicio de España, en los cuales detectaron diversidad de concepciones, analizadas según tres niveles de formulación: 1) nivel de partida, cercano a la tendencia mayoritaria del profesorado, 2) niveles intermedios, los que demuestran ideas para superar los obstáculos del nivel anterior, y 3) nivel de referencia que corresponde al conocimiento profesional deseable. Las categorías de análisis fueron: imagen de ciencia, modelo didáctico personal, teoría subjetiva del aprendizaje y enfoque curricular (contenidos, metodología y evaluación). (Tabla 2).

**Tabla 2.** Resumen de las concepciones de los profesores (Porlán *et al.* 1998)

Categorías	Nivel de partida	Niveles intermedios	Nivel de referencia
<b>Imagen de Ciencia</b>	Racionalismo El conocimiento es un producto de la mente humana, generado a través del rigor lógico y de la razón.	Empirismos radical El conocimiento se obtiene a partir de la observación de la realidad mediante razonamiento inductivo. Dicho conocimiento así logrado es objetivo y verdadero, es un reflejo de la realidad. Empirismo moderado Las hipótesis y la experimentación sustituyen la observación como eje fundamental del proceso científico	Relativismo moderado, constructivismo y evolucionismo Imagen de la ciencia como actividad condicionada social e históricamente, construida por los científicos (sujetos que conforman grupos) mediante diversas estrategias metodológicas. El conocimiento científico es temporal y relativo.
<b>Modelo didáctico personal</b>	Tradicional Transmisión verbal de los contenidos disciplinares como actividad central. Los contenidos son eje fundamental para organizar y desarrollar las tareas de clase.	Tecnológico Relevancia de los objetivos para estructurar la práctica y la evaluación de los aprendizajes. La enseñanza se concibe como actividad técnica.	Alternativo Se acepta el carácter complejo de la enseñanza y el aprendizaje, la participación del alumno y el rol de profesor investigador.
<b>Teoría subjetiva del aprendizaje</b>	Apropiación formal: Metáfora de mente en blanco, que recibe información del profesor y captará su significado.	Asimilación: Para aprender es necesario estar personalmente implicado, relacionando los conocimientos nuevos con lo que ya se sabe.	Construcción: Los individuos o grupos construyen conocimientos de manera gradual, lo mismo que los caminos de su evolución.
<b>Enfoque curricular: contenido</b>	Seguimiento simplificado del conocimiento disciplinar.	Adaptación del conocimiento disciplinar.	Contenidos como reelaboración e integración de conocimientos que proceden de diversas fuentes.
<b>Enfoque curricular: Metodología</b>	Transmisión verbal de conocimientos por parte del profesor. Los alumnos atienden o realizan ejercicios.	Basada en los objetivos. Basada en los intereses de los alumnos	La investigación de problemas de interés para los alumnos orienta las actividades.
<b>Enfoque curricular: Evaluación</b>	Comprobación de la apropiación de los conceptos explicados.	Medida de la obtención de objetivos. Participación en las actividades de clase	La evaluación como investigación para hacer modificaciones pertinentes en la enseñanza y el aprendizaje.

El estudio 4 se realizó exclusivamente con futuros profesores. Para estudiar el enfoque curricular revisaron diseños didácticos sobre el tema ‘cambio químico’, utilizando las subcategorías: contenido, metodología y evaluación. Los resultados mostraron ideas sobre los contenidos como un conjunto fragmentado de conceptos,

leyes y teorías que se corresponde con una visión simplificada del conocimiento disciplinar que ofrecen los libros de texto. Los contenidos están organizados en forma de listados sin establecerse relaciones entre ellos. No obstante, también encontraron elementos que dan complejidad al contenido de enseñanza, al tratar de responder a los intereses de los alumnos, relacionados con la aplicación y utilidad de fenómenos.

Con relación a la metodología, detectaron una tendencia mayoritaria centrada en dos elementos: la aplicación didáctica de la visión empirista del método científico y la explicación de conceptos por parte del profesor. Junto con estas tendencias mayoritarias se combinan otras minoritarias, centradas en el interés y participación de los alumnos y buscando actividades que tengan un potencial motivador (películas, representaciones teatrales, entre otras); y otra centrada en las concepciones de los alumnos y el papel orientador del profesor hacia un conocimiento compartido. Los resultados reportados con respecto a la evaluación se corresponden con el modelo tradicional –reproducción de los conocimientos explicados mediante exámenes escritos– y con elementos de una tendencia tecnológica –diagnósticos de conocimientos– y espontaneísta –valoración de actitudes sin pruebas escritas.

Estos futuros profesores muestran una marcada tendencia a una concepción del conocimiento asociado a procesos empíricos y prácticos, lo que los lleva a proponer una metodología de trabajo en el aula basada en la participación de los alumnos en actividades prácticas en contacto con la realidad y el laboratorio. Dicha metodología muestra una relación entre la tendencia empirista frente al conocimiento científico y lo que se propone en el terreno didáctico. Aclaran dichos autores que esto no se presenta con una coherencia completa en todas las dimensiones estudiadas por ellos.

Solís, Porlán, Rivero y Martín del Pozo (2012) reportan resultados más esperanzadores en un estudio sobre las concepciones de los profesores de ciencias en formación inicial con respecto a la metodología de la enseñanza de las ciencias; dicho estudio forma parte de las investigaciones sobre los análisis de la progresión de las concepciones del profesorado en procesos de formación, desarrolladas por estos mismos autores. Para ellos, la metodología es un elemento fundamental que define un modelo

didáctico, al estar vinculada con una pregunta clave de la enseñanza: ¿cómo conseguir que los alumnos aprendan? ya que su propósito era inferir con qué modelo didáctico eran coherentes dichas concepciones; para ello, utilizan como referencia la tipificación de los modelos didácticos – tradicional, técnico, activista e investigativo–, revisada por Porlán y Rivero en 1998. Trabajaron con veinte futuros profesores –14 mujeres y 6 hombres– de la universidad de Sevilla (España), quienes participaban de un curso organizado por módulos donde el núcleo central era la enseñanza de la Química y de la Física y sus respectivas prácticas.

Solís et al (2012) utilizaron, para la obtención de datos, informes de unidades didácticas sobre el tema de reacciones químicas, desarrolladas por los futuros profesores mediante un guión orientado por los investigadores, quienes además realizaban intervención en el aula. Los informes fueron analizados con base en una metodología cualitativa y emplearon la técnica de análisis de contenido de Bardin (1986), mediante los siguientes pasos: a) identificación de unidades de información (UI), b) codificación con dígitos para identificar cada autor y con las letras T –justificación teórica–, P –diseño de práctica–, y R –reflexión– de acuerdo a la fase del proceso de formación, c) a partir de la UI infirieron constructos hipotéticos sobre las concepciones de cada futuro profesor y estos se asignaron a los niveles establecidos: 1) nivel I: de partida, corresponde al modelo didáctico tradicional, 2) nivel II: intermedio, si el constructo es coherente con los modelos de transición: técnico y/o espontáneo y 3) nivel III: de referencia, coherente con el modelo investigativo.

Según el estudio realizado con esta muestra de futuros profesores de Química y de Física, el modelo didáctico mayoritario no es el tecnológico, como en el estudio realizado por Porlán et al (1998), ya que encuentran enfoques de enseñanza intermedios entre el tradicional y el modelo investigativo. Los modelos de transición –técnico y/o espontáneo– son mayoritarios. Solís et al. también manifiestan que es posible utilizar los modelos didácticos formalizados para analizar las concepciones y prácticas, porque ayudan a dar sentido a los datos particulares. Uno de los problemas más relevantes que hace visible esta investigación se refiere a las diferencias notables entre lo que el futuro profesor declara y lo que hace en los diseños didácticos y en la práctica; de ahí que

encontraran modelos diferentes según la fuente de la información, siendo los modelos más avanzados los obtenidos por las declaraciones teóricas. Sin embargo, resulta muy complicado para el futuro profesor poner en actividad algo que no ha interiorizado, pues a pesar de tener información recibida en los cursos de formación formal o a través de lecturas o conferencias que no ponen en práctica, no ha logrado una metacognición completa.

Coincidimos con estos autores en sus planteamientos sobre la importancia de trabajar con los futuros profesores en situaciones vinculadas con la práctica y reflexionar sobre cómo abordarlas; esto los sitúa frente a la necesidad de reflexionar sobre cuáles son las decisiones más adecuadas y por qué. También estamos de acuerdo en posibilitar la experimentación de prácticas alternativas que permitan a dichos profesores contrastar sus propias visiones, generalmente aprendidas en su experiencia como alumnos, y de la información teórica. Esto en la perspectiva de lograr cambios significativos.

Igualmente, consideramos que las reflexiones sobre los diseños didácticos tienen incidencia en el conocimiento profesional de los futuros profesores. La articulación teoría y práctica es fundamental si se pretende provocar cambios en las ideas y acciones de los profesores, en especial si se favorece la reflexión sobre las prácticas de enseñanza y, desde nuestra postura, de los esquemas que activan los maestros en formación para resolver las situaciones tareas que le demanda la misma. Se trata, entonces, de poner en “cuestión ideas interiorizadas durante su experiencia como alumnos y construir nuevos referentes en sus prácticas como profesores” (Solís et al., 2012); Asimismo, contrastar su accionar con los resultados obtenidos y con la participación de los alumnos. El docente debe ser un investigador constante de su propia práctica.

De los estudios sobre concepciones y planteamientos acerca de la organización y construcción del conocimiento profesional han derivado principios y propuestas para la formación de los profesores en general, y específicamente en formación inicial, tema del siguiente apartado.

### **1.3. LOS PROFESORES SE FORMAN EN LA INVESTIGACIÓN DE LOS PROBLEMAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS**

Dado que esta investigación se circunscribe en la formación inicial de profesores<sup>3</sup>, desarrollamos una propuesta enmarcada en una visión constructivista del conocimiento de los profesores. En este apartado presentamos algunos de los planteamientos sobre la formación de profesores de ciencias que han servido de referencia a nuestro trabajo y el contexto normativo colombiano en el que se ubica el programa de formación inicial.

Para el desarrollo de la práctica pedagógica en el contexto del programa donde se realiza esta investigación, nos parecen pertinentes las ideas presentadas por Porlán y Martín del Pozo (2008) en el modelo de “Formación de Profesores para Investigar (FOPIP)” fundamentado en una orientación socioconstructivista y de investigación, desarrollado en el marco del Proyecto Curricular IRES<sup>4</sup>. Dicho modelo se basa en la investigación de la práctica, en el trabajo en torno a Problemas Prácticos Profesionales (PPP) y en la reflexión sobre la práctica (propia o ajena) como herramientas que inciden en el cambio de las concepciones y las prácticas del profesorado.

Es importante dejar claro que nuestra investigación no ahonda en el estudio de las concepciones de los profesores, sino en los esquemas para interpretar situaciones específicas de un campo conceptual, lo que no descarta los análisis de la disciplina a enseñar desde una visión crítica y contextualizada. Nuestra propuesta de práctica pedagógica recoge varias de estas consideraciones generales, entre ellas: la convicción de la importancia de favorecer la integración de los conocimientos teóricos y la práctica, la de orientar procesos de diseños didácticos basados en contenidos escolares concretos, desde planteamientos que integren lo disciplinar, lo didáctico y la innovación como un ejercicio profesional; igualmente, somos afines a la puesta en práctica de los diseños, investigando su funcionamiento, y con la divulgación de los conocimientos obtenidos en dichos procesos, a través de diversos medios.

---

<sup>3</sup> Los términos maestro, profesor y docente en nuestro contexto tienen la misma acepción.

<sup>4</sup> *Proyecto Curricular IRES* (Investigación y Renovación Escolar, del grupo de investigación en la escuela) es impulsado por los profesores e investigadores: Porlán, Rivero, Ballenilla de la Universidad de Sevilla y Martín del Pozo de la Universidad de Complutense de Madrid

Aunque abordamos asuntos similares, lo hacemos desde el marco teórico de los Campos Conceptuales, porque consideramos que es necesario recoger los aportes de esta teoría de origen cognitivo, con importantes incursiones en la educación en ciencias y en la solución de los problemas prácticos de la enseñanza de conceptos científicos, tales como la selección de contenidos y su organización desde la perspectiva de un campo conceptual a enseñar, la identificación de metodologías pertinentes al objeto de enseñanza, de acuerdo con las características de los estudiantes y las formas de entender el aprendizaje; además, es importante porque desde la TCCV se abre una posibilidad para abordar la evaluación de los aprendizajes basada en la progresividad de la conceptualización de los estudiantes, como un ejercicio de investigación didáctica.

Compartimos con Furió (1994) sus planteamientos en cuanto que los profesores han interiorizado conocimientos sobre cómo enseñar, adquiridos en su experiencia como alumnos y en la formación académica, sin desconocer las dificultades que tienen para aceptar y poner en práctica nuevas propuestas. Este autor resalta, como requisitos en la formación, en primer lugar: conocer la materia a enseñar (esta es una idea de consenso general); en segundo lugar, destaca como una necesidad formativa del profesorado el conocimiento de la Historia y la Epistemología de las ciencias y sus implicaciones en la enseñanza. El conocimiento de la materia a enseñar supone ahondar en aspectos epistemológicos: los problemas a partir de los cuales se ha construido el conocimiento científico y su articulación en cuerpos coherentes, así como los análisis sobre las dificultades, los obstáculos epistemológicos en su construcción, las metodologías utilizadas o formas en que los científicos abordan los problemas, los criterios de validez y la aceptación de las teorías científicas.

De acuerdo con Furió (1994), la carencia de dicho conocimiento constituye una gran limitante del potencial innovador de cualquier profesor. Por otro lado, Maiztegui, et al (2000) siguiendo a Viennot (1997), advierte sobre la necesidad de superar la dicotomía entre la formación científica y la formación pedagógica y plantea reconocer las imbricadas relaciones entre “reflexión educativa y la reflexión sobre el contenido disciplinar”. Estos autores también cuestionan visiones reduccionistas que asocian el conocimiento científico a formalismos abstractos, aproblemáticos y ahistóricos,

desconociendo sus implicaciones sociales; por eso, hacen un llamado a superar planteamientos reduccionistas en la formación de profesores.

Varios autores (Maiztegui et al., 2000, Vilches y Gil (2007), resaltan la importancia de que los profesores participen en la construcción de nuevos conocimientos didácticos, abordando los problemas que la enseñanza plantea. Sin esa participación –consideran– resulta difícil que los profesores hagan suyos y lleven eficazmente adelante cambios curriculares. Reflexiones similares nos llevaron a proponerles a los profesores en formación participantes, tareas propias de la enseñanza de conceptos científicos para resolverlas en los contextos de práctica, y así, diseñar e implementar sus propuestas de enseñanza basadas en las orientaciones de Gérard Vergnaud en el marco de un proceso de investigación didáctica.

Vilches y Gil (2007) con el ánimo de superar una visión reduccionista en la formación de profesores, señalan que la docencia demanda, además de un conocimiento profundo de la disciplina a enseñar, otros saberes como:

- saber seleccionar contenidos que den una visión adecuada de las materias que se pretende enseñar y sean asequibles a los alumnos y capaces de despertar su interés;
- saber diseñar programas adecuados de actividades para orientar la indagación de los estudiantes, promoviendo su inmersión en la cultura científica;
- facilitar el funcionamiento de equipos de trabajo y los intercambios enriquecedores entre equipos;
- dirigir y evaluar la actividad de los estudiantes, concibiendo la evaluación como un instrumento de regulación y mejora continuada del proceso de enseñanza y de aprendizaje, que pueda ser percibida por los estudiantes como una ayuda real, generadora de expectativas positivas, y que contribuya a un buen clima de funcionamiento del aula, promoviendo actuaciones en el campo de la educación en valores propios de una ciudadanía activa y democrática, etc. (p. 74)

Pero sobre todo, hacen énfasis en el análisis crítico del pensamiento docente espontáneo, fruto de una prolongada impregnación ambiental en prácticas que conciben la enseñanza solo como transmisión de conocimientos. Vilches y Gil (2007) recalcan que tanto la formación de profesores como la actividad docente no pueden concebirse como tareas sencillas; al contrario, son tareas complejas, máxime si se tiene en cuenta los retos que la sociedad exige hoy a la educación científica. Por otro lado, hacen una crítica a una enseñanza centrada en los aspectos conceptuales: exponen que “la investigación está mostrando es que la comprensión significativa de los conceptos exige superar el reduccionismo conceptual y plantear la enseñanza de las ciencias como una actividad, próxima a la investigación científica, que integra los aspectos conceptuales, procedimentales y axiológicos” (p. 76-77).

Coherentes con una concepción del aprendizaje basado en la indagación, que permita a los estudiantes participar en la construcción de los conocimientos, Vilches y Gil (2007) consideran que una estrategia de formación del profesorado consiste en:

- Favorecer que los futuros docentes aprendan los contenidos de su materia mediante un proceso de investigación e impregnación en la cultura científica, como el que se pretende que utilicen después con sus alumnos y alumnas.
- Orientar su formación didáctica, es decir su apropiación del cuerpo de conocimientos elaborado por los investigadores e innovadores en didáctica de las ciencias, también como un proceso de indagación, implicando al profesorado en la investigación de los problemas de enseñanza/ aprendizaje de las ciencias que les plantea su actividad docente (Gil Pérez, Furió y Gavidia, 1998; Vilches y Gil Pérez, 2007). Se trata de brindarle apoyo con investigadores expertos que orienten las problemáticas que han de investigar los profesores o investigadores noveles, que puede incluir la réplica de trabajos. Esta propuesta exige contar con otros profesores que tengan la formación para servir de tutores a otros colegas o con grupos de investigadores noveles.

- Favorecer la vivencia de propuestas innovadoras y la reflexión didáctica explícita, cuestionando el pensamiento y comportamiento docente "espontáneos", es decir, cuestionando el carácter "natural" de "lo que siempre se ha hecho".
- Incorporar al profesorado a la investigación e innovación en didáctica de las ciencias y, de este modo, favorecer su familiarización con el cuerpo de conocimientos específico de Didáctica de las Ciencias e incorporarle a la comunidad científica en este campo. (Vilches y Gil Pérez, 2007, 79).

Vilches y Gil (2007) recogiendo planteamientos anteriores (Gil, Furió y Gavidia 1998, Maiztegui et al., 2000), proponen consolidar una comunidad de investigadores e innovadores en didáctica de las ciencias que integre equipos autónomos. Para ello, recomiendan la estrategia de "Formadores de equipos docentes" que vinculen a profesores que puedan contribuir en la formación continuada de sus colegas y servir de dinamizadores inicialmente. También sugieren redes de equipos y no de la simple puesta en común de experiencias, a través de la red, de trabajos individuales (Gil, Furió y Gavidia 1998, 12).

Llevar a la práctica real estos planteamientos es difícil, señala Vilches y Gil (2007), ya que su propuesta está en la perspectiva de un trabajo de autoformación colectivo que demanda, por un lado, la tradición de un trabajo colectivo científico en el profesorado –como en otras profesiones de carácter científico– que incorpore las nuevas generaciones de docentes, pero todavía es muy incipiente esta organización en la mayoría de países iberoamericanos. Por otro lado, las condiciones laborales no favorecen dicho trabajo colectivo, que se hace evidente en los horarios lectivos recargados y multiplicidad de actividades que debe cumplir un profesor en la cotidianidad escolar, situación que también se presenta en Colombia.

Estamos de acuerdo con Vilches y Gil (2007) que los profesores investigadores no se hacen por “decreto”, es prioritario el establecimiento de una estructura efectiva de formación inicial y continuada del profesorado por parte de las organizaciones educativas del Estado, que en conjunto con los colectivos de profesores creen las

condiciones para que los profesores puedan participar en la construcción de nuevas propuestas curriculares y didácticas pertinentes con los contextos desde la investigación. La investigación educativa en Colombia no surge como resultado de un proceso de consolidación académica frente a la educación o del trabajo a partir de problemas, objeto de estudio, del ámbito escolar, sino que se plantea como mecanismo de desarrollo de los años 50, por parte del Estado.

A continuación describimos el panorama de lo que ha sido la idea de profesor investigador en el país.

#### **1.4. EL PROFESOR INVESTIGADOR EN COLOMBIA**

En el caso de Colombia, la formación inicial de profesores y la alusión a profesor investigador ha estado muy ligada a la normativa del Estado. En una mirada retrospectiva, podemos identificar unos momentos de trascendencia en los cuales se dieron las condiciones para empezar a hablar de la investigación en la formación de profesores, o por lo menos abrir el debate sobre su viabilidad; momentos que dejaron huella en la educación del país e impregnaron de sentido la profesión docente, por el auge de la producción de conocimiento y los retos planteados para mejorar la educación, pero también otros que representan serias dificultades frente a las posibilidades de que los profesores puedan ser también investigadores. Siguiendo a Ortiz y Suárez (2009), describiremos de forma resumida los momentos que directamente se relacionan con la formación inicial.

El primer momento se da a partir del interés del Estado en buscar un mejor desarrollo del país y para ello plantea una reforma educativa que se concreta en los decretos 1710 y 1955 de 1963. En los cuales se orienta la profesionalización docente como perfeccionamiento de habilidades, destrezas y técnicas educativas para el desempeño de su labor, mediante el estudio, la observación y la investigación. El decreto 1955/63 se dirige a las Escuelas Normales<sup>5</sup> como instituciones formadoras de profesores y se asume la investigación relacionada con la capacidad de los profesores

---

<sup>5</sup> Las Escuelas Normales son instituciones formadoras de maestros, que luego se desempeñan en la educación primaria.

para leer y comprender las directrices para el cumplimiento de los programas educativos.

En el artículo 6<sup>6</sup> del decreto 1955/63, la idea de profesor investigador no trasciende la de técnico que ejecuta planes; en dicho artículo se plantea una formación de profesores centrada en técnicas pedagógicas y psicológicas para guiar el proceso de aprendizaje de los alumnos y desarrollar actividades escolares, donde la función principal del profesor es acatar planes y programas diseñados por expertos.

El segundo momento donde reaparece la idea de profesor investigador fue en el denominado Movimiento Pedagógico Nacional. Según Noguera (2002), las políticas desarrollistas generaron movimientos de resistencia –movimientos campesinos, estudiantiles y del magisterio— en la década de los setenta, que configuraron un marco de condiciones donde se gesta dicho movimiento. Para este autor, la variable de mayor incidencia para su consolidación fue la reforma curricular de 1978:

Los intentos estatales de llevar a cabo una gran reforma educativa sobre la base de los presupuestos generales de la tecnología educativa de los años setenta y de los principios centrales de la estrategia desarrollista según los cuales el problema de la educación nacional era, fundamentalmente, un problema técnico, tecnológico y económico, por tanto su solución correspondía a ciertas instancias estatales especializadas. Con base en estos fundamentos, el Ministerio de Educación puso en marcha –hacia 1975—el programa de mejoramiento cualitativo de la educación, inicio de la reestructuración del Ministerio y del sistema educativo nacional (decreto –ley 088 de 1976) e impulsó el proceso de reforma curricular (Decreto 1419 de 1978, p. 61)

---

<sup>6</sup> Artículo 6 b) Proporcionar formación científica. Para lo cual debe: Dar al alumno maestro una base de cultura general, y sólidos conocimientos de las ciencias y las artes que debe enseñar en el nivel de la escuela primaria: **Estimular sus aptitudes para usar inteligentemente los conocimientos, habilidades, destrezas y técnicas, en la tarea de su perfeccionamiento, mediante el estudio, la observación y la investigación;** c) Proporcionar formación profesional y técnica adecuada. Para lo cual debe: Intensificar el estudio de las ciencias y las técnicas pedagógicas y psicológicas con el fin de que el maestro pueda comprender y orientar la conducta del niño, guiarlo en el progreso del aprendizaje, fomentar su desarrollo armónico y favorecer su integración a la vida social; Enseñar los principios y las técnicas de la organización, ejecución, supervisión y evaluación de las actividades escolares; **Preparar al alumno maestro eficientemente para comprender los objetivos de la educación elemental, mediante la interpretación acertada de los planes y programas de estudio [...]** (decreto 1955 de 1963) tomado de Ortiz y Suárez, 2009, 120.

Esto coincide con miradas de lo educativo a nivel internacional, en lo que se denominó la tecnología educativa, caracterizada por el desarrollo de una educación basada en el cumplimiento de objetivos, con planes de estudio organizados por especialistas. El descontento de los profesores por dicha reforma no se hizo esperar; como respuesta, varios profesores, investigadores y docentes universitarios iniciaron un amplio debate. Ortiz y Suárez (2009) explican:

El movimiento de renovación pedagógica y educativa se dio a nivel mundial, apoyado por intelectuales como Stenhouse (1985), Sacristán (1983), Elliot (1993), Imbernón (1994), Freire en Suramérica. En Colombia, desde el inicio del Movimiento Pedagógico (1982), se vincularon profesores universitarios tales como: Antanas Mockus, Jose Granes, Carlo Federici y su grupo, Olga Lucía Zuluaga, Alberto Echeverri (grupo de Historia de la Práctica Pedagógica en Colombia, conformado por profesores de varias universidades del país), Mario Díaz Villa, Rodrigo Parra Sandoval, entre otros (p. 122).

En Colombia, los grupos de intelectuales convocaron a profesores de escuelas y colegios en un trabajo cuyo propósito fundamental era el reconocimiento de la pedagogía como un saber propio que identifica la profesión del profesor. También el Movimiento Pedagógico Nacional (MPN) lucha por defender el derecho de los profesores a participar en la construcción de políticas públicas de educación (Ortiz y Suárez, 2009). Resultado de este trabajo que propugna por la valoración del profesor como portador de un saber, se hacen visibles experiencias innovadoras realizadas por profesores de diferentes partes del país, surgen diversos medios de difusión de las reflexiones y debates educativos –Revista Educación y Cultura– además se crean centros de estudios e investigaciones y diversos tipos de eventos académicos, de discusión y difusión.

Surgen varios trabajos investigativos en la perspectiva pedagógica y didáctica. Zuluaga (1990) (citada en Noguera, 2002), realiza una clasificación de los trabajos pedagógicos en dos categorías: los que se interesan en la estructura interna de la pedagogía y los que trabajan sobre sus condiciones de posibilidad en la sociedad. Para Noguera (2002) también se hacen visibles investigaciones de la didáctica de las ciencias, “los trabajos sobre la enseñanza de los saberes específicos también lograron su

consolidación durante este periodo al punto de constituirse hoy en una de las áreas significativas de la investigación educativa” (p. 265). Pero tal auge académico y de la investigación fue efímero; en la década del noventa se fortalecen las políticas estatales, a partir de los discursos del Movimiento Pedagógico Nacional, dándole un giro a la dinámica que se traía.

En la década del 90 se formula la Ley General de Educación, Ley 115 de 1994, que recoge iniciativas gestadas en la década del 80 e instaura el maestro investigador. Surge el plan decenal de Educación 1996-2005, que en su capítulo III establece el diseño y ejecución de un programa de investigación e innovación educativa y pedagógica al cual debían vincularse los educadores, las facultades de educación y las Escuelas Normales. Se expiden los decretos 3012 de 1997 y 272 de 1998 que reglamentan los procesos iniciales de “acreditación de la calidad” de los programas de educación<sup>7</sup>, en los cuales se define la pedagogía como el saber fundante y la investigación en la formación de maestros. El decreto 3012 señala las disposiciones para la organización y funcionamiento de las Escuelas Normales Superiores y en él se orientan las prácticas con un carácter investigativo. El decreto 272 orienta la reestructuración de la educación superior y las facultades de educación, plantea la reforma de currículos para la formación de educadores y se retoma la investigación formativa como estrategia de formación de los futuros maestros.

Según Ortiz y Suárez (2009), las normativas se orientaron hacia una profesionalización basada en la reflexión, la investigación y la innovación en la práctica. De acuerdo con estos autores, se promueve una cultura investigativa en las instituciones formadoras de profesores, en los programas académicos de pregrado, mediante la estrategia de la investigación formativa<sup>8</sup>, desarrollada en las prácticas pedagógicas y los trabajos de grado y en programas de Maestrías y Doctorados se plantea la producción investigativa. En la década del noventa no se logró la configuración de una comunidad

---

<sup>7</sup> Para Noguera (2002) el proceso de “acreditación de la calidad” permitió controlar la oferta de los programas de formación superior de docentes, pasando de 1800 a 700.

<sup>8</sup> De acuerdo con Bernardo Restrepo, el CNA, Consejo Nacional de Acreditación, la investigación formativa es la investigación que se hace entre estudiantes y docentes en el desarrollo del currículo de un programa. Restrepo B. *Conceptos y aplicaciones de la investigación formativa y criterios para evaluar la investigación científica en sentido estricto*.

académica propiamente dicha con un trabajo intelectual alrededor de propósitos comunes. Al contrario, se consolidaron grupos y proyectos particulares, finalmente se fragmentó el Movimiento Pedagógico. Sin embargo, al lado de temas de investigación relacionados con los proyectos educativos institucionales, la autonomía escolar, los logros e indicadores de logros, la evaluación de la calidad, entre otros, fue “posible apreciar la consolidación de nuevos grupos alrededor de temáticas como la enseñanza de los saberes” (Noguera, 2002, p. 267).

Desde ese momento, los programas de formación inicial de profesores deben favorecer los procesos de investigación; es así como se reitera en el decreto 1295 de 2010 que para ofrecer y desarrollar un programa académico de educación superior se requiere contar previamente con el registro calificado del mismo, el cual es otorgado por el Ministerio de Educación Nacional a las instituciones de educación superior legalmente reconocidas en Colombia. Dicho decreto plantea en su Art. 5 las condiciones para obtener el registro calificado; entre ellas: el programa debe proveer la manera como va a promover la investigación formativa de los estudiantes o los procesos de investigación en concordancia con el nivel de formación y sus objetivos. Específicamente, en el programa académico<sup>9</sup> en el que se desarrolla esta investigación, los profesores en formación se relacionan con problemáticas de los ámbitos formal e informal, conectados con preocupaciones de la Enseñanza de las Ciencias Naturales; con ellos se plantean ejercicios de investigación formativa, y bajo la dirección de un docente-investigador abordan una problemática de investigación en el contexto de la Didáctica de las Ciencias.

La TCCV orienta a los profesores sobre un proceso de investigación relativo a la conceptualización que llevan a cabo los estudiantes en el dominio de un campo conceptual determinado, que se circunscribe en la Didáctica de las Ciencias. Nuestro propósito fundamental en la formación de los futuros profesores es presentar una forma alternativa de enseñanza de conceptos científicos a la cultura escolar tradicional, cuyos contenidos se abordan mediante definiciones aisladas, al igual que la evaluación de los aprendizajes; de ahí la insistencia de la formación de un profesor investigador. En este

---

<sup>9</sup> Los componentes del programa, las consideraciones con respecto a la investigación y las líneas de investigación que se ofrecen se pueden consultar en <https://sites.google.com/site/pageciencias/home>

sentido, la práctica tiene como objetivo básico que los futuros profesores se apropien significativamente de dicha alternativa, logrando que ellos realicen una práctica investigativa de su proceso didáctico con sus estudiantes.

La Teoría de Campos Conceptuales se constituye en un referente para que profesores en formación puedan identificar y analizar conocimientos previos de sus estudiantes y los posibles obstáculos al aprendizaje, para que de forma coherente diseñen procesos de mediación didáctica e indaguen la posibilidad de adquisición de un campo conceptual. Además, son de gran relevancia los análisis que realicen los propios profesores en formación sobre las diferencias en sus conceptualizaciones y esquemas sobre la enseñanza de conceptos científicos, al iniciar la práctica y luego al finalizarla. Es necesario recordar que los practicantes son profesores en ejercicio.

## **1.5. EL PROBLEMA A INVESTIGAR**

El problema que trata de desarrollar este estudio surge en un programa universitario de formación de maestros, a partir de las expectativas y requerimientos que la orientación de un proceso de práctica pedagógica suscita. Comenzaremos esbozando los aspectos y condiciones que fueron configurando el problema de esta investigación.

Una de las dificultades a las que se enfrentan las instituciones formadoras de maestros, y en general en las instituciones educativas, es la forma poco integrada como se asume el currículo, y específicamente en lo relacionado con la selección, organización y distribución de los contenidos considerados legítimos, que se materializan en planes de estudio o programas académicos. Esta organización se basa fundamentalmente en una estructura formal de materias o asignaturas, a la cual le subyace la idea de separación o de fronteras, lo que ha generado efectos en la manera de asumir el trabajo de formación de maestros; esto es: una enseñanza de asignaturas sin referencia a otras; asignación de tiempos dedicados a cada materia según los criterios de los organizadores; respuesta académica de los estudiantes condicionada a las demandas de cada materia o profesor para obtener éxito en ella; sentido de propiedad que tienen los profesores sobre las asignaturas y su contenido, profesores que en ocasiones evaden

o subvaloran otras tendencias teóricas que no son de su dominio; acercamientos a reflexiones sobre integración de saberes que se quedan en miradas desde el deber ser alejadas de la práctica.

Las recomendaciones vigentes para los programas de formación de maestros de Ciencias Naturales señalan la necesidad de incluir contenidos y reflexiones de los ámbitos: epistemológico, psicopedagógico, didáctico, disciplinar y de investigación, que se constituyen, a su vez, en fuentes o referentes que tienen implicaciones fundamentales en el diseño de currículos y propuestas de enseñanza de las ciencias. Se pretende que los contenidos en historia, epistemología y sociología de las ciencias aporten en la fundamentación teórica y posibiliten la reflexión respecto de la naturaleza del conocimiento científico, sus modos de construcción y validación. Asimismo, es necesario viabilizar los análisis sobre posturas epistemológicas contemporáneas y sobre las complejas relaciones de las visiones de ciencia con las visiones de enseñanza y aprendizaje, aspectos que fundamentan las prácticas de enseñanza. En general se busca impulsar, desde perspectivas socioculturales actuales, la reflexión sobre la importancia de razonar las decisiones, ser flexibles mentalmente, tener curiosidad por conocer y ser sensibles a los problemas humanos en el contexto global de la naturaleza (Nieda y Macedo, 1997).

Los conocimientos psicopedagógicos aportan explicaciones sobre los procesos de aprendizaje en general, y específicamente de los conocimientos científicos, que pueden ayudar a los maestros en formación a cuestionarse asuntos sobre: la comprensión de los conceptos científicos, el análisis de las dificultades para la abstracción, la superación del pensamiento causal simple y lineal, la jerarquización de conocimientos según su dificultad, el planteamiento de estrategias de enseñanza y la orientación de acciones mediadoras. Igualmente, brinda elementos para proponer metodologías de investigación de problemas relacionados con el aprendizaje desde interpretaciones más rigurosas que las cotidianas (Nieda y Macedo, 1997).

Los conocimientos que integran los distintos aspectos relativos a la enseñanza de las ciencias deben ser objeto de discusión y análisis en los programas de formación; por

ejemplo, cuestionar la eficacia de la enseñanza por transmisión de conocimientos ya elaborados y las visiones simplistas sobre el aprendizaje y enseñanza de las ciencias que plantean que enseñar es una actividad para la cual basta con conocer la asignatura y disponer de algo de experiencia. En este sentido, los conocimientos didácticos iluminan la posibilidad de articular el saber con el saber hacer y la implementación de prácticas innovadoras. Siguiendo con los núcleos básicos de contenidos, se promueve abordar en los programas de formación de maestros de ciencias los conocimientos disciplinares con profundidad; estos, y sus métodos de construcción, son fuente para el diseño de propuestas para su enseñanza y aprendizaje.

Desde aproximadamente tres décadas se viene planteando la idea del maestro investigador, que cuestione asuntos relacionados con su propia práctica docente y otros aspectos de la vida escolar, dándole un rol activo en la implementación del currículo y la generación de propuestas educativas pertinentes a los contextos socioculturales donde le corresponde actuar. Maestros con capacidad de reflexionar sobre sus prácticas, analizarlas críticamente y transformarlas. En coherencia con estos planteamientos, se promueve la inclusión de contenidos sobre investigación en los programas de formación de maestros, aportando fundamentación teórica y metodologías que permitan a los maestros abordar objetos de estudio mediante procesos sistemáticos. Sin embargo, tales propósitos no logran consolidarse si no se parte de la concepción de una formación en y desde la práctica de la investigación; de lo contrario, se sumaría a otros cursos teóricos descontextualizados de la aplicación. Se requiere una propuesta consistente que brinde al maestro en formación la posibilidad de hacer síntesis de las teorías en las cuales fue formado, para articular los conocimientos disciplinares, epistemológicos, psicopedagógicos y didácticos por medio de la investigación. Este es el reto que representa ser asesor de la práctica pedagógica en los programas de formación de maestros.

La Ley General de Educación en Colombia plantea en su artículo 109: la formación de un educador de la más alta calidad científica y ética, el desarrollo de la teoría y la práctica pedagógica como parte fundamental del saber del educador, el fortalecimiento en la investigación en el campo pedagógico y en el saber específico, y la

preparación de educadores a nivel de pregrado y de postgrado para los diferentes niveles y formas de prestación del servicio educativo (art. 109 Ley 115 de 1994). La inclusión de dichos fundamentos y normativas en los currículos no representa incoherencia; al contrario, un maestro en el momento actual debe acceder a una sólida formación en lo epistemológico, en los saberes disciplinares que va enseñar, en los saberes pedagógicos y didácticos que le den identidad profesional y en investigación.

El problema radica en la manera como los futuros maestros se apropian de los conocimientos y su claridad para aplicarlos, presentándose dificultades entre el saber y el saber hacer en el momento de enfrentar la práctica pedagógica; como es obvio que ocurra; pero también porque vienen de un proceso de formación mediante cursos centrados en núcleos de saberes de naturaleza teórica específica. Dada mi experiencia de más de diez años como profesora asesora de práctica pedagógica en la licenciatura mencionada, los maestros en formación muestran dificultades para articular conceptos de naturaleza epistemológica, disciplinar, didáctica y de investigación en la construcción de propuestas de enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos. Si bien el programa de la Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental acoge los lineamientos internacionales y nacionales antes mencionados y otros que surgen de las necesidades locales y de las discusiones académicas para la formación de maestros, tiene previsto el desarrollo de la práctica pedagógica en los tres últimos semestres, lo que no ocurre con otros programas de licenciaturas que consideran prácticas tempranas en su pénsum.

Sumado a lo anterior, también es importante considerar la falta de experiencia y poca claridad de los maestros en formación para asumirse como sujetos de saber, situaciones que, frente a la complejidad de la enseñanza, tienen gran incidencia en el rumbo que tomen los procesos. Cuando los maestros inician sus prácticas y el ejercicio profesional, se ven abocados a actuar ante las demandas, expectativas, necesidades, problemas, currículo oculto, entre otros aspectos de las instituciones educativas. Producto de la formación académica, estos maestros cuentan con teorías o discursos de diversos ámbitos que nutren la conceptualización sobre la enseñanza, y específicamente con conocimientos científicos; sin embargo, esta tensión entre la gama de teorías

abstractas y la realidad la resuelven, en la mayoría de los casos, apoyados en las prácticas de otros profesores colegas o en el recuerdo de las maneras de enseñar de sus propios profesores, tal como lo señalan otras investigaciones (De Tezanos, 2006; Porlán, 2000; Pérez Gómez y Gimeno, 1988).

Esto nos condujo a pensar en cómo orientar la práctica pedagógica y la investigación, de tal forma que posibilite a los maestros en formación articular saberes adquiridos en otros cursos previos, desde una perspectiva actual e innovadora en el medio y que se materialice en propuestas de enseñanza de conceptos científicos, que puedan ser implementadas en los contextos de prácticas. Se opta entonces por ofertar una línea de trabajo que asume la teoría de los campos conceptuales, por las razones expresadas en el apartado 1.1, línea en la cual se inscriben un grupo de cinco estudiantes de la licenciatura o maestros en formación.

Asociado con esto surge la pregunta:

¿Cómo lograr que estos maestros en formación se apropien de los planteamientos de la Teoría de Campos Conceptuales de Vergnaud para plantear y desarrollar propuestas de enseñanza de conceptos científicos que articulen saberes de la cognición, disciplinares, didácticos y de investigación?

En los mismos planteamientos de la TCCV encontramos posibles caminos, ya que es un referente que da gran importancia a la actividad del sujeto en los procesos de conceptualización. Asimismo, considera que sus actuaciones y respuestas están en función de las situaciones con las cuales son confrontados (nos interesa superar las propuestas teóricas transmisionistas). Además, en esta teoría se concibe el conocimiento formado por los saberes que se expresan en forma de enunciados y por los procedimientos; es decir, los procedimientos no están vacíos de contenido conceptual. Nos propusimos desarrollar los asuntos teóricos que pretendíamos que los maestros en formación aprendieran vinculándolos con actividades prácticas; por tanto, estos profesores se forman en los planteamientos de la TCCV y en la práctica que desempeñan para investigar y enseñar conceptos científicos.

Lo anterior nos llevó a la necesidad de hacer un seguimiento a la conceptualización que logran los maestros en formación en este proceso, lo que implica indagar sus verbalizaciones y acciones con respecto a la enseñanza de conceptos científicos y de ahí inferir los posibles elementos que configuran sus esquemas.

La pregunta de investigación se concreta en los siguientes términos:

¿Qué implicaciones tiene una propuesta de formación que asume postulados básicos de la teoría de Campos Conceptuales de Gérard Vergnaud en esquemas de acción de un grupo de maestros de ciencias?

Y las preguntas auxiliares las formulamos en la siguiente forma:

¿Cuáles elementos forman parte de esquemas que activan los maestros en formación de Ciencias ante situaciones de enseñanza de conceptos científicos cuando ingresan en las asignaturas de la práctica pedagógica?

¿Cómo se modifican esquemas acción de los maestros participantes, cuando enfrentan situaciones de enseñanza de conceptos científicos, durante un proceso de formación en una perspectiva de enseñanza que asume planteamientos de Vergnaud?

¿Cuáles son los elementos en los que los esquemas inferidos revelan una aproximación a los planteamientos para la enseñanza de los conceptos científicos, orientados en la teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud?

¿Cómo permite la teoría de Campos Conceptuales una orientación de la formación de maestros de ciencias?

La consideración de acciones y verbalizaciones aisladas no son indicadores fiables para caracterizar o tipificar el esquema de un maestro o grupo de maestros en un modelo de enseñanza; es necesario su seguimiento y estudio, a la luz de marcos teóricos que ayuden a comprender los procesos de conceptualización elaboradas por ellos en su

interacción con los otros y con los contextos para responder a las demandas de las tareas de la enseñanza de conceptos científicos. El marco teórico de Vergnaud posibilita estudiar el funcionamiento cognitivo del sujeto en situación, tomando como referencia el propio contenido de conocimiento y el análisis conceptual del dominio de ese conocimiento (Moreira, Greca, Rodríguez, 2002).

En coherencia con estos interrogantes y referente teórico, nos planteamos los siguientes objetivos:

## **1.6. OBJETIVOS**

### **1.6.1. Objetivo General**

Inferir posibles esquemas de un grupo de maestros de ciencias y el devenir de los mismos, considerando un proceso de formación que asume postulados básicos de la Teoría de Campos Conceptuales de Gérard Vergnaud.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- Identificar elementos que configuran los esquemas que activan los maestros participantes para enseñar conceptos científicos cuando inician la *práctica pedagógica*.
- Implementar una propuesta de formación orientada al desarrollo de los conceptos involucrados en una perspectiva de enseñanza de conceptos científicos desde planteamientos de Gérard Vergnaud.
- Evaluar posibles modificaciones en los elementos de los esquemas durante la implementación de la propuesta, que mediante acciones intencionadas pone a los maestros *en formación en clases de situaciones* relacionadas con la enseñanza de conceptos científicos desde planteamientos de Gérard Vergnaud.
- Valorar la pertinencia TCCV en la formación de maestros de ciencias naturales.



## **2. LA TEORÍA DE CAMPOS CONCEPTUALES Y LA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS CIENTÍFICOS**

### **2.1. LA TEORÍA DE LOS CAMPOS CONCEPTUALES DE GÉRARD VERGNAUD**

Es una teoría psicológica que se consolida en la investigación en didáctica de la matemática. Su autor es Gérard Vergnaud y la desarrolla en estudios sobre la cognición en niños y adolescentes. En la génesis de dicha teoría hubo importantes aportes de otras personas de diversas áreas del conocimiento: artes, filosofía, lingüística y psicología. Gérard Vergnaud (2008) reporta como una de sus primeras referencias las ideas de Etienne Decroux, profesor de pantomima, con quien tuvo la posibilidad de relacionarse aún siendo un joven intelectual. De él retomó dos planteamientos fundamentales: “no hay estética sin repetición [...] y no hay tampoco estética sin sorpresa” (p. 14).

Las ideas de familiaridad y novedad que se infieren de las anteriores afirmaciones están presentes en uno de los conceptos fundamentales de su teoría, el esquema de pensamiento. Según el autor, en el momento de enfrentar nuevas situaciones se recurre a esquemas ya existentes, incluso algunos que llevan a errores; es así como se descubren nuevos aspectos, se reorganizan y combinan elementos de esquemas anteriores, para llegar a una solución, aunque sea provisional. A estas conclusiones llega Vergnaud (2008) en un trabajo de investigación con niños, en el cual, con base en 600 protocolos recogidos, identifica 60 tipos de esquemas de pensamiento que evidencian los dos aspectos señalados: “lo sistemático y lo oportunista” (p. 15).

También incidieron en su vida intelectual: Trathenbrot, autor del libro “Algoritmos y máquinas de calcular”, y Newell, sobre la simulación de la resolución de problemas por programas de cómputo utilizando reglas de acción. Los planteamientos de Trathenbrot sobre la efectividad de los algoritmos inspiraron a Vergnaud en una concepción algorítmica del sujeto, idea que descartó y posteriormente modificó, por considerar que con esta apreciación desaparecería el sujeto como tal; evolucionó,

entonces, hacia la idea de que “los algoritmos son ‘esquemas de pensamiento’, pero los ‘esquemas de pensamiento’ no son todos algoritmos” (Vergnaud, 2008, p. 18).

Estos acercamientos teóricos y cuestionamientos a sus propias ideas llevaron a Vergnaud a reflexionar sobre la eficacia y eficiencia de los esquemas, encontrando que no necesariamente reúnen estas características. Al respecto, señala: “la memoria de los gestos está nutrida de ‘esquemas de pensamiento’, pero todas sus propiedades no son igualmente recuperables por la memoria” (Vergnaud, 2008, p. 19). Por ejemplo, cuando se sube unas escaleras en la oscuridad, que en otro momento ya se han subido, se recuerda el tamaño de los escalones, pero no el número total de ellos. Por otro lado, las investigaciones de Piaget ya habían mostrado la relación entre el raciocinio y los esquemas de pensamiento y cómo estos podían favorecerlo u obstaculizarlo. Para Vergnaud, la razón de errores está en la evocación de esquemas familiares que no resultan pertinentes. Estas reflexiones lo llevaron a “investigar en los procesos de conceptualización las principales razones de los éxitos y de las fallas” (Vergnaud, 2008, p. 19) en la educación matemática.

Siguiendo con las influencias recibidas y consideraciones en desacuerdo, Vergnaud se aproxima a la obra de Lenin, “materialismo y empiriocriticismo”, en un momento de su vida en que sus intereses se centraron en el realismo y el idealismo. De él estudia el concepto “reflejo” utilizado para dar cuenta de la relación entre la ciencia materialista y la realidad. Pero, al mismo tiempo, le inquietaban planteamientos de Saussure respecto del signo como algo arbitrario y, a propósito, se pregunta: si “la ciencia está compuesta de conceptos, pero también de palabras, de enunciados y de signos; ¿cómo puede esto reflejar la realidad si los signos son arbitrarios?” (Vergnaud, 2008, p. 22).

En esta búsqueda filosófica por explicar la relación entre el pensamiento y la realidad, Vergnaud toma distancia del concepto “reflejo” explicado por Lenin, porque expresa una idea de correspondencia que él considera no adecuada y asume el concepto homomorfismo del ámbito teórico de la matemática. Al respecto, dice:

Así la representación no sea la realidad, solo es suficiente que le sea homomorfa para algunos aspectos, a fin de que ella pueda cumplir su función de cálculo sobre lo real, particularmente en la acción. [...]. Por lo tanto, lo que es pertinente para las relaciones entre real y representación es también pertinente para las relaciones entre significados de la representación y los significantes de la lengua, siempre para algunos aspectos, pero no para todos. Eso es suficiente para que podamos comunicarnos (Vergnaud, 2008, p. 23).

Teniendo en cuenta estas consideraciones, Vergnaud recurre al concepto de homomorfismo para interpretar la relación entre la realidad y la representación de esta. Con el siguiente ejemplo ilustra un homomorfismo matemático:

$\text{Card}(A \cup B) = \text{Card}(A) + \text{Card}(B)$ , cuando la intersección de A y de B es vacía. Para entender el concepto de número es básico el teorema de adición de cardinales: la suma de cardinal A + cardinal B. Esto le permite al niño ahorrar el recuento del todo, cuando él ya contó los dos conjuntos A y B (Vergnaud, 2008, p. 24).

Subyace la idea de operar en un conjunto de llegada cuestiones que serían muy difíciles en el conjunto de partida. Mediante el concepto de “homomorfismo”, este autor explica la conceptualización de lo real –implícita en la actividad– y el simbolismo – forma explícita y comunicable de los conceptos:

En una conclusión parcial, si yo regresara al materialismo dialéctico, me vería llevado a considerar, por un lado, que el concepto de homomorfismo trae una respuesta satisfactoria a varios problemas epistemológicos del materialismo; por otro lado, no debemos ignorar la dialéctica profunda que liga entre ellas varias parejas de conceptos fundamentales: esquema y situación, concepto y teorema, signo y significado. Saussure nos enseña que signo y significado son totalmente distintos, pero inseparables. De la misma forma, tampoco hay teorema sin concepto, ni concepto sin teorema. Al final de cuentas, “esquema de pensamiento” y situación forman también una pareja inseparable. (Vergnaud, 2008, p. 26).

Vergnaud utiliza el concepto homomorfismo para explicar relaciones que considera no son de correspondencia, como lo indicaba el concepto de reflejo. Por otro lado, también retoma de Saussure su idea frente a la existencia de parejas de conceptos

distintos, pero estrechamente vinculados, lo cual le permite sustentar las relaciones entre concepto y teorema y entre esquema y situación.

Otro de los autores que inspiraron la teoría de Vergnaud fue Liev Vygotsky, quien también plantea una postura desarrollista del conocimiento, pero más centrada en lo cultural. De él retoma la importancia del lenguaje, la simbolización y la interacción social para explicar el progreso en la conceptualización de un sujeto. Vygotsky teorizó en torno a la idea de que el desarrollo cognitivo no puede ser entendido sin referencia al contexto social y cultural en el cual ocurre. Por la apropiación –internalización– que hace cada individuo de los sistemas de signos e instrumentos construidos socialmente a través de la historia, va modificando sus operaciones psicológicas y, por tanto, su capacidad para utilizarlas y acceder a procesos mentales superiores. Este proceso de internalización del conocimiento sociohistórico y culturalmente construido se lleva a cabo gracias a la interacción social que posibilita el intercambio de informaciones y de experiencias.

Esta interacción, según Vygotsky, es fundamental para el desarrollo cognitivo y lingüístico de los seres humanos, ya que los significados se construyen socialmente. Por ejemplo, los significados de las palabras –signos lingüísticos– y de los gestos son contextuales; es así como pueden cambiar de significado de una lengua a otra o de una cultura a otra, o también dentro de una misma lengua o dentro de una misma cultura. Un signo puede no significar nada para un individuo que no haya tenido la oportunidad de interactuar socialmente con él. Desde esta perspectiva teórica, el lenguaje –sistema de signos– es fundamental en el desarrollo cognitivo del individuo, porque le permite apartarse del contexto concreto y, por ende, operar en niveles de abstracción propios de los procesos mentales superiores (Vygotsky, 1987).

También Vergnaud retoma de Vygostki la distinción entre los conceptos de sentido y significado. Según Vygostki, la experiencia contribuye en la formación del sentido; por ejemplo, cuando un niño escucha una palabra nueva en el salón de clase le da un sentido desde su propia experiencia, y este sentido puede modificarse en relación

con la situación presente y otras experiencias posteriores (Vergnaud, 2008, p. 27). Para Vygotsky (1987):

El sentido es la suma de los eventos psicológicos que la palabra, o la situación, evoca en la conciencia; es un todo fluido y dinámico, con zonas de estabilidad variable, de las cuales la más estable y precisa es el significado. Significado es una construcción social, de origen convencional, relativamente estable, pero mutable y contextual. El sentido es personal, el significado es social (p. 45).

En la perspectiva de diferenciar sentido y significado, Vergnaud plantea el siguiente ejemplo, en la fórmula  $V=Sh$ , que representa las relaciones entre  $V$  el volumen de un prisma recto,  $S$  la superficie de la base y  $h$  la altura; la lectura que puede hacerse de esta, presenta diversos sentidos que dependen de conceptualizaciones del sujeto y no del significado de los símbolos. Se requieren categorías de pensamiento para entender relaciones en una fórmula o enunciado, que a veces no son explícitas. Dichas categorías no solo se refieren a objetos, también a relaciones. Vergnaud (2008) afirma:

No es un descubrimiento decir que necesitamos categorías de pensamiento para leer lo real y para comprender el lenguaje y los sistemas de signos; pero, esa idea no es teorizada, y necesitamos para ello tomar a pecho la tesis de que la conceptualización está ligada a la acción, y no sólo a los sistemas de signos, cualquiera que sea la importancia de su papel. (p. 30)

Vergnaud vincula el sentido a la conceptualización contenida en los esquemas. Por ejemplo, la lectura de fórmulas y de enunciados tiene sentido en la medida que se logren evocar esquemas para interpretarlos. Dicho término también fue abordado por Piaget, quien consideraba que “el sentido son los esquemas”. Tratando de interpretar esta declaración, Vergnaud (2008) recurre a la idea de actividad, y afirma que “el esquema de pensamiento es justamente una forma de organización de la actividad”. Luego prosigue: “una situación, un objeto, un enunciado o una palabra tienen sentido para un alumno, en la medida en que éste consigue evocar uno o varios ‘esquemas de pensamiento’, sean oportunos o no” (p. 28).

De esta manera, Vergnaud encuentra relación entre la teoría de la actividad de Vygotsky y el concepto de esquema de Piaget. Para Vergnaud “el sentido contenido en los esquemas es del orden de la conceptualización” (Vergnaud, 2008, p. 28); por esto resalta la importancia de los invariantes operatorios en su teoría de la conceptualización, puesto que considera que no está sujeta a sistemas de signos o lenguaje. Sin embargo, no desconoce el valor de los signos en la conceptualización.

También Gérard Vergnaud adopta y transforma postulados de Piaget sobre el desarrollo cognitivo, que se convierten en pilares de la TCCV. Gracias a ese legado, Vergnaud considera que el conocimiento es adaptación, asimilación del nuevo conocimiento al anterior y acomodación a lo que no ha sido previsto antes. Él estudia el desarrollo cognitivo mediante el análisis de los procesos de conceptualización; no comparte ideas de Piaget respecto de los estadios de lógica generales de pensamiento, argumentando que no se puede reducir la complejidad y variedad de dominios conceptuales a una estructura general. Su interés se centra en “la conceptualización progresiva de lo real, dominio por dominio” (2009, p. 15), donde un factor fundamental es el contenido de los conocimientos. Para Vergnaud, el desarrollo cognitivo depende de las conceptualizaciones específicas necesarias para enfrentarlas.

En resumen, las influencias marcadas por Decroux –repetición-sorpresa–, de Trathenbrot –algoritmos–, Newell –simulación de problemas–, Piaget –esquema–, Vygotsky –actividad–, recogidas de manera genial por Vergnaud, fueron configurando el entramado conceptual que soporta su teoría, la TCCV. Dicha teoría explica la forma como se genera el conocimiento en las personas, tanto en la categoría conceptual como procedimental. Estos conocimientos no son solo los que hacen parte de los cuerpos disciplinares, sino también aquellos que se adquieren en las acciones cotidianas: en la casa, en el trabajo, en la escuela y en la resolución de problemas. A continuación explicamos los conceptos y planteamientos fundamentales que configuran la TCCV. Al respecto, iniciamos con el concepto de esquema, heredado de Piaget, que se entiende como una predisposición cognitiva que se ejecuta del mismo modo ante situaciones similares.

### 2.1.1. Esquema

En el marco de la TCCV, el esquema es una pauta constante en el modo de proceder del individuo frente a una clase de problemas, que orienta la organización de acciones para resolverlos; sin embargo, dicho esquema es considerado dinámico y susceptible a cambios en periodos de tiempo largos, por efecto de la experiencia o de procesos de educación. Cuando un individuo se adapta a una clase situaciones, se entiende que ha construido un esquema; es decir, que el dominio de una clase de situaciones está vinculado con la coordinación de conceptos y principios que le posibilitan al sujeto actuar. Para Vergnaud, el esquema tiene una función de acción sobre lo real, pero también de interrogación sobre lo real; la función de interrogación permite obtener información de la situación. De ahí la importancia de considerar el par esquema - situación en los análisis de los procesos de conocimiento llevados a cabo por los sujetos (Vergnaud, 2008).

De acuerdo con la TCCV, un esquema posee varios elementos, entre ellos:

Anticipaciones del objetivo, de los efectos y etapas intermedias.

Invariantes operatorios (teoremas-en-acción y conceptos-en-acción). Estas permiten el reconocimiento y la captación de información sobre la situación.

Reglas de acción: “si... entonces” que permiten generar secuencias de acciones del sujeto.

Inferencias que permiten calcular las reglas y las anticipaciones a partir de las informaciones y del sistema de invariantes operatorias de los que dispone el sujeto. (Vergnaud, 1996).

Con respecto a las reglas de acción presentes en los esquemas, estas difieren de las reglas planteadas por Chomsky, ya que los esquemas a que se refiere Vergnaud (2008) “engendran la actividad en situación, aquí y ahora y son presionados a tener en cuenta el

desarrollo diacrónico y sincrónico de la actividad, sea ella adecuada o no” (p. 44), a diferencia de la gramática degenerativa de Chomsky que se dirige a “engendrar expresiones bien formadas de la lengua” (p. 44). Para Vergnaud, los esquemas de pensamiento del lenguaje conciernen al enunciado y al diálogo en situación, no a la lengua.

Moreira (2004) destaca la relevancia del esquema en la organización de la actividad humana:

Hay una forma de organizar nuestras actuaciones que hace que respondamos de manera diferente cuando estamos seduciendo a nuestra pareja o cuando hablamos con un policía que nos pone una multa; cuando explicamos como profesores algún tema o cuando estamos ante un juez (p. 18).

En síntesis, el esquema de pensamiento hace alusión a una organización de la actividad, permite generar acciones y conductas diferentes frente a situaciones diferentes, y también permite al sujeto reconocer una situación que forma parte de una clase de situaciones. Sin embargo, un esquema no es un estereotipo, “los elementos que se activan y las acciones que se derivan son dependientes de la situación y del sujeto” (Maite, 2004, p. 5-6). Desde esta perspectiva teórica, la resolución de problemas que realizan los individuos está vinculada con el desarrollo de esquemas eficientes para tratar con clases de problemas, que pueden ser teóricos y prácticos.

### **2.1.2. Invariantes operatorios**

Los invariantes operatorios o conocimientos en acción forman parte del esquema y son denominados teoremas-en-acción y conceptos-en-acción. Con respecto a estos, Vergnaud (2008) dice: “teorema-en-acción, y, por lo tanto, proposición, de aquello que es concepto-en-acción, esto es, predicado u objeto, pero no proposición” (p. 19). Cabe precisar que los *conceptos-en-acción* y *teoremas-en-acción* son diferentes de los conceptos y teoremas científicos, ya que tienen un status psicológico y son de carácter implícito, mientras que los conocimientos científicos son explícitos.

Concepto y teorema son dos conceptos complementarios. Un teorema se entiende como una proposición, que puede ser verdadera o falsa; no puede decirse lo mismo de un concepto. Sin embargo, no hay teorema sin conceptos y concepto sin teorema. Esta complementariedad también aplica para teorema-en-acción y concepto-en-acción, los cuales asume Vergnaud (2008) como un par dialéctico. Los conceptos-en-acción forman parte de los teoremas-en-acción y conforman construcciones mentales complejas que permiten la adaptación y, por tanto, el razonamiento, son elementos cognitivos responsables de la activación de esquemas.

### **2.1.3. Situación**

Una situación en el marco de la TCCV constituye una tarea o conjunto de subtarear que demandan conceptualizaciones para abordarlas y relacionarlas. Son consideradas por el autor en un sentido psicológico, y tienen un papel fundamental en la formación de conceptos. Para ello se requiere una variedad organizada de situaciones, un solo tipo de situaciones no es suficiente, como tampoco se analiza una situación con un solo concepto, se necesita una red de conceptos. Cabe aclarar que las situaciones a las que el sujeto se enfrenta no hay que entenderlas en el sentido de situaciones didácticas.

Vergnaud (2008) hace referencia a introducir en el aula de clase “situaciones susceptibles de ayudar a los alumnos a descubrir relaciones nuevas, objetos nuevos de pensamiento, fenómenos nuevos” (p. 45). En el proceso de construcción de conocimiento se pueden considerar situaciones prototípicas y situaciones de desarrollo. Al inicio del proceso conviene identificar situaciones prototípicas en las cuales se forman las primeras representaciones y luego extenderlas a otras no prototípicas (Vergnaud, 2009, p. 19). Para el ejemplo del campo conceptual de las estructuras aditivas, Vergnaud (2009) considera dos casos de situaciones prototípicas:

La reunión en un todo de dos partes, en la cual el cardinal es conocido.

La transformación conocida de un estado inicial, igualmente conocido, quedando desconocido el estado final.

Cuando se avanza en otras situaciones más complejas se requieren igualmente otras operaciones de pensamiento que se apoyan en nuevos invariantes operatorios. Vergnaud (2008) señala: “En el análisis de las estructuras aditivas, yo me restringí a dar una descripción relativamente formal de las diferentes relaciones y de las diferentes clases de problemas susceptibles de ser encontrados, y no solamente listar proposiciones didácticas”. (p. 47). Un campo conceptual se puede abordar con variedad organizada de situaciones, atendiendo a los procesos cognitivos involucrados y las especificidades del dominio teórico.

#### **2.1.4. Campo conceptual**

De acuerdo con los planteamientos de Vergnaud, el conocimiento está organizado en campos conceptuales, “cuyo dominio por parte de los sujetos acontece a lo largo de un periodo de tiempo a través de la experiencia, madurez y aprendizaje” (Caballero, 2005, p. 51). Un campo conceptual es un conjunto informal y heterogéneo de situaciones y problemas que para su análisis requiere conceptos, procedimientos, representaciones, operaciones de pensamiento entrelazados durante su adquisición (Moreira, 2009, p. 29).

Para Vergnaud (2009), el conocimiento tiene dos formas de expresión “la forma operatoria, que deja al sujeto actuar en situación, y la forma predicativa que permite enunciar propiedades de los objetos, de sus relaciones y transformaciones” (p. 16). Este autor aclara: El doble análisis de un campo conceptual en términos de situaciones y de “esquemas de pensamiento”, por un lado, y de conceptos como objetos de pensamiento, por otro lado, dan cuenta de las dos formas del conocimiento, operatoria y predicativa. La apropiación de un campo conceptual abarca el dominio progresivo de situaciones, de los conceptos y teoremas necesarios para operar con dichas situaciones, y también palabras y símbolos utilizados para representar estos conceptos. Otro concepto central de la teoría de Campos Conceptuales es el de conceptualización.

### **2.1.5. Conceptualización**

La TCCV supone que el centro del desarrollo cognitivo es la conceptualización. Para Vergnaud (2008), esta hace referencia a la “identificación de los objetos del mundo y de sus propiedades y relaciones” (p. 20). El término Identificación alude tanto a la percepción directa de objetos y propiedades, como también a la construcción imaginaria de objetos que va desde la evocación de estos en su ausencia (caso de los bebés) hasta la elaboración de importantes conceptos en el marco de las diferentes disciplinas científicas. Para los científicos, establecer relación entre estos conceptos con lo empírico les ha implicado realizar operaciones de pensamiento complejas a lo largo del curso de la Historia (Vergnaud, 2008). Por esto, no es de extrañarse por las dificultades para su apropiación que presentan los estudiantes en las diversas áreas del conocimiento.

Vergnaud (2008) asume el conocimiento como construcción desde dos aspectos: cultural e individual. Por un lado, valora la herencia cultural que representan las matemáticas (podríamos extenderlo a otras disciplinas científicas) y, por otro, la actividad propia de los estudiantes para apropiarse de esta. Así, en la historia de las ciencias encontramos marcos teóricos que se constituyen en herencia cultural, pero también mentes de personalidades individuales que contribuyeron a esclarecer asuntos en cuestión.

### **2.1.6. El Concepto**

El autor de la TCCV considera el concepto como un triplete de tres conjuntos, el primero hace referencia a las situaciones que le dan sentido al concepto, el segundo a los invariantes operatorios que estructuran los esquemas de pensamiento asociados a estas situaciones y el tercero al conjunto de sistemas lingüísticos o simbólicos que permiten representarlo. Para Vergnaud (2008), la formación de un concepto requiere una variedad de clases de situaciones y los conceptos no son los mismos de una clase de situaciones a otra; igualmente hace alusión a un conjunto de formas lingüísticas y

símbolos como múltiples posibilidades de representar un concepto. Los conceptos se construyen apoyándose unos en otros.

La teoría de campos conceptuales es considerada un sólido referente que aporta luz para entender los procesos cognitivos en la interacción que establecen las personas entre los conocimientos que ya poseen y una nueva información (Moreira, 2009), interacción planteada por Ausubel en los postulados que explican la teoría del aprendizaje significativo. En este sentido, la teoría de campos conceptuales puede complementar y ampliar el marco de comprensión de la teoría ausubeliana, lo que representa un potencial muy grande para la producción de conocimientos en didáctica y en investigación en educación.

## **2.2. TEORÍA DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO**

En el marco de esta teoría, el aprendizaje se considera como un proceso en el cual una nueva información se ancla en aspectos relevantes de la estructura cognitiva de un individuo de forma no literal, no arbitraria. Al respecto, Moreira (2000) explica que se aprenden significativamente nuevas ideas, conceptos y proposiciones en la medida que otras ideas, conceptos y proposiciones estén adecuadamente claros y disponibles en la estructura cognitiva de un sujeto. Desde luego, la primera condición para que se logre un aprendizaje significativo es que el material objeto de aprendizaje sea potencialmente significativo; es decir, que sea relacionable con aspectos específicos de la estructura cognitiva de quien aprende, de tal modo que le pueda atribuir significado; de lo contrario, será abordado de forma mecánica y repetitiva.

La segunda condición es la disponibilidad de contenidos relevantes en la estructura cognitiva del que aprende; y tercero, el alumno debe manifestar predisposición para aprender, lo que indica que muestre voluntad e interés para relacionar de manera sustantiva y no arbitraria la nueva información con su estructura cognitiva (Moreira, 2000). Cabe señalar que la adquisición de la nueva información

resulta de un proceso de asimilación –Ausbeliana<sup>10</sup>– en el cual cambia tanto la nueva información como el aspecto relevante de la estructura cognitiva con el que ocurre la interacción. Este es un proceso gradual e idiosincrásico en cada individuo.

En la teoría del aprendizaje significativo se distinguen tres tipos de aprendizajes: representacional, de conceptos y proposicional. Moreira (2000) explica: el aprendizaje representacional consiste en asignarle significado a determinados símbolos (por ejemplo, a palabras); el aprendizaje de conceptos abarca el aprendizaje representacional y la identificación de atributos comunes en objetos, eventos, situaciones o propiedades designados por signos o símbolos, aceptados en una cultura determinada.

En el aprendizaje representacional, se establece una equivalencia, en significado, entre un símbolo (sonido pelota) y un referente (el objeto pelota), en el aprendizaje de conceptos la equivalencia se lleva a cabo entre el símbolo y los atributos comunes a múltiples ejemplos del referente (diferentes pelotas) (Moreira, 2000, p. 21).

El aprendizaje proposicional se refiere a aprender el significado de ideas, expresadas a través de conceptos, bajo la forma de una proposición. Esto implica captar el significado más allá de la suma de los significados de las palabras o de los conceptos que forman parte de la proposición (Moreira, 2000, p. 22).

Uno de los recursos de enseñanza para facilitar el aprendizaje significativo es el uso de los mapas conceptuales, los cuales fueron propuestos originalmente por Novak y sus estudiantes en la década del setenta (Moreira, 2000). La elaboración de mapas conceptuales permite la expresión de conceptos y proposiciones con los cuales una persona comprende la estructura conceptual de un cuerpo de conocimientos. Esto posibilita a profesores e investigadores determinar la validez de una relación proposicional en el contexto de una disciplina, intercambiar significados, identificar conceptos y relaciones ausentes que pueden indicar falencias en el aprendizaje y

---

<sup>10</sup> En el marco de esta teoría, la asimilación es un proceso donde una idea, concepto o proposición **a**, potencialmente significativo interactúa con un concepto o proposición (subsumidor) **A**, ya establecido en la estructura cognitiva. Tanto el subsumidor **A** como el material asimilado es modificado por la interacción. El resultado de esta interacción no es solo el nuevo significado **a'** sino también la idea-ancla modificada **A'**, conformando un significado compuesto **A'a'**, que permanece en la estructura cognitiva. Aunque este producto finalmente se separa en **A'** y **a'**, favoreciendo la retención de **a**. (Moreira, 1999).

direccionar procesos de enseñanza si es el caso. Cabe señalar que los mapas conceptuales son diagramas que pueden cambiar a medida que se produce el aprendizaje significativo, no son definitivos.

Luego de una revisión de 210 artículos de revistas internacionales y de Brasil sobre investigaciones recientes sobre mapas conceptuales y actas de eventos internacionales, Marques Toigo (2011) encuentra una gran diversidad de enfoques con los cuales fueron utilizados, entre ellos: “como estrategia didáctica, estrategia de evaluación, estrategia de análisis del currículo y como estrategia de investigación” (p.150). Como estrategia didáctica, expresa la autora, los mapas conceptuales se han usado para explorar los conocimientos previos, programar aprendizajes en un espacio de tiempo determinado; como herramienta de estudio, en la extracción de ideas en textos escritos (libros, artículos) para abordar los contenidos de una asignatura o de un campo conceptual de manera significativa; en la preparación de trabajos escritos o exposiciones; como punto de partida para redactar textos; en la resolución de problemas; en la autogestión y autorregulación del conocimiento; como auxiliares en la construcción de modelos mentales y en la representación del conocimiento; en la identificación de dificultades, errores y concepciones alternativas y en la planificación de la enseñanza; como estrategia de evaluación.

De acuerdo con la revisión de Marques Toigo (2011), los mapas conceptuales se han utilizado en diferentes momentos del proceso de enseñanza (al inicio, durante el proceso y al final); en la determinación de conocimientos previos, en la evaluación de aprendizaje de un contenido para obtener información sobre el tipo de estructura que el alumno expresa para un determinado grupo de conceptos, como herramienta efectiva para medir el cambio en el entendimiento conceptual de los estudiantes después de un proceso didáctico, ya que proporcionan un medio visual para representar potenciales inexactitudes, relaciones entre conceptos y organización del conocimiento, factores que del modo tradicional de evaluación no es posible captarlos fácilmente.

En la valoración de los mapas conceptuales, los investigadores han desarrollado diversos sistemas de puntuación, entre ellos se encuentra el planteado por Novak y Gowin (1984) quienes proponen los siguientes criterios:

**Proposiciones:** revisar que las relaciones entre conceptos estén indicadas por líneas y por palabras de enlace sobre ellas, y verificar si esa relación es válida;

**Jerarquía:** revisar niveles de jerarquía conceptual en el mapa, es decir, si cada uno de los conceptos subordinados es más específico y menos general que el concepto que aparece encima de él;

**Relaciones cruzadas:** verificar la presencia de relaciones entre un segmento y otro de la jerarquía conceptual, y si las mismas son válidas;

**Ejemplos:** identificar si hay ejemplos y si estos no se rodean de círculos o cajas, ya que no son conceptos". (Novak y Gowin, 1984, p. 113)

Estos criterios corresponden a la visión de Ausubel sobre el proceso de organización de la información que realiza la mente humana, basada en una jerarquía conceptual, en la cual elementos más específicos de conocimientos son asimilados por conceptos, ideas y proposiciones más generales e inclusivas. Para Novak y Gowin (1984) los mapas conceptuales deben ser jerárquicos, donde los conceptos más generales y más inclusivos deben situarse en la parte superior del mapa y de modo sucesivo hacia abajo deben ubicarse conceptos más específicos, menos inclusivos. Varios autores utilizan los mapas conceptuales optando por la estructura jerárquica; sin embargo, otros defienden el uso de mapas conceptuales cíclicos como herramienta apropiada para la representación del conocimiento sobre relaciones funcionales o dinámicas entre conceptos (Marques Toigo, 2011, p. 156).

Sin embargo, Moreira (2000, p. 55) precisa que los mapas conceptuales deben mostrar la jerarquización, aunque no necesariamente siguiendo el modelo ausubeliano, que vuelve rígida dicha herramienta. Este autor propone que se deben evidenciar de

algún modo los conceptos más inclusivos, los más específicos, los más relacionados, así como también los débilmente vinculados. Es decir, se trata de una representación que muestre la diferenciación progresiva de los conceptos y la reconciliación integrativa, principios de la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel.

Ausubel (citado en Moreira 2000) propone cuatro principios programáticos para ordenar el contenido de enseñanza; estos son: diferenciación progresiva, reconciliación integrativa, organización secuencial y consolidación. La diferenciación progresiva aboga por la organización de ideas y conceptos más generales e inclusivos del contenido al comienzo de la instrucción, para posteriormente tratar los más específicos. La reconciliación integrativa, en virtud de la cual se deben también explorar relaciones entre ideas, revisando similitudes y diferencias importantes para reconciliar posibles discrepancias. La organización secuencial consiste en ordenar los temas o unidades de estudio de acuerdo con los dos principios anteriores. La consolidación insiste en que el dominio de lo que se está estudiando debe tratarse en secuencia continua.

En esta investigación se asumen los mapas conceptuales como instrumentos que posibilitan la representación de conocimiento, donde se expresan los conceptos de un determinado campo conceptual y las relaciones (proposiciones) que los vinculan. A partir de ellos –tanto de los conceptos y relaciones que se explicitan y las que están ausentes– se intentan inferir posibles invariantes operatorios que activan los maestros en formación en determinados momentos de este estudio. Se abordaron como estrategia de evaluación y, por tanto, como instrumento de recogida de información.

La TCCV es una teoría de la conceptualización de lo real y no es una teoría de aprendizaje en el aula o de adquisición de conocimientos en un ambiente formal de enseñanza, como lo es la teoría del aprendizaje significativo; no obstante, hay complementariedad con la teoría de Ausubel en la consideración del conocimiento previo y su incidencia en las posibilidades de nuevos aprendizajes. Los invariantes operatorios (I.O) de que dispone el estudiante constituyen conocimiento implícito, que puede progresar a lo largo del tiempo hacia los conocimientos científicos explícitos. Dichos I.O. tienen implicaciones en la construcción de nuevos conceptos y nuevos

esquemas. Ambas teorías plantean la necesidad de realizar el análisis conceptual del contenido objeto de estudio; la TCCV, además, propone los análisis sobre los procedimientos y representaciones vinculados con los conceptos.

### **2.3. LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE CONCEPTOS CIENTÍFICOS COMO APROPIACIÓN CRÍTICA DE LOS CAMPOS CONCEPTUALES**

En este apartado abordamos algunas de las implicaciones didácticas que se derivan de los planteamientos de la teoría de los campos conceptuales y las articulamos a ideas de una perspectiva epistemológica toulminiana.

Perspectiva epistemológica: asumimos la ciencia como una actividad cultural, que pretende el mejoramiento de los procedimientos explicativos (Toulmin, 1977), cuya dinámica está vinculada con la racionalidad humana que posibilita la crítica y la modificación de las explicaciones. En este sentido, entendemos las disciplinas científicas como entidades históricas que han configurado dominios teóricos o campos conceptuales que han cambiado en el devenir del tiempo, generando dinámicas propias; sin embargo, conservan suficiente unidad y continuidad reconocibles.

Las disciplinas científicas han construido agregados, sistemas o campos conceptuales con las cuales las comunidades de usuarios explican modos de comprensión humana sobre eventos, fenómenos o problemas donde focalizan su interés, según cosmovisiones de las diversas épocas. En los conocimientos científicos hay tres aspectos importantes a considerar: el lenguaje, las técnicas de representación y los procedimientos de aplicación (Toulmin, 1977). Los dos primeros hacen referencia a aspectos simbólicos y el tercero a las situaciones a las que esta simbolización es apropiada.

Es necesario precisar que un concepto científico no es un término, ni su definición, sino que hace referencia a una estructura compleja que incluye dos componentes: simbólico y de aplicación. Por ejemplo, se puede identificar la palabra con la que dicho concepto se relaciona y el significado que se le da en términos de

lenguajes, pero también implica formas representacionales en las que tiene sentido; igualmente, todo concepto alude a la explicación de algo, él está respondiendo a una pregunta o a una problemática, lo que Toulmin (1977) denomina la aplicación práctica del concepto. Para este autor, los conceptos tienen un poder explicativo en un ámbito específico; estos no aluden a la universalidad, ni a la verdad, sino que podríamos decir son situacionales; se refieren a lo que es pertinente y adecuado, mas no a lo que es verdadero.

**Implicaciones para la enseñanza:** en el marco de la teoría de Campos Conceptuales, la progresión cognitiva está vinculada con el desarrollo de esquemas. En este sentido, una tarea primordial de los maestros de ciencias es contribuir a ampliar el repertorio de esquemas de pensamiento en los estudiantes que les posibilite entender los fenómenos naturales y resolver clases de situaciones en un campo conceptual determinado, y así evolucionar en los procesos de conceptualización.

Desde esta perspectiva, intervenir en la conceptualización implica para el maestro: el estudio en profundidad del dominio teórico, cuya enseñanza se propone, y la selección de clases de situaciones, conceptos y relaciones (proposiciones), representaciones y procedimientos en el ámbito del contenido disciplinar; plantear y gestionar la mediación didáctica que favorezca procesos de filiación y ruptura, en atención a un campo conceptual y a la reestructuración de esquemas (Vergnaud, 2007); una enseñanza concebida como un proceso de mediación, con el rol de un maestro que acompañe el trabajo de los estudiantes desde la palabra, los gestos y los afectos: la palabra, porque la forma predicativa del conocimiento apoya a la forma operatoria que es el esquema, siendo las explicaciones fundamentales para proveer al sujeto del lenguaje y favorecer los invariantes operatorios construidos; pero no solo esto, también los gestos y el afecto pueden contribuir en la captación del significado de un concepto.

En este proceso se concibe que los invariantes operatorios se activan en la resolución de situaciones y problemas, y aunque no se expresan, inciden en los procesos de aprendizaje y comprensión de los conceptos científicos. El estudio de estos invariantes operatorios permite al maestro, cuando se emprenden procesos de

enseñanza, tomar decisiones intencionadas que favorezcan filiaciones o rupturas con respecto a nuevos conocimientos.

El maestro puede plantear procesos de filiación, de tal manera que se propongan situaciones próximas entre sí, o procesos de ruptura provocando desequilibrio entre la situación a tratar y las competencias del alumno (Vergnaud, 2007, p. 287). Para la elección de situaciones es imprescindible la profundización analítica de un campo conceptual; es conociendo sus especificidades que se estará en condiciones de proponer situaciones para colaborar en la conceptualización de individuos (Stipcich, 2004. p. 63; Vergnaud, 2009). Vergnaud propone la elección de situaciones en función de competencias adquiridas y en función de las relaciones entre los conceptos y los problemas prácticos y teóricos a los que aporta una respuesta. Para dicha elección, el profesor puede abordar como referencia la disciplina científica, la epistemología de esa disciplina y la epistemología de la didáctica de dicha disciplina. Es necesario clarificar que los problemas a los que se dirigen los científicos en el curso del desarrollo histórico no son los mismos del contexto escolar. Sin embargo dichas fuentes puede iluminar las decisiones de los maestros. Como expresamos en páginas anteriores, el esquema tiene dos características: la familiaridad y la novedad. Para contribuir en la construcción de esquemas, desde la didáctica se podría pensar en favorecer la repetición y también la presentación de situaciones nuevas, con la intención de desestabilizar cognitivamente a los estudiantes. Sin embargo, advierte Vergnaud (2008), se debe hacer en la justa medida: cuando se desestabiliza demasiado a los estudiantes con situaciones que ofrecen rupturas se corre el riesgo de provocar desmotivación.

Vergnaud explica que los esquemas son culturales y varían dependiendo de la comunidad de origen de los individuos; la transmisión es un proceso intersubjetivo, pero la apropiación es mayormente un proceso intra-subjetivo (Vergnaud, 2008, p. 41). La TCCV da gran relevancia al trabajo didáctico en la zona de desarrollo próximo, favoreciendo el desarrollo de habilidades de pensamiento de orden superior. Se espera que el maestro, más que plantear un listado de temas o de proposiciones didácticas, describa las relaciones de base y las diferentes clases de problemas susceptibles de ser encontrados en el campo conceptual, cuya apropiación se pretende. Es muy importante

que el maestro tome conciencia de dónde ubicar dichas situaciones y problemas, cuáles son los procedimientos o tareas cognitivas que demandan para ser resueltas, y de esta manera realizar un proceso de mediación teniendo en cuenta la complejidad.

Llancaqueo (2006) menciona la “visión con respecto a la enseñanza de Vergnaud”, en la que se busca una interacción entre los esquemas que tienen los estudiantes y la situación que afrontan. Para esto, él da gran importancia a “los actos de mediación del profesor”. Él considera que la mediación tiene el mismo sentido planteado por Vygotsky, es decir, que es social y semiótica. Es social, porque como señala Vygotsky el desarrollo cognitivo ocurre como parte de un aprendizaje colectivo, cuyo mediador es una persona con más competencias; y semiótica, porque el aprendizaje ocurre primordialmente a través del lenguaje y de los símbolos, los cuales hacen posible interiorizar lo aprendido. Llancaqueo (2006) se refiere a este papel mediador con las siguientes palabras:

De este modo, el profesor tiene un papel de mediador, ayudando a los estudiantes a desarrollar sus esquemas y representaciones, utilizando el lenguaje y los símbolos de las disciplinas para explicar, preguntar, seleccionar información, proponer objetivos, reglas y expectativas. Esto permitiría que al presentar situaciones con tareas y problemas de complejidad creciente, los estudiantes desarrollen nuevos esquemas a partir de nuevos invariantes operatorios, lo cual posibilitará la asimilación y aprendizaje de nuevos significados y la aprehensión de nuevos conceptos (p. 45).

Es decir, el alumno está en capacidad de aprender una serie de aspectos por sí solo, pero existen otros fuera de su alcance que él puede interiorizar con la ayuda de un adulto o de iguales más aventajados. Dicho concepto representa una zona dinámica en la cual ocurre el desarrollo cognitivo.

Andrés (2004) sostiene que en este contexto es fundamental identificar y jerarquizar en términos de campos conceptuales el contenido que se va a aprender. Esto significa seleccionar clases de situaciones, conceptos y teoremas necesarios para su solución. En la enseñanza de las ciencias –dice ella– es una ilusión pensar que una clase magistral ordenada, clara y rigurosa con relación a un concepto será garantía de que los

estudiantes lo aprendan. Sus planteamientos son complementados por argumentos como estos:

En el marco de la teoría de desarrollo conceptual expuesta por Vergnaud el aprendizaje ocurrirá en la medida que el sujeto resuelva una diversidad de problemas que permitan la utilización de diferentes propiedades del concepto; en el contexto educativo la mediación del docente durante este proceso permitirá que el aprendiz logre hacer explícito su conocimiento- en- acción y a partir de él discutirlo, ampliarlo y reconstruirlo (p. 5-13).

De los planteamientos de la profesora Andrés, se desprende que en la medida en que se aumente la complejidad de los problemas planteados y, por ende, se incorporen gradualmente nuevas situaciones donde se pueda aplicar el concepto, los estudiantes dominarán progresivamente nuevas clases de situaciones y enriquecerán sus esquemas conceptuales. Según ella, la clasificación y selección de las situaciones que busquen “colocar los estudiantes en acción” es importante para la enseñanza. Para esto deben hacerse explícitos los invariantes operatorios de los estudiantes, enfrentándolos a diferentes clases de situaciones. La autora propone “organizar conjuntos de problemas clasificados y jerarquizados según su efectividad para el aprendizaje de nuevos significados, es decir para el desarrollo conceptual” (Andrés, 2004, p. 5-13).

Otra de las ideas básicas de Vygotsky, que está muy relacionada con la anterior, es la intervención que como mediadores entre la cultura y el individuo realizan otros miembros del grupo (cultural) para promover procesos que luego serán internalizados. Es por ello que la intervención de otras personas es fundamental en aquellas situaciones en las que el aprendizaje es el resultado de las interacciones sociales. Es el caso de la escuela donde el aprendizaje es el objetivo del proceso que orienta a los individuos hacia el pleno desarrollo. Esto le asigna al profesor un papel relevante, al conceder a la enseñanza la posibilidad de influir en el mayor desarrollo cognitivo del alumno.

El énfasis que hace Vergnaud en el desarrollo cognitivo se puede relacionar con la mirada y la importancia que él le da a la mediación tal como la concibe Vygostki, quien resalta el valor de la cultura y el lenguaje desde el punto de vista sociológico. La

apropiación de estos por parte de los sujetos les permitirá dicho desarrollo en la adquisición de habilidades de orden superior, lo que tiene profunda relación con los planteamientos de Toulmin, autor que le da gran relevancia a la apropiación cultural en el proceso de aprendizaje, pero en un sentido no dogmático sino más bien generador de una formación para la crítica que incluye la duda, la incertidumbre y la multipluralidad.

Enlazar aspectos cognitivos individuales y aspectos culturales en el proceso de conceptualización, desde los referentes de Piaget y Vygotsky, es el gran aporte de Vergnaud a la educación. En esta propuesta, articulamos además una perspectiva toulminiana, que encaja muy bien con los planteamientos anteriores, puesto que reconoce y valora la componente cultural del aprendizaje, que más allá de adquirir formas de representación y lenguajes, hay un aspecto para la racionalidad o razonabilidad que es la formación para la crítica, flexibilidad intelectual y apertura al cambio. Esos son componentes que permiten que la ciencia cambie, puesto que si los estudiantes y usuarios de una disciplina científica no hicieran críticas a las teorías, estas no cambiarían; también está la manera como se apropian de una cultura científica para ser autocrítico de sus propias explicaciones y la apertura para aceptar el valor y el potencial explicativo de otras. En la formación de profesores, esta componente sociológica es de gran relevancia para el reconocimiento de la cultura académica a la que pertenecen, para apropiarse de unos referentes teóricos, formándose en la crítica, reflexionando sobre sus propios esquemas para tomar postura frente a ellos y para entender y actuar en la realidad escolar en la perspectiva de generar cambios.

### **3. UNA PROPUESTA PARA LA FORMACIÓN INICIAL DE MAESTROS DE CIENCIAS NATURALES ORIENTADA DESDE LA TEORÍA DE LOS CAMPOS CONCEPTUALES**

En esta investigación buscamos que los maestros se formen desde la puesta en práctica de una serie de planteamientos que les proponemos. En tal sentido, diseñamos una propuesta de formación, cuyo propósito primordial es que un grupo de maestros en formación se apropie de los fundamentos teóricos y metodológicos descritos en el campo conceptual que construimos acerca de la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos (ECC) con base en la TCCV<sup>11</sup>. En este capítulo, describimos este campo conceptual (ECC) en torno al cual organizamos el plan de formación, de intervención y de investigación. Es decir, a partir del campo conceptual ECC giró el proceso de formación y la interpretación que realizamos sobre elementos de esquemas que los profesores de la muestra activaron en el momento inicial y al final de la intervención realizada.

No es suficiente para los profesores de ciencias saber un tema para enseñarlo; también requieren de conocimientos básicos sobre otras disciplinas adicionales, como la Filosofía, la Historia de la ciencia, la Pedagogía, la Psicología, la Lingüística, la Sociología y la Ética, entre otras. No se trata de abordar la enseñanza de las ciencias desde enfoques separados que privilegien contenidos científicos, por un lado, o condiciones de los estudiantes, por otro; es necesario poner a dialogar posturas desde diversas fuentes disciplinarias de manera que converjan las intenciones de la educación científica, las necesidades y los intereses de los estudiantes, los procesos de aprendizaje y la adecuación de los entornos de aprendizaje para una mejor comprensión del proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Sin embargo, a pesar de la naturaleza interdisciplinaria de la enseñanza de las ciencias, esta define una perspectiva independiente, puesto que guarda distancia con

---

<sup>11</sup> Más ampliamente se explica en el planteamiento del problema que nos ocupa.

dichas fuentes en relación con su tradición histórica, objetivos y enfoques; constituye un cuerpo de conocimientos, situaciones, problemas, modelos, teorías, tensiones, procedimientos, que le dan especificidad, pero que también tiene relaciones teóricas con otras disciplinas de las cuales ha retomado fundamentos. Duit (2006) explica:

La enseñanza de las ciencias es la disciplina que se ocupa de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en las escuelas y fuera de ellas. La investigación en enseñanza de las ciencias comprende la selección, la legitimación y la reconstrucción educativa de los temas que deben formar parte del aprendizaje, de la selección y justificación de los objetivos principales de la enseñanza y del aprendizaje y de una secuencia de enseñanza que tome en cuenta los antecedentes cognitivos, afectivos y sociales del que aprende. Otro ámbito de la enseñanza de las ciencias es el desarrollo basado en la investigación, así como la evaluación de los enfoques y de los materiales de enseñanza y aprendizaje (p. 743-744)

Duit (2006) plantea, para la enseñanza de las ciencias, las siguientes consideraciones: es una disciplina interdisciplinaria, cuyo propósito es mejorar la enseñanza y el aprendizaje en varios ámbitos de prácticas; la investigación sobre esta no debe limitarse a analizar lo que funciona o no, sino también incluir estudios sobre los principales problemas y las deficiencias de las prácticas educativas; la enseñanza de las ciencias debe vincular las cuestiones relacionadas con las ciencias como materia de estudio con los problemas pedagógicos y psicológicos que implican su enseñanza; la investigación y el desarrollo están estrechamente vinculados e insertados en un contexto curricular complejo.

Dado su carácter de disciplina, la enseñanza de las ciencias se reconstruye en el devenir de los tiempos. Creemos, como lo plantea Camilloni (2007), que es necesario revisar permanentemente los currículos, la selección de estrategias de enseñanza, las formas de enseñar y evaluar, el uso de los recursos y medios didácticos y las interacciones sociales en el aula porque como docentes tenemos el compromiso social de contribuir a formar mejores personas que puedan convivir en un mundo globalizado. Los profesores cumplen un rol trascendental como mediadores en el logro de lo que los estudiantes aprenden y construyen sobre diferentes saberes que requieren para la vida

personal, social, académica y laboral; pero la toma de decisiones y las acciones emprendidas deben estar soportadas en fundamentos teóricos sistemáticamente consistentes, como una forma de superar las prácticas espontáneas no reflexionadas.

En los últimos cuarenta años la enseñanza de las ciencias ha tenido un gran desarrollo, consolidando campos de estudio y de investigación, con un importante reconocimiento académico. Es así como se hallan problemáticas propias que han suscitado el interés de los investigadores. Esto se evidencia en el aumento de la producción investigativa y en el número de medios de divulgación, la transformación y aceptación de programas en maestrías y doctorados en enseñanza de las ciencias, el incremento en el número de tesis doctorales en esta área (Adúriz-Bravo, 1999-2000); igualmente, en la conformación de una comunidad internacional con un número cada vez mayor de integrantes, aumento en el número de publicaciones periódicas y en las ediciones por año, incremento en el número de congresos internacionales y los libros relacionados con el tema (Duit, 2006). Pero esto también ha incidido en dificultades para identificar una visión de conjunto sobre la investigación y los temas que llaman más la atención de los especialistas.

Un trabajo que aporta en el esclarecimiento de dicha visión de conjunto es el de Duit (2006), quien establece cuatro ámbitos principales de investigación: 1. Análisis de la estructura de los contenidos; 2. La investigación sobre enseñanza y aprendizaje; 3. El desarrollo y la evaluación de la enseñanza o del diseño de la enseñanza; 4. La investigación sobre cuestiones curriculares y políticas para la enseñanza de las ciencias. De acuerdo con estos ámbitos, el autor realiza una categorización de temáticas asociadas con ellos y presenta una visión valiosa de la investigación en dicha disciplina. Duit (2006) determina campos y subcampos de investigación que han recibido mayor atención, entre ellos:

**Análisis de la estructura de los contenidos:** se trata de estudios que se centran en la clarificación de los conocimientos de una determinada asignatura de enseñanza y el análisis de su pertinencia educativa, los cuales se caracterizan por abordajes mediante

métodos analíticos. En particular, los análisis de la pertinencia educativa se basan en ciertas normas y objetivos pedagógicos.

**La investigación sobre enseñanza y aprendizaje:** de acuerdo con Duit (2006) este es el campo de investigación que más ampliamente se trabaja en la enseñanza de las ciencias; la mayoría de los estudios publicados corresponden a este ámbito.

Los temas más investigados son: a) el aprendizaje por parte de los estudiantes (sus concepciones previas a la enseñanza, sus representaciones y creencias, el cambio conceptual, la resolución de problemas, las cuestiones afectivas relacionadas con el aprendizaje como actitudes, motivación, intereses, autoconcepciones, diferencias de género, etc.); b) la enseñanza (estrategias docentes, situaciones en el aula e interacciones sociales; lenguaje y discurso); c) el pensamiento y la actuación de los profesores (sus concepciones de los conceptos y principios científicos, los procesos científicos, la naturaleza de la ciencia, sus opiniones sobre la enseñanza-aprendizaje, así como su desarrollo profesional); d) recursos y métodos de enseñanza (trabajo de laboratorio, multimedia, otros recursos y métodos); y e) evaluación de los estudiantes (métodos para monitorear sus logros y el desarrollo de variables afectivas) (Duit, 2006, p. 754).

**El desarrollo y la evaluación de la enseñanza o del diseño de la enseñanza:** contempla estudios sobre materiales educativos, actividades y entornos para el aprendizaje, recursos didácticos, procedimientos evaluativos, entre otros. El desarrollo debería ser considerado también como una oportunidad para el mejoramiento de la práctica, que solo se logrará si desarrollo e investigación están estrechamente vinculados (Duit, 2006, p. 755)

**La investigación sobre cuestiones curriculares y políticas para la enseñanza de las ciencias:** el interés se centra en temas como las decisiones sobre el currículum, objetivos y contenidos de enseñanza de las ciencias y la puesta en práctica, la evaluación y la difusión de las innovaciones que se introducen en el sistema educativo. En general, se trata de investigaciones relacionadas con las características del sistema educativo como contexto de la enseñanza de las ciencias. Igualmente, la investigación sobre la literatura científica, las normas, las reformas sistémicas y el desarrollo

profesional de los docentes. También se incluyen trabajos de monitoreo internacional TIMSS y PISA, cuyos análisis han puesto de manifiesto deficiencias en la enseñanza de las ciencias en varios países y han incidido en el planteamiento de alternativas para mejorar el proceso (Duit, 2006, p. 755).

Duit menciona otros trabajos actuales dirigidos a mejorar la práctica educativa, como los estudios de concepciones sobre la alfabetización científica, desarrollo de la calidad –hacia un mejoramiento de la práctica, hacia una enseñanza basada en normas específicas: estándares, criterios, competencias – y sobre el desarrollo profesional de los docentes. Con base en los anteriores análisis, el autor hace un llamado a incluir más estudios sobre el estado actual de las prácticas de enseñanza y aprendizaje, las cuales podrían orientar a “quienes establecen las políticas, desarrollan currículos y elaboran los planes educativos datos sobre cuáles son los enfoques educativos más eficientes” (Duit, 2006, p. 759).

Desde nuestra perspectiva, la educación en ciencias naturales ha configurado campos conceptuales según el significado de este término en la TCCV, donde se ubican el surgimiento de preguntas, problemas, desarrollo conceptual y teórico, metodologías de investigación, progresividad, disciplinas que contribuyen a conformar los marcos teóricos utilizados para analizar los fenómenos circunscritos dentro de dicha educación científica. Uno de los problemas a los que se hace referencia es la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos que ha sido abordado desde diferentes referentes teóricos (piagetiano, vygotskyano, ausbeliano) y de los cuales se han derivado investigaciones y propuestas didácticas. En esta investigación abordamos dicho problema desde el referente de la TCCV, que se diferencia de otras propuestas porque privilegia la actividad de los sujetos en situación y la identificación de objetos y propiedades implicadas en esa actividad. Describimos a continuación dicho campo conceptual que sirve de guía y fundamento para nuestro estudio.

### 3.1. CAMPO CONCEPTUAL TRABAJADO EN ESTA INVESTIGACIÓN

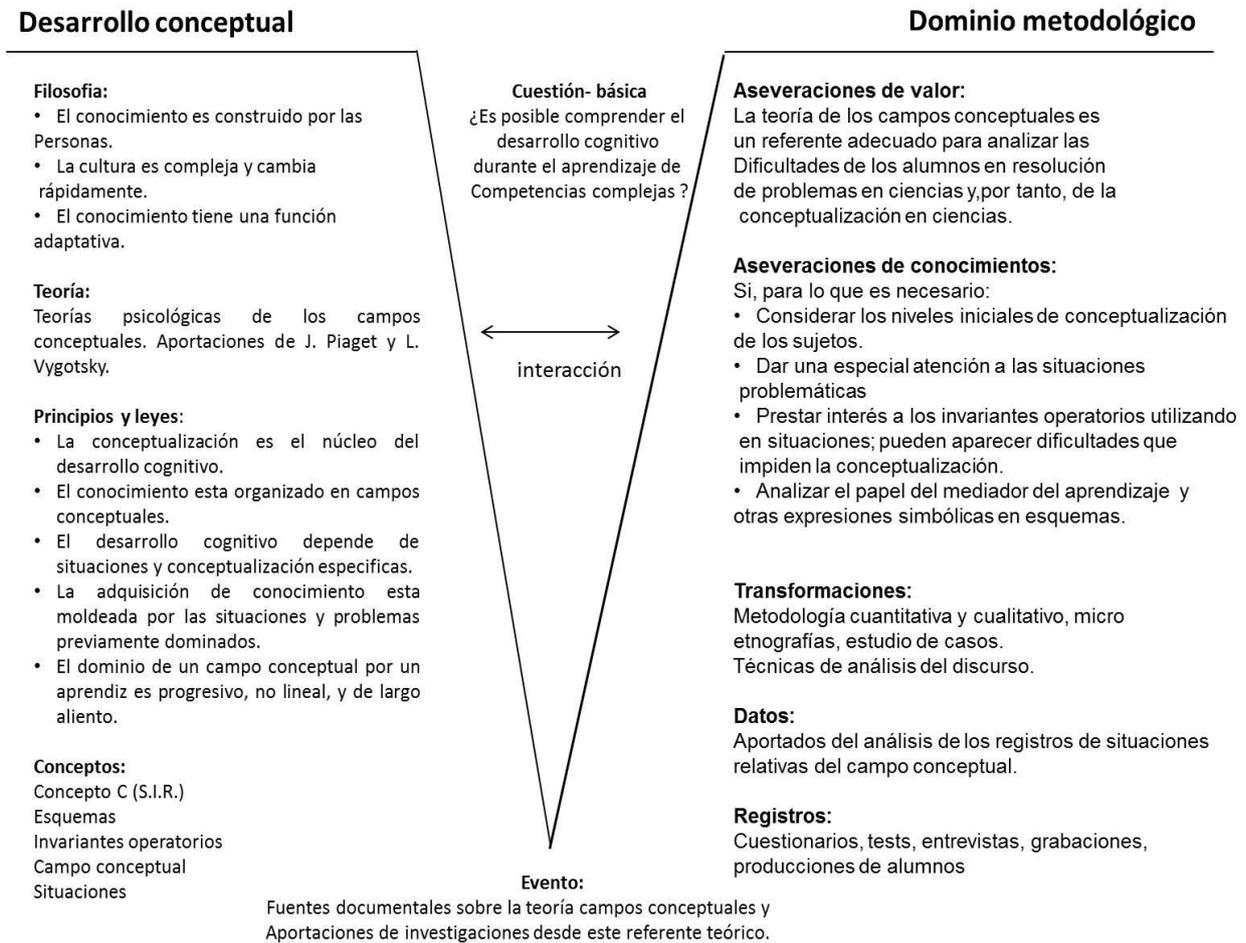
De manera intencional, hemos delimitado una **región**<sup>12</sup> del campo de Educación en Ciencias Naturales, la cual corresponde a la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos con base en la Teoría de los Campos Conceptuales. Es una construcción que elaboramos a partir de la revisión de la literatura ya reseñada en los capítulos anteriores. Es necesario recordar que un campo conceptual alude a un conjunto de situaciones y problemas, cuyo tratamiento requiere conceptos, relaciones, procedimientos y representaciones estrechamente vinculados; en coherencia con los anteriores planteamientos, la enseñanza de conceptos científicos implica: situaciones, problemas y “el complejo total de las decisiones, presuposiciones, fundamentaciones y procesos de la decisión sobre todos los aspectos de la enseñanza” (Klafki, 1991, p. 86). Esta consideración abarca una región específica de conocimientos, en el sentido que involucra esfuerzos hacia la teorización e investigación sobre las formas de organización y realización de la enseñanza y el aprendizaje.

Es desde esta postura frente a la enseñanza de conceptos científicos, como investigación y teorización, que se concibe el campo conceptual de referencia abordado en esta investigación. Caballero (2005, 2009) ha sustentado la generación de teorizaciones producto de una revisión de investigaciones sobre el aprendizaje en el marco de la educación en ciencias y fundamentadas en la TCCV; dicha autora emplea un esquema V de Gowin (figura 1) para expresar los aportes teóricos y metodológicos a dicho campo, “La coherencia de un proceso de investigación, en la visión de Gowin (2005), implica generar algún tipo de conocimiento para el área, es decir debe reflejar una estructura de significados” (Caballero, 2009, p. 60).

---

<sup>12</sup> Entendemos por **región** una delimitación teórica. Existe multiplicidad de parámetros que se pueden aplicar en la caracterización de una región de un campo de conocimiento; en esta tesis el criterio de diferenciación es el de la teoría de referencia que determina implicaciones en la manera de asumir la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos.

**Figura 1.** Esquema V de Gowin sobre la Teoría de los Campos Conceptuales



Fuente: Caballero, 2009, p. 62

Con el propósito de evaluar los resultados en el aula mediante procesos investigativos en torno al aprendizaje de conceptos científicos, se han diseñado e implementado propuestas didácticas acordes con los planteamientos de la TCCV, de cuya aplicación han surgido contribuciones importantes a la región que hemos delimitado como campo de conocimientos que cumple las condiciones de investigación y teorización.

### **3.2. LA TEORÍA DE LOS CAMPOS CONCEPTUALES Y EL PROCESO DE DESARROLLO CONCEPTUAL EN EL CASO DE CONOCIMIENTOS SOBRE LA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS CIENTÍFICOS**

En las Ciencias Sociales los conceptos se relacionan con la posibilidad de describir o comprender asuntos, problemáticas o hechos vinculados a la realidad socio-humana. Al respecto, Bonilla y Rodríguez (2005), expresan:

Los conceptos son ideas abstractas que corresponden a formas diferentes de interpretar el mundo (...). Todas las Ciencias Sociales ofrecen percepciones particulares, maneras de mirar el mundo social que permiten o propician la construcción de estrategias sistemáticas y disciplinadas para tratar de entender los aspectos de ese mundo (p. 13).

Los conceptos de las Ciencias Sociales configuran paradigmas, enfoques y métodos de interpretación de la realidad social. También, en dichas ciencias, podemos entender los significados de los conceptos en relación con otros asociados como maneras de ver y comprender el mundo. Bonilla y Rodríguez (2005) señalan que:

Los conceptos “corresponden a propiedades dadas, a características abstraídas de lo real” (Briones, 1985, p. 7), lo que se puede captar del mundo concreto depende significativamente del equipaje conceptual que se utilice para abordar lo empírico. Para comprender la realidad, las diferentes perspectivas de las Ciencias Sociales desarrollan sus propios cuerpos conceptuales (p. 13).

Con base en estas consideraciones sobre los conceptos que forman parte de una disciplina social, como la enseñanza de las ciencias, encontramos compatibilidad con los planteamientos de Vergnaud en cuanto los conceptos no son exclusivos de las Ciencias Naturales o de las Matemáticas. Cabe señalar que la TCCV se dirige al desarrollo conceptual, es decir, a los conceptos que construye el individuo, y su teoría es una descripción e interpretación de ese proceso; no obstante, el conocimiento de una disciplina se puede describir en términos del significado de concepto como lo plantea Vergnaud.

En esta investigación, en coherencia con el marco de referencia, entendemos un concepto como la reunión de tres tipos de conjuntos, el primero hace referencia a las situaciones (referente) que le dan sentido al concepto, el segundo a los invariantes operatorios (significado en términos de conceptos y relaciones entre ellos) que organizan la actividad vinculada con la situación y el tercero al conjunto de sistemas lingüísticos o simbólicos que permiten representarlo (significante). Los conceptos se construyen apoyándose unos en otros, por esto hemos construido un campo conceptual para ser enseñado y favorecer el proceso de conceptualización sobre la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos en los futuros profesores. Cabe recordar que Vergnaud (2008) entiende las categorías no solo como aquello que permite clasificar objetos por propiedades, sino también “categorías de relaciones” que permiten pensar lo real. En este trabajo planteamos dichas categorías como proposiciones en la lengua natural que, a manera de principios, expresan relaciones entre los conceptos.

Respecto del aprendizaje de los conceptos y relaciones asociados al campo conceptual de la enseñanza de conceptos científicos, entendemos el aprendizaje escolar como un proceso de desarrollo conceptual, una apropiación crítica y no dogmática de un campo conceptual -en nuestro caso referido a ECC- en el cual incide la mediación realizada a partir de las tareas de comprensión y producción que se proponen, los cuestionamientos, las actividades desarrolladas en los seminarios teóricos, el acompañamiento y la asesoría que se les brinda a los maestros en formación. Para Vergnaud, la enseñanza es una manera de mediar un proceso para incorporar en ese desarrollo conceptual conocimientos específicos, de tal manera que se favorezca el avance hacia el logro de los aprendizajes esperados.

### **3.3. DESCRIPCIÓN DEL CAMPO CONCEPTUAL CONSTRUIDO PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE CONCEPTOS CIENTÍFICOS DESDE LA TCCV**

Recordemos que para Vergnaud, un campo conceptual es “un conjunto de conceptos formando un sistema, que se refiere a una diversidad organizada de clases de situaciones, y es resultante de la actividad del sujeto en esas situaciones” (Vergnaud,

2009, p. 16). En coherencia con la TCCV, consideramos que en el contexto de formación de profesores, el significado de “enseñanza de conceptos científicos” emerge en un conjunto organizado de clases de situaciones (tareas) que para resolverlas requieren de varios aspectos: decisiones y acciones respecto de la planificación, puesta en escena y evaluación de la enseñanza (Jackson, 2001; Andrés, 2011), lo que implica, a su vez, un conjunto de invariantes específicos –conceptos y proposiciones– para cada situación. Además, un conjunto de representaciones simbólicas –verbalizaciones– y pictóricas: tablas, gráficos, mapas conceptuales con los cuales se puede expresar el concepto de enseñanza de conceptos científicos.

Como expresamos en el capítulo uno, la potencialidad de la TCCV para formar profesores e interpretar su pensamiento y acción se sustenta en el concepto de *competencia*, que vincula el conocimiento, la acción y la representación. A continuación, detallamos el campo conceptual elaborado para mediar en la construcción de conocimientos sobre ECC de los futuros profesores y para orientar el análisis de la información en esta investigación. Para cada situación se anticipan los conceptos, las relaciones entre conceptos –proposiciones–, representaciones y acciones que se requieren para solucionarla, y que a la vez, orientan la construcción de competencias.

### **3.3.1. Competencia: Construir propuestas para enseñar conceptos científicos, fundamentadas en la TCCV**

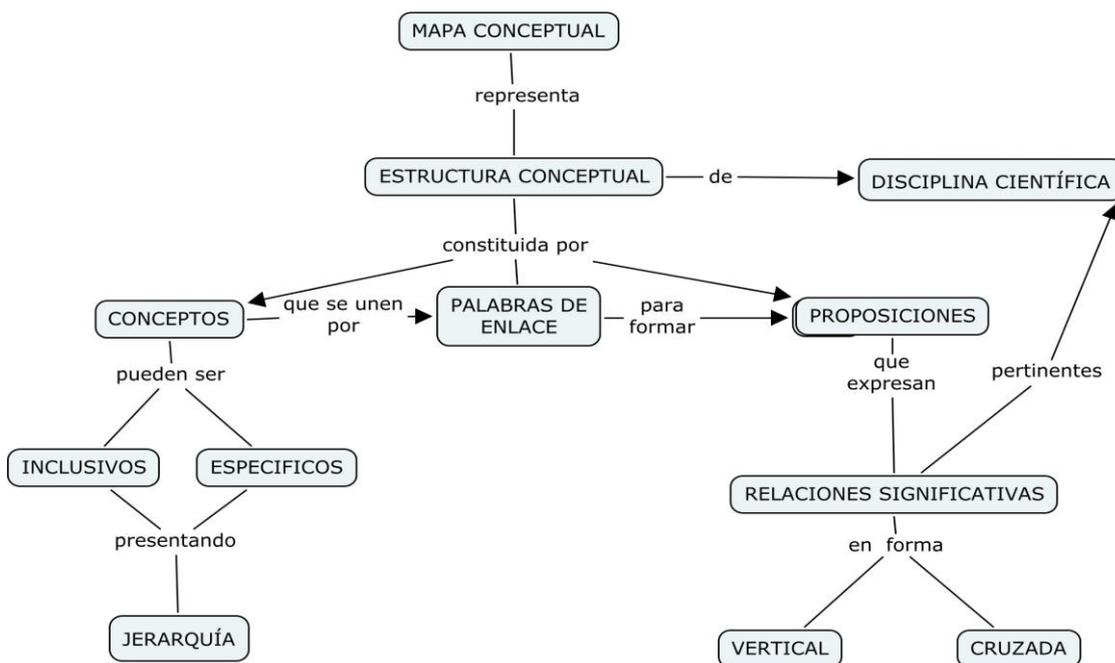
Para mediar en la adquisición de esta competencia, se proponen las situaciones 1 y 2 relacionadas con los cuestionamientos didácticos ¿qué enseñar? y ¿a quién enseñar? Y la situación 3, relacionada con las preguntas ¿cómo enseñar?, ¿cómo aprenden los alumnos conceptos científicos? y ¿qué, cómo y cuándo evaluar? En la investigación sobre enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos es necesario repensar los contenidos de la ciencia, para abordar la selección de los mismos como una problemática y reconstruirlos desde el punto de vista educativo, teniendo en cuenta, además de la lógica de la ciencia, las características psicobiológicas de los estudiantes (Fensham, 2001 citado en Duit, 2006, p. 745)

**Situación 1.** Representación de los conceptos y relaciones que serán objeto de enseñanza en mapas conceptuales, teniendo en cuenta el grado de escolaridad y el dominio conceptual de referencia.

Para resolver esta situación, los maestros en formación deben profundizar en el dominio disciplinar científico e identificar y adoptar conceptos y relaciones básicas (explicaciones, principios) que serán enseñados.

Se requiere saber **conceptos**, como: *mapa conceptual, conceptos inclusivos, relaciones significativas, proposición, jerarquía, conexiones cruzadas*, (Ver figura 2) y **relaciones entre conceptos**, como: *‘los mapas conceptuales expresan relaciones significativas entre conceptos de un dominio conceptual’; ‘los conceptos se unen con palabras formando una proposición’; ‘los mapas conceptuales expresan jerarquía’; ‘en un mapa conceptual se muestran cuáles son los conceptos más generales o inclusivos y cuáles los secundarios o específicos, las conexiones cruzadas se establecen cuando hay una relación significativa entre conceptos ubicados en diferentes segmentos del mapa conceptual’.*

**Figura 2.** Un mapa de conceptos y relaciones vinculados con la situación 1 desde la ECC



Las **representaciones** utilizadas son las construcciones de mapas conceptuales del contenido de ciencias naturales a enseñar. Las **acciones** a realizar: comparar conceptos para establecer orden de jerarquía; relacionar conceptos formando proposiciones con significado pertinente en un dominio conceptual científico. Cabe recordar que un mapa conceptual es un diagrama que permite expresar conceptos y relaciones entre conceptos, mostrando una estructura jerárquica donde se perciben los conceptos más relevantes que integran otros más específicos, aunque no necesariamente dicha jerarquía es vertical. Las relaciones entre conceptos se representan con líneas y palabras de enlace que forman proposiciones. Utilizamos esta herramienta para orientar a los maestros en formación con respecto a la toma de decisiones didácticas sobre qué enseñar, puesto que permite reflejar la estructura conceptual del contenido que será enseñado.

**Situación 2.** Configuración del campo conceptual referido al concepto científico a enseñar (campo conceptual enseñable), expresándolo en un cuadro que incluya: clases de situaciones, conceptos, relaciones, representaciones y reglas de acción necesarias para operar con los conceptos y resolver las situaciones planteadas en dicho campo.

Esta situación reúne tres subtareas:

- a. Identificar clases de situaciones y problemas, y organizarlos según el orden de complejidad conceptual.
- b. Identificar los conceptos, proposiciones y representaciones para resolver cada clase de situación.
- c. Determinar las reglas de acción: operaciones y procedimientos necesarios para solucionar la clase de situación.

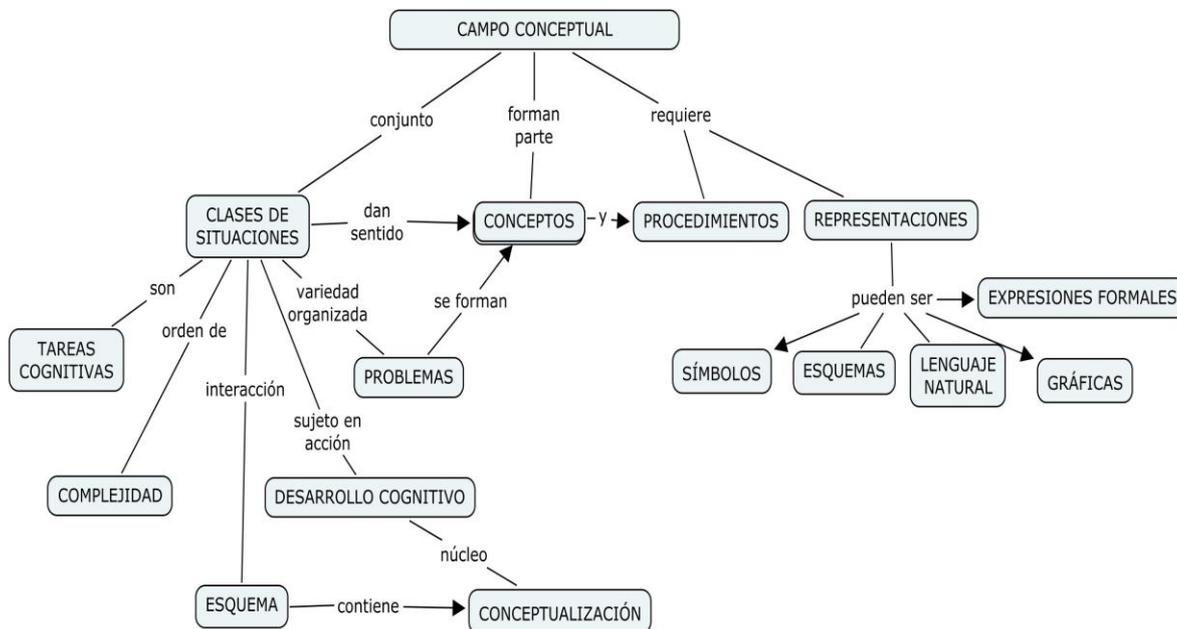
Esta situación plantea el reto al maestro en formación de continuar la búsqueda de la información en fuentes de las disciplinas científicas, de las epistemologías de esas disciplinas y de la didáctica, iniciada en la resolución de la situación 1. Además, implica la selección de las clases de situaciones del campo conceptual, la identificación de

conceptos y proposiciones que se desean movilizar en el proceso de mediación didáctica, en coherencia con posibles representaciones de los conceptos y procedimientos.

Para solucionar esta tarea compleja, el maestro en formación debe disponer, además, de los significados de **conceptos** específicos del entramado teórico disciplinar a enseñar, y de la Teoría de los Campos Conceptuales, tales como: *campo conceptual, situación en TCCV, concepto, procedimientos y representaciones, conceptualización, desarrollo cognitivo, esquema*. Además, sus **relaciones entre conceptos** como: *la Teoría de los Campos Conceptuales es una teoría psicológica del proceso de conceptualización aplicable en la enseñanza; el conocimiento está organizado en campos conceptuales; un campo conceptual es un conjunto de problemas y situaciones cuyo dominio requiere conceptos, procedimientos y representaciones; el desarrollo cognitivo depende del dominio de situaciones y conceptualizaciones específicas; una situación es una tarea o conjunto de tareas en el sentido psicológico; un concepto se forma mediante una variedad organizada de situaciones; el esquema asociado a una clase de situaciones contiene invariantes operatorios (conceptualizaciones)*. (Ver figura 3)

En la configuración del campo conceptual enseñable utilizará el **registro del discurso en la lengua natural y tablas**. También empleará **acciones** como: elegir o construir situaciones donde los conceptos y relaciones (proposiciones) seleccionados y adoptados en la situación uno –anterior-, sean funcionales, es decir, posibiliten el significado que se espera que incorporen a su estructura cognoscitiva y demanden procedimientos para resolver una tarea; relacionar conjunto de situaciones con el conjunto de conceptos y relaciones de contenido a enseñar – que se espera se constituyan en I.O. de los estudiantes– y con el conjunto de representaciones para los conceptos a enseñar y aprender; organizar las situaciones en orden de complejidad procedimental y representacional; realizar las transformaciones (Transposición didáctica) del campo conceptual disciplinar a un campo conceptual enseñable.

**Figura 3.** Un mapa de conceptos y relaciones asociados a la situación 2, desde la ECC



Es necesario dejar claro que si bien se espera la construcción de esquemas en los cuales están los I.O. y las reglas aceptadas de acuerdo con la ECC, el plan de acción no es único, no se trata de rutinas uniformes para todos, puesto que no se corresponde con la idea de desarrollo conceptual del individuo.

**Situación 3.** Diseño del proceso de mediación didáctica y de evaluación de los aprendizajes.

Situación que se dirige al cómo enseñar los conceptos científicos. Es una tarea que demanda del maestro en formación a pensar en las estrategias que potencien la conceptualización de sus estudiantes respecto del campo conceptual que será enseñado. Para ello, debe atender a las particularidades del contenido de manera coherente con la secuencia de situaciones adoptada; no se trata de estrategias de enseñanza en general, sino que estas sean potencialmente significativas y flexibles en el proceso de intervención, de acuerdo a las circunstancias; lo que tiene relación con asumir una postura frente al aprendizaje, entender cómo intervenir en los procesos de

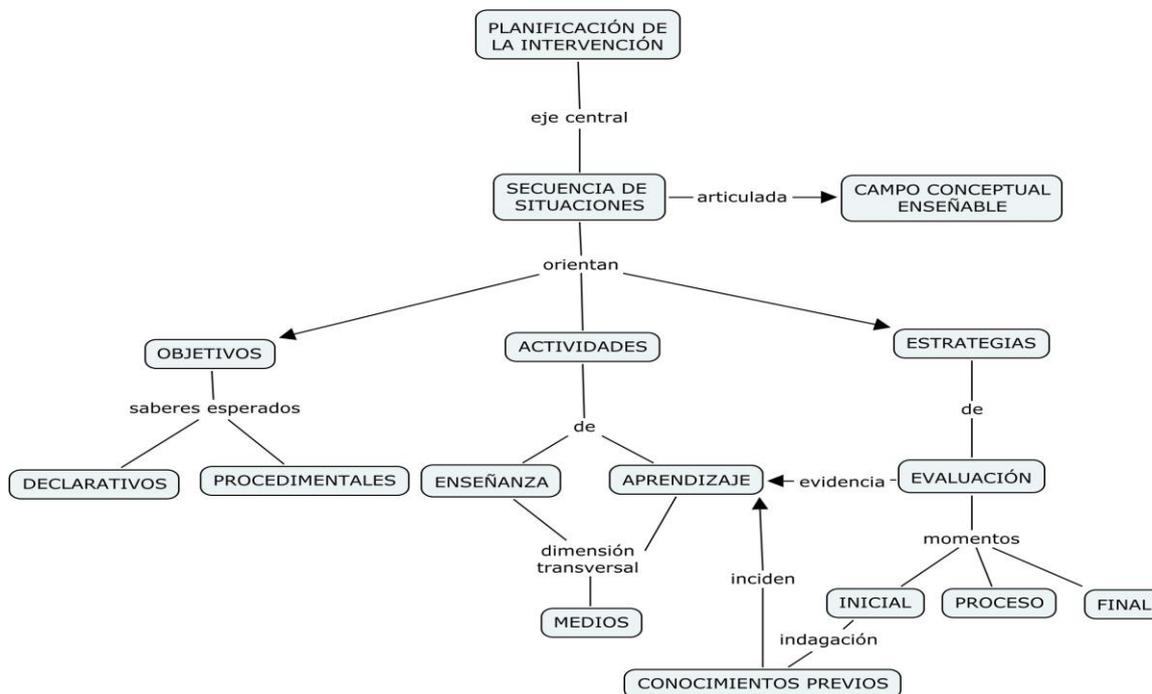
conceptualización dada la especificidad del contenido de un campo conceptual, las características de los estudiantes (edad, grado escolar) y medios disponibles.

Además, dicha tarea enfrenta al maestro en formación a la toma de decisiones sobre *¿qué, cómo y cuándo evaluar?* El maestro en formación debe elaborar instrumentos para la evaluación durante el proceso de aprendizaje, es decir, evaluación formativa y sumativa.

Esta situación activa los significados de **conceptos** como: *planificación, secuencia, objetivos de aprendizaje, actividades de enseñanza y aprendizaje, estrategias de evaluación, medios*, y de **relaciones entre conceptos** como: *el eje central de la planificación es la secuencia de situaciones (orden creciente de complejidad); los objetivos, las actividades de enseñanza y aprendizaje, los medios y la evaluación previstos deben guardar coherencia con la secuencia de situaciones; los objetivos de aprendizaje describen los saberes declarativos y procedimentales que se espera que el estudiante aprenda; el aprendizaje se logra mediante el dominio de situaciones; los conocimientos previos inciden en el aprendizaje; los aprendizajes se evidencian en la capacidad de explicar y de aplicar conocimiento adquirido a nuevas situaciones; la evaluación del aprendizaje debe ser realizada a lo largo de la secuencia didáctica (formativa) y al final (sumativa).* (Ver figura 4).

En la elaboración de los diseños planteados, el maestro en formación utilizará **representaciones**: registros del discurso en la lengua natural y otras de acuerdo al contenido específico disciplinar: dibujos, símbolos, fórmulas, gráficos, diagramas, entre otras, y **acciones** como: identificar los objetivos (intenciones didácticas) del proceso de enseñanza y de aprendizaje esperado, plantear situaciones, problemas, cuestionarios, discusiones para identificar el estado inicial de conocimientos (declarativo y procedimental); hacer selección y uso crítico de fuentes; proponer actividades de enseñanza y aprendizaje y estrategias de evaluación del aprendizaje que den cuenta del mismo a lo largo y al final del desarrollo de las secuencias didácticas ; replantear la idea del libro como única fuente de conocimiento, propender por el uso de documentos, artículos y otros medios y materiales educativos.

**Figura 4.** Un mapa de conceptos y relaciones asociados a la situación 3



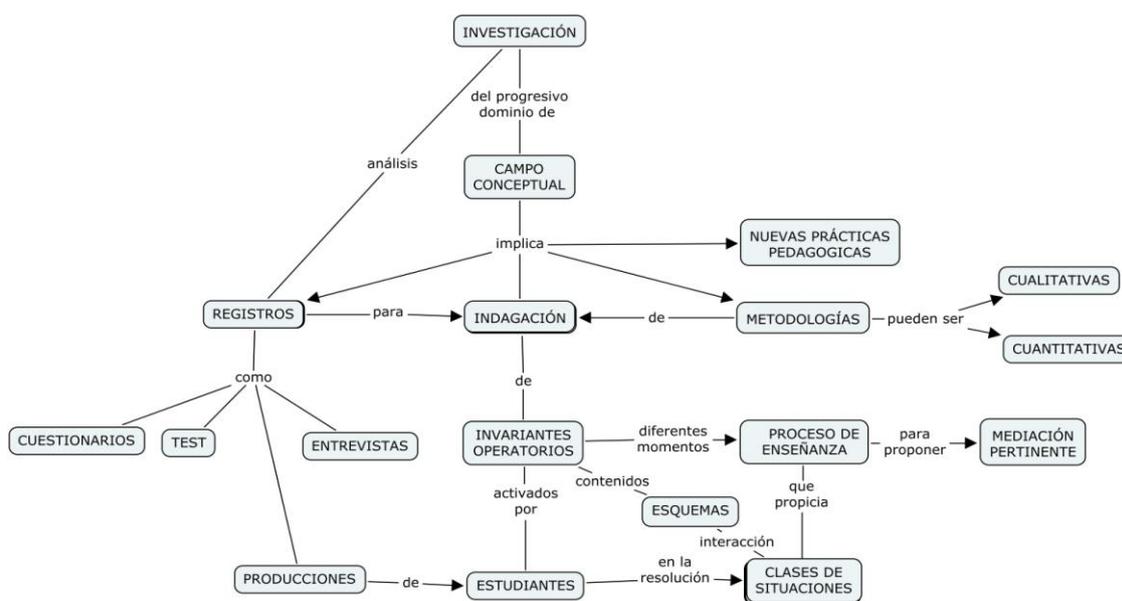
**3.3.2. Competencia: Construir propuestas de investigación que privilegien el estudio de aprendizajes de conceptos científicos desde el referente de la TCCV**

**Situación 4.** Investigar problemas relacionados con el desarrollo conceptual en el aprendizaje de conceptos científicos

Se propone un estudio sobre el desarrollo conceptual, mediante la investigación de invariantes operatorios de los estudiantes durante el desarrollo de la intervención didáctica; de esta manera, se vincula la investigación a los procesos de enseñanza y a la evaluación de los aprendizajes desde el referente de la TCCV. Este tipo de investigación se sitúa en la línea de mejorar las prácticas de enseñanza de conceptos científicos. Para resolver esta clase de situación, se requiere activar **conceptos** como: *investigación, invariantes operatorios, esquema, campo conceptual, clases de situaciones, registros de datos, indagación, metodologías de investigación, métodos de análisis y relaciones entre conceptos: la investigación sobre los invariantes operatorios –contenidos en*

esquemas– activados por los estudiantes en la resolución de clases de situaciones es esencial en el apoyo al progresivo dominio de un campo conceptual; la indagación de los significados que los estudiantes le asignan a los conceptos y el tipo de representaciones que utilizan contribuye a una mediación de mayor pertinencia; investigar sobre el dominio de un campo conceptual implica nuevas prácticas pedagógicas; los registros de datos pueden ser cuestionarios, test, entrevistas, producciones de los estudiantes; las metodologías de investigación pueden ser cualitativas o cuantitativas; se pueden utilizar diversos métodos de análisis pertinentes a los objetivos de la investigación. (Ver figura 5).

**Figura 5.** Un mapa de conceptos y relaciones asociados a las situación 4



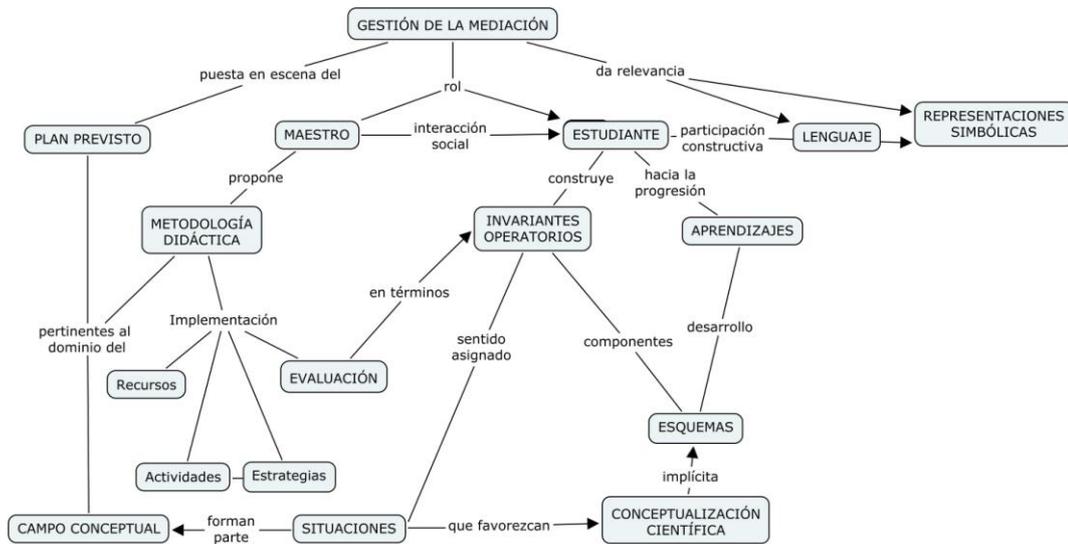
En este proceso se promoverá el uso de **representaciones** como: registros del discurso en la lengua natural, mapas conceptuales, tablas, gráficos, y **acciones** como: construir instrumentos para la indagación de invariantes operatorios iniciales, analizar información para identificar los invariantes operatorios iniciales de que disponen los estudiantes para hacerles frente a las situaciones en un campo conceptual específico; diseñar instrumentos de recogida de información; diseñar el campo conceptual para enseñar y que sirva de referencia para los análisis; interpretar la información recogida, elaborar informes de investigación, socializar avances y resultados.

### 3.3.3. Competencia: Realizar el trabajo de mediación hacia la progresión de aprendizajes en los estudiantes

**Situación 5.** Gestión de la progresión de los aprendizajes mediante el desarrollo de la planeación prevista.

El maestro en formación se verá abocado a responder a la siguiente pregunta: ¿cómo llevar a la práctica un proceso de mediación pertinente, que posibilite el dominio del campo conceptual? En este sentido, es necesario favorecer la interacción social con sus pares y con el profesor, donde se dé relevancia al papel del lenguaje, a la simbolización y a las representaciones; las explicaciones también son indispensables, así como sus acciones de mediación. Se espera activar **conceptos** en los maestros en formación como: *mediación, rol del maestro, rol del estudiante, aprendizaje, lenguaje, representaciones, metodología didáctica, estrategia, actividad, recursos, evaluación, campo conceptual, situaciones, esquemas, invariantes operatorios, conceptualización, interacción social y relaciones entre conceptos: la gestión de la mediación permite la puesta en escena del plan previsto; en el dominio de un campo conceptual, contribuyen la mediación del maestro y la de otros estudiantes, en tal sentido, se debe favorecer la interacción social; la mediación debe dar relevancia al lenguaje y a las representaciones simbólicas; el rol del maestro, además de proveer situaciones que favorezcan la conceptualización, es también el de intervenir sobre el sentido que el estudiante asigne a las situaciones; la tarea de un maestro es ayudar a los estudiantes en la construcción de invariantes operatorios contenidos en los esquemas y representaciones; el rol del estudiante se fundamenta en una participación constructiva que le posibilite la progresión de aprendizajes; la metodología didáctica implementada con sus actividades, estrategias y uso de recursos resulta pertinente si existe coherencia con el dominio del campo conceptual; una evaluación como indagación de invariantes operatorios –conocimiento implícito– revela indicios del proceso de conceptualización científica de los estudiantes; el aprendizaje debe ir más allá de adquirir formas de representación y lenguajes, debe procurar también la formación para la crítica y racionalidad.* (Ver figura 6).

**Figura 6.** Un mapa de conceptos y relaciones asociados a la situación 5



**Representaciones:** expresadas en el desarrollo de clases: explicaciones verbales, elaboración de reflexiones escritas, esquemas, gráficos, mapas conceptuales, demostraciones, y **acciones** como: hacer frente, en compañía del estudiante, a las situaciones ajustadas al nivel del estudiante; buscar cómo movilizar invariantes operatorios precursores; poner en juego acciones mediadoras, por ejemplo: explicaciones, discusiones, argumentaciones, resolución de problemas; gestionar procesos de evaluación de los aprendizajes, por ejemplo: resolución de problemas, producciones escritas, desarrollo de cuestionarios que pongan en juego habilidades cognitivas, favorecer la interacción entre maestro y estudiante desde una perspectiva crítica; propiciar la participación activa del alumno, de la diversidad de estrategias de enseñanza.

### 3.3.4. Competencia: Reflexionar sobre el nivel de comprensión de sus aprendizajes con respecto a enseñar conceptos científicos

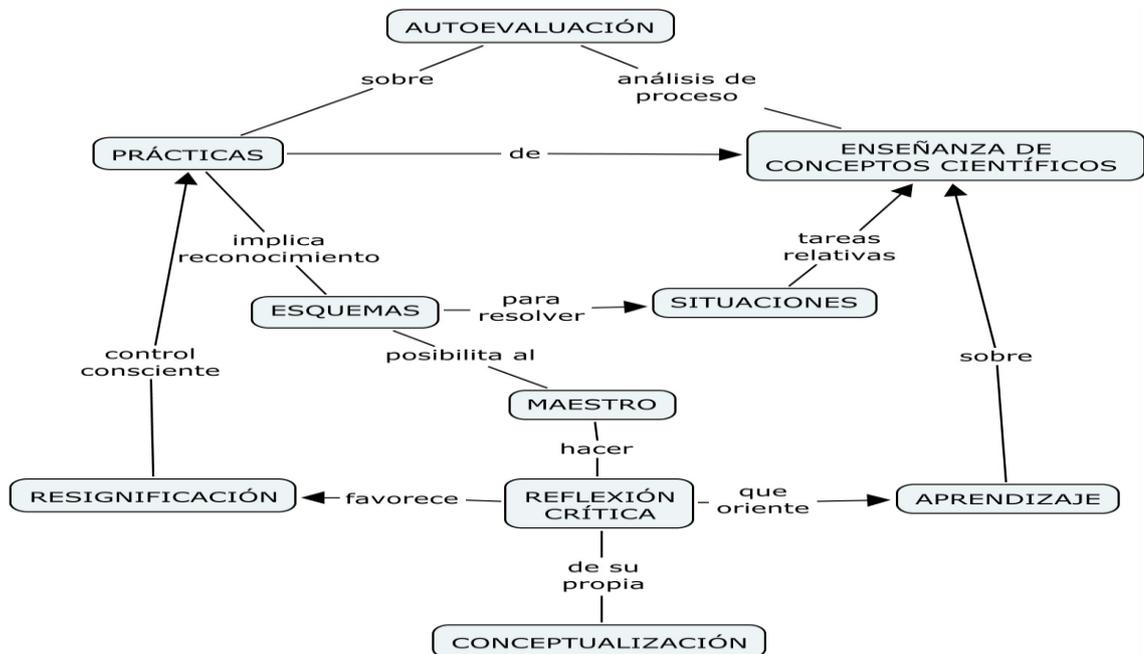
#### Situación 6. Autoevaluación de sus propios procesos de enseñanza

La evaluación de la enseñanza toma en cuenta los problemas y las circunstancias vividas en los contextos reales de enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos en las aulas donde el grupo de maestros en formación realiza la práctica pedagógica. Para solucionar la situación planteada, los maestros en formación deben enfrentarse a la escritura de un diario pedagógico, como la posibilidad de reflexionar sobre qué hacen, cómo lo hacen, por qué lo hacen, para qué lo hacen y, en este orden de ideas, sobre lo que piensan, es decir, la reflexión sobre el saber y el saber hacer. Se trata de trascender la sola descripción de lo sucedido hacia el diálogo con los referentes teóricos, la investigación, la interpretación y las acciones de transformación, desde el reconocimiento y la crítica de sus propios esquemas para abordar la enseñanza de conceptos científicos. Asimismo, la escritura del diario sitúa al profesor en la tarea cognitiva de pensar la racionalidad de las prácticas, considerándola desde una concepción compleja de la realidad y de los procesos de enseñanza.

Para dar respuesta a esta tarea, maestros activarán **conceptos** como: *autoevaluación, práctica, reflexión crítica, enseñanza de conceptos científicos, maestro, esquema, resignificación*, y **relaciones entre conceptos** como: *el reconocimiento que hace el maestro de sus propios esquemas orienta su aprendizaje para enseñar conceptos científicos; la autoevaluación de las prácticas posibilita identificar aciertos o desaciertos sobre las estrategias que plantea y desarrolla para resolver situaciones/tareas relativas a la enseñanza de conceptos científicos; la reflexión crítica brinda mayores posibilidades de cambios y resignificación de las prácticas de enseñanza; es necesario que el maestro revise su propia conceptualización sobre los contenidos a enseñar y el proceso de enseñarlos.*(Ver figura 7). Además, se privilegian **representaciones** como: gráficos, mapas conceptuales, textos escritos (el diario) y **acciones** como: escribir los diarios, reflexionar sobre sus propios procesos de práctica, explicitar y analizar sus propios esquemas, propender por una apropiación no dogmática

de nuevos conocimientos que conlleven a la flexibilidad intelectual y a la apertura al cambio.

**Figura 7.** Un mapa de los conceptos y relaciones asociados a las situación 6



En síntesis, para plantear una propuesta de enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos, en la cual se tomen decisiones fundamentadas, es necesario recurrir a diversos referentes, entre ellos los que provienen de las disciplinas científicas para profundizar en la materia de enseñanza (conceptos, proposiciones, constructos, modelos, representaciones) y elegir qué será enseñado; asimismo, adoptar una postura con respecto a cómo aprenden las ciencias los estudiantes y a la naturaleza de la ciencia. Esto con el propósito de realizar las transformaciones del saber científico al saber enseñable. Desde los planteamientos de la TCCV, el maestro favorece una enseñanza basada en campos conceptuales; para ello, en lugar de proponer un listado de temas o definiciones aisladas, formula un “campo conceptual enseñable”, denominación que le hemos dado en la propuesta de formación de maestros que se plantea en esta investigación.

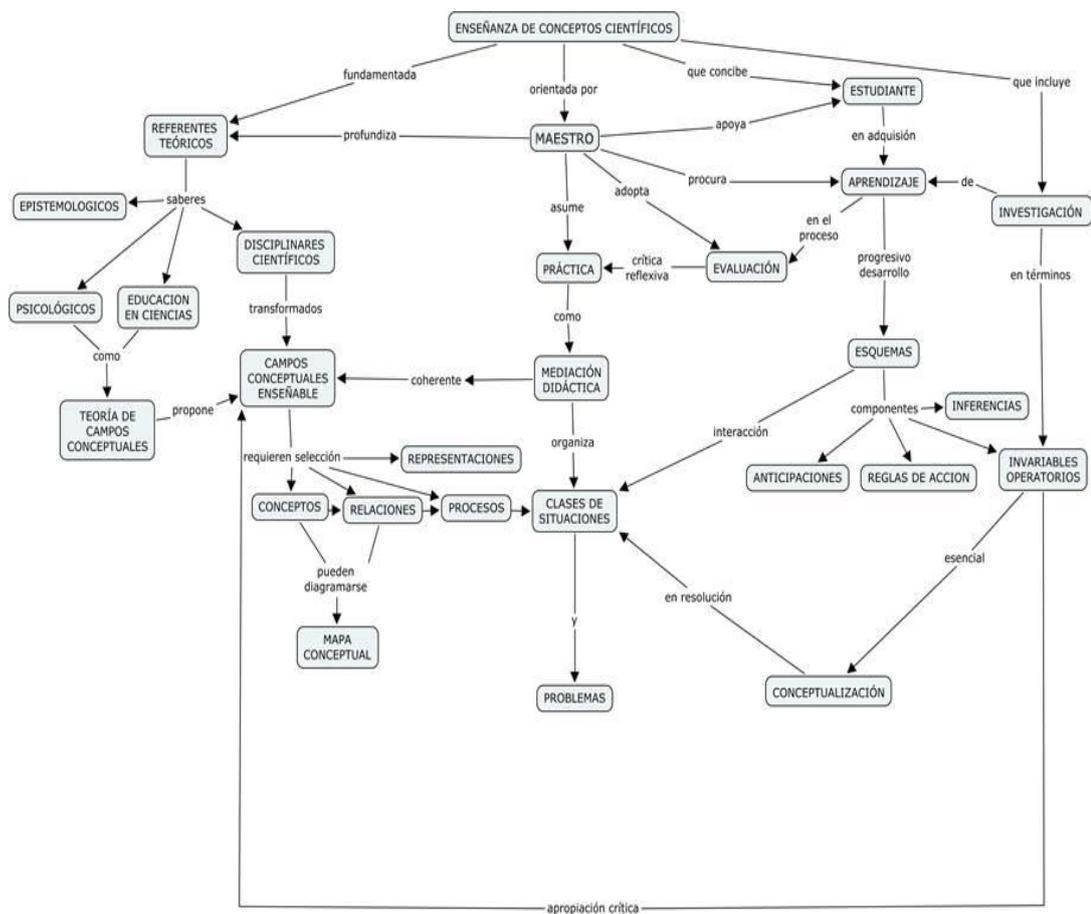
Para configurar este campo conceptual enseñable, el maestro en formación selecciona las clases de situaciones cognitivas en las cuales adquieren sentido: el sistema de conceptos, las relaciones entre conceptos, los problemas, los procedimientos y las representaciones que serán objeto de la mediación didáctica. El maestro gestiona la mediación didáctica, cómo enseñar, para favorecer la construcción de esquemas y representaciones en los estudiantes, interviniendo de manera adecuada en la zona de desarrollo próximo del estudiante; para tal fin, puede recurrir a la interacción social y al uso del lenguaje y los símbolos. Se trata de superar la relación causal entre la enseñanza-aprendizaje y reconocer la importancia del rol mediador del maestro; la enseñanza incide sobre el aprendizaje a través de las clases de situaciones y problemas que el maestro le propone al estudiante y las mediaciones sociales producto de las interacciones que se dan en el aula de clase entre el maestro y los estudiantes y entre pares, e igualmente con el uso de materiales adecuados. La mediación docente consiste en facilitar la construcción de otros invariantes operatorios necesarios para nuevas operaciones de pensamiento.

¿Qué, cómo y cuándo evaluar? Una enseñanza basada en campos conceptuales es coherente con una evaluación dirigida a los aprendizajes y a la misma práctica desarrollada. La evaluación se realiza durante todo el proceso de intervención, es decir, una evaluación: inicial, formativa y sumativa. La evaluación formativa permite hacer seguimiento al progresivo dominio de un campo conceptual y la sumativa busca valorar el alcance de los objetivos de aprendizaje al final de la fase de intervención. De la misma manera, la evaluación debe considerar a los diferentes actores del proceso (autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación).

Se propone también investigar los procesos de conceptualización que llevan a cabo los estudiantes y valorar la explicitación del conocimiento en ellos. La Teoría de los Campos Conceptuales plantea que tanto la actividad física como la mental están constituidas por esquemas que están integrados por metas y anticipaciones, por reglas de acción, por inferencias y por unos componentes fundamentales vinculados con la conceptualización -que son los invariantes operatorios (conceptos y teoremas-en-acción), los cuales son de carácter implícito-. Sin embargo, muchas de las dificultades

de los estudiantes radican en este nivel; por lo tanto, un estudio más riguroso sobre los invariantes operatorios ayuda al maestro a comprender el desarrollo conceptual y las dificultades de los estudiantes; pero ello implica el diseño de instrumentos que posibiliten tal explicitación en el marco de un proceso de investigación didáctica donde se estudie el aprendizaje de un concepto no de manera aislada sino haciendo parte de un campo conceptual. De ahí la importancia de que el maestro proponga situaciones y problemas que posibiliten el surgimiento y funcionamiento de conceptos, explicaciones, procedimientos y representaciones. En el mapa conceptual (figura 8) integramos los conceptos y relaciones asociados al **campo conceptual de la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos desde el referente de la TCCV**, con el propósito de ilustrar una visión de conjunto de la propuesta.

**Figura 8.** Conceptos y relaciones asociados al campo conceptual de la enseñanza y el aprendizaje



En el siguiente apartado, presentamos las planificaciones desarrolladas para la investigación; en ellas se indican los objetivos, los propósitos de aprendizaje, la justificación, la organización de la mediación del proceso de desarrollo conceptual de los profesores para que realicen la tarea de enseñar conceptos de ciencia y las evidencias del progreso de los estudiantes en el aprendizaje de esta tarea; también se especifican las producciones de los maestros en formación que sirvieron de instrumentos de recolección de datos.

### **3.4. PROPUESTA DE FORMACIÓN**

Presentamos en este apartado la propuesta para la formación profesional del grupo de futuros profesores que cursan la asignatura ‘Práctica Pedagógica’ de la Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental en la Universidad de Antioquia, y que participaron en esta investigación. Es prudente advertir que los cursos tienen indicaciones académico-administrativas para el desarrollo de los programas, pero se flexibilizan en la inserción de las particularidades de la línea que orienta la práctica pedagógica. Para iniciar explicamos algunos términos del ámbito académico donde se desarrolla la investigación y la intervención.

Según el Acuerdo 148 de abril de 2004, en este ámbito se concibe la práctica pedagógica, como el conjunto de relaciones teóricas y prácticas, de carácter dinámico y complejo, articuladas en las dimensiones: pedagógica, didáctica, investigativa y disciplinar. Son relaciones cruzadas por referentes éticos, culturales y políticos, en los que se involucra la lógica social, institucional y personal que posibilitará al maestro en formación consolidarse como un intelectual de la educación. Asimismo, se entiende la práctica como un ejercicio de la enseñanza en una institución, en un nivel educativo, en un grado escolar y en un saber por enseñar, con el propósito de vincular al maestro en formación con el fenómeno educativo desde diferentes teorías, enfoques y orientaciones; y la **práctica investigativa** como la participación activa del maestro en formación en:

Propuestas de innovación, de intervención o de apoyo pedagógico, de carácter investigativo (...) cuyo propósito es plantear soluciones a problemas propios del contexto pedagógico y educativo, en los niveles preescolar, básica, media y superior, para transformar la realidad. Su carácter es conceptual y aplicado que permite al maestro en formación construir saber pedagógico (Acuerdo 148, abril de 2004).

En este contexto, el Asesor de Práctica Pedagógica es un profesor de la universidad que tiene como funciones: planear los seminarios de práctica, evaluar el proceso de cada maestro en formación y acompañarlo en su lugar de práctica por lo menos tres veces en el semestre, sugerir centros de práctica, asesorar y orientar al maestro en formación en cada una de las funciones y actividades propias de la práctica pedagógica, presentar por escrito y sustentar ante el comité de carrera o los núcleos respectivos la propuesta de práctica pedagógica.

Los Centros de Práctica son las instituciones educativas de carácter formal, no formal e informal, oficiales o privadas, del medio local o regional, que facilitan el desarrollo y la aplicación de experiencias de intervención de los futuros profesores. Cooperador es el profesor titular de grupo o asignatura del Centro de Práctica que acompañará y facilitará el desarrollo de las experiencias de práctica pedagógica de los maestros en formación.

El plan de formación de la Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental está organizado en campos de conceptualización y en núcleos; su desarrollo se plantea para diez semestres o niveles.

Estos campos son los siguientes:

Campo científico: lo integran los núcleos de Biología, Física, Química, Matemáticas y Educación Ambiental.

Campo pedagógico: conformado por Pedagogía y Psicología Cognitiva.

Campo didáctico: constituido por las disciplinas Historia y Epistemología, Sociología de las ciencias, Lógica de las ciencias, Didácticas de las ciencias (I y II) y los cursos de Proyecto pedagógico (I, II, III) e Investigación monográfica (I, II, y III).

La práctica pedagógica en dicha licenciatura se asume con un carácter investigativo y se configura mediante las asignaturas Proyecto pedagógico (I, II, III) e Investigación monográfica (I, II, III) desarrolladas desde los semestres VIII a X (programa de la licenciatura versión 01). Los cursos de las asignaturas mencionadas son correquisitos, por lo cual se estudian de manera simultánea en cada semestre. Dentro del programa universitario se proponen seminarios teóricos en el campus universitario, prácticas pedagógicas en contextos escolares y desarrollo de investigaciones, bien sean nuevas propuestas o réplicas de investigaciones fundamentadas y sustentadas teóricamente. Dado el carácter investigativo de la práctica pedagógica, se ofertan al grupo de maestros en formación distintas líneas<sup>13</sup> de investigación, entre ellas:

Historia y epistemología de las ciencias.

Modelos y modelización en ciencias.

Recursos didácticos “Escuela-Museo” para la enseñanza de las ciencias y la formación inicial y continua de docentes de ciencias.

Nuevas tecnologías para la enseñanza de las ciencias.

Resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias.

Campos conceptuales: una perspectiva para la enseñanza y la investigación en enseñanza de las ciencias.

Cambio conceptual y argumentación.

---

<sup>13</sup> Tomado el 16 de mayo de 2013 de <https://sites.google.com/site/pageciencias/organizacion-de-las-actividades-de-formacion>

Educación ambiental.

Los maestros en formación inscritos en una de estas líneas, de acuerdo a su elección personal, abordan el estudio de una problemática de la educación y, particularmente, de la didáctica de las ciencias. En la tabla 3 presentamos las orientaciones<sup>14</sup> de dicho programa académico para el desarrollo de los cursos que integran la práctica pedagógica.

**Tabla 3** Síntesis de las directrices para el desarrollo de las asignaturas que integran la práctica pedagógica

<b>ORIENTACIONES DESDE EL PROGRAMA DE LA LICENCIATURA</b>		
<b>Semestre</b>	<b>Proyecto Pedagógico (PP)</b>	<b>Investigación Monográfica (IM)</b>
<b>VIII</b>	<p>Proyecto pedagógico I: Acercamiento a instituciones educativas. Lectura y análisis de documentos institucionales y normativas curriculares. Observación de las dinámicas institucionales y de aprendizajes del área de Ciencias Naturales. Construcción de un documento a manera de diagnóstico que recoja los aspectos anteriores.</p>	<p>Investigación monográfica I: Iniciación teórica y actividades relacionadas con la investigación, como identificación de posibles objetos de estudio susceptibles de ser abordados desde la línea de investigación elegida, formulación de preguntas de investigación, justificación y objetivos. -Elaboración del estado del arte o documento sobre la producción investigativa acerca del fenómeno en estudio.</p>
<b>IX</b>	<p>Proyecto Pedagógico II: Acercamiento del maestro en formación a la práctica pedagógica con un grupo específico de estudiantes. Caracterización del grupo de estudiantes asignado. Seminarios de orientación teórica. Algunas horas de trabajo fundamentado de docencia, acompañado por el profesor cooperador (quienes no son profesores en ejercicio) y el Asesor. Registros de experiencias y reflexiones sobre la práctica en el diario pedagógico.</p>	<p>Investigación Monográfica II: Continuación del proyecto de investigación iniciado en IM - I Diseños de propuestas didácticas y de metodología de investigación para estudiar logros. Elección de técnicas para el análisis de la información y algunos avances al respecto.</p>
<b>X</b>	<p>Proyecto Pedagógico III: Desarrollo de diseños didácticos. Valoración y cualificación de la práctica pedagógica.</p>	<p>Investigación Monográfica III: Análisis de las propuestas realizadas y elaboración del informe. Dar cuenta del proceso investigativo en diferentes eventos de comunicación programados dentro y fuera de la universidad.</p>

<sup>14</sup> Documento de circulación interna: Descripción de Proyecto Pedagógico e Investigación Monográfica de Licenciatura en Básica énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Universidad de Antioquia. Facultad de Educación. 2005

La investigadora y autora de esta tesis se desempeña como asesora de práctica pedagógica y ofertó la línea de investigación: Teoría de los Campos Conceptuales: una perspectiva para la enseñanza y la investigación en enseñanza de las ciencias.

En las siguientes tablas presentamos la planificación de las seis asignaturas, concretando su justificación, los propósitos que persiguen, los contenidos que abordan, las actividades de enseñanza y de aprendizaje que se realizan con los estudiantes y las estrategias evaluativas que se llevan a cabo. Nuestra pretensión es tratar de formar a los futuros maestros de ciencias en la investigación educativa, a través de estrategias que les permitan diseñar y desarrollar proyectos de investigación. Igualmente, intentamos incentivar rastreos bibliográficos en busca de fuentes disciplinares científicas, pedagógicas, didácticas y de investigación en enseñanza de las ciencias para la estructuración de la propuesta de investigación monográfica.

**Tabla 4.** Planes desarrollados en las asignaturas Proyecto Pedagógico I, II, III:  
JUSTIFICACIÓN

	<b>PROYECTO PEDAGÓGICO I</b>	<b>PROYECTO PEDAGÓGICO II</b>	<b>PROYECTO PEDAGÓGICO III</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	<p>Este curso pretende contribuir en la formación pedagógica, didáctica y del saber específico del futuro maestro en Ciencias Naturales desde dos asuntos primordiales:</p> <p>La caracterización de las instituciones educativas donde se realiza la práctica pedagógica y de sus ambientes de enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos, con el fin de generar alternativas de enseñanza en dichos contextos.</p> <p>El análisis de estudios sobre educación en ciencias que centren su atención en la actividad cognitiva de los sujetos, específicamente la discusión de los planteamientos de la Teoría de los Campos Conceptuales.</p>	<p>El curso busca aportar a la formación pedagógica, didáctica y disciplinar de los maestros en formación, desde las reflexiones que se suscitan de las fuentes teóricas discutidas en los seminarios presenciales y en las prácticas pedagógicas.</p> <p>Se pretende propiciar el diálogo entre las vivencias de los maestros en formación en los centros de práctica y las posibilidades teóricas y experimentales que se les han propuesto desde la educación superior.</p> <p>Específicamente, se ahonda en la comprensión de conceptos y planteamientos básicos de la Teoría de los Campos Conceptuales y sus implicaciones en la enseñanza, y desde este referente se orienta la construcción de propuestas de enseñanza adaptadas a los contextos de los centros de práctica.</p> <p>Se espera a futuro aportar en la cualificación de los procesos de enseñanza del área de Ciencia Naturales y Educación Ambiental en los niveles educativos de Básica Primaria y Secundaria en dichos contextos.</p>	<p>El curso constituye la etapa final de las asignaturas de la Práctica Pedagógica; en él se continúa con los procesos de formación teórica sobre la implementación de propuestas didácticas de enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos en los centros de práctica y con la socialización de experiencias, avances y dificultades en dicha implementación.</p> <p>La revisión y relectura del diario, la identificación de categorías y elaboración de mapas conceptuales sobre la práctica y la escritura de textos sirven para la discusión, la interpretación y el análisis de los procesos de práctica que viven los maestros en formación.</p>

**Tabla 5.** Planes desarrollados en las asignaturas Proyecto Pedagógico I, II, III:  
OBJETIVOS

	<b>PROYECTO PEDAGÓGICO I</b>	<b>PROYECTO PEDAGÓGICO II</b>	<b>PROYECTO PEDAGÓGICO III</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<p>Objetivo general: Aportar en la formación pedagógica, didáctica, investigativa y del saber disciplinar de los futuros maestros como intelectuales y profesionales de la educación en ciencias.</p> <p>Objetivos específicos: Analizar el reglamento que rige el funcionamiento de la práctica pedagógica en los programas de pregrado de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia. Reflexionar sobre la normatividad del país para la educación científica (curricular - estándares de competencias) planteada por los estamentos de la administración educativa. Identificar la dinámica escolar que caracteriza el centro de práctica, en particular la del área de Ciencias Naturales (proyectos, actividades, infraestructura) para el trabajo pedagógico y didáctico, utilizando diversas técnicas de recogida de información. Reflexionar sobre la potencialidad de la Teoría de los Campos Conceptuales para fundamentar propuestas de enseñanza e investigación.</p>	<p>Objetivo general: Construir propuestas didácticas de enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos, fundamentadas teóricamente.</p> <p>Objetivos específicos: Caracterizar el grupo de estudiantes designado para la práctica pedagógica. Diferenciar conceptos fundamentales de la Teoría de los Campos Conceptuales. Planear una propuesta para la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos en la perspectiva del referente de la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud.</p>	<p>Objetivo general: Fortalecer las relaciones que establece el maestro en formación entre la teoría y la práctica, como posibilidad para reconstruir y cualificar su desempeño como futuro profesor de ciencias.</p> <p>Objetivos específicos: Aportar en la reflexión del ser, el saber y el quehacer docente de los maestros en formación, a través de respuestas coherentes a situaciones (tareas) inherentes a la actividad docente. Posibilitar que el maestro en formación valore y cualifique su propuesta de intervención didáctica.</p>

**Tabla 6.** Planes desarrollados en las asignaturas Proyecto Pedagógico I, II, III:  
CONTENIDOS

<b>PROYECTO PEDAGÓGICO I</b>	<b>PROYECTO PEDAGÓGICO II</b>	<b>PROYECTO PEDAGÓGICO III</b>
<p>Asuntos reglamentarios para el desarrollo de la práctica pedagógica en los programas de pregrado de la Facultad de Educación.</p> <p>La práctica pedagógica y la formación de maestros.</p> <p>El diario pedagógico y el diario de campo.</p> <p>Normatividad vigente que orienta el área de ciencias naturales y educación ambiental.</p> <p>El diagnóstico institucional: propósitos, instrumentos, y técnicas para revisar, registrar y analizar la información institucional.</p> <p>La Teoría de los Campos Conceptuales y la enseñanza de las ciencias.</p> <p><b>BIBLIOGRAFÍA BÁSICA</b></p> <p>Documentos sugeridos:</p> <p>Facultad de Educación Universidad de Antioquia. Reglamento de práctica. Acuerdo 148 de Abril de 2004.</p> <p>Rocwelly y Mercador (1986). La Práctica Docente y la Formación de Maestros. México: Cuadernos de Educación, DIE.</p> <p>Porlán, R. y Martín, J. (1996). El diario del profesor. Un recurso para la investigación en el aula. (3ª ed.). Sevilla: Diada Editores.</p> <p>Salinas, M. L. (2000). El diario pedagógico. La gaceta didáctica, 3. Medellín: Universidad de Antioquia.</p> <p>Ministerio de Educación Nacional (2004). Estándares de competencias básicas de Ciencias Naturales. Colombia.</p> <p>Ministerio de Educación Nacional (1998). Lineamientos curriculares del área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Colombia.</p> <p>Vergnaud, G. (1990). La Teoría de los Campos Conceptuales.</p>	<p>¿Cómo seleccionar y organizar situaciones para proponer a los estudiantes en el inicio del proceso de enseñanza de conceptos científicos?</p> <p>Significado de situación en el marco de la Teoría de los Campos Conceptuales</p> <p>Referentes para la selección de situaciones.</p> <p>Forma de organización de situaciones (secuencia en orden de complejidad).</p> <p>Concepto en el marco de la TCC.</p> <p>Interacción sujeto-situación.</p> <p>Campo conceptual.</p> <p>Conceptualización.</p> <p>Conocimiento operatorio y predicativo.</p> <p>Concepto científico.</p> <p>Conceptos básicos sobre la elaboración de mapas conceptuales.</p> <p>Reconstrucción del campo conceptual enseñable.</p> <p>Organización de la enseñanza con base en campos conceptuales (planteamiento didáctico).</p> <p>¿Qué planteamientos de Toulmin pueden complementar las ideas de Gérard Vergnaud para fundamentar un trabajo didáctico de aula?</p> <p>Los significados de los conceptos, la racionalidad, las representaciones, las disciplinas científicas y el cambio conceptual desde la perspectiva de S. Toulmin.</p> <p><b>BIBLIOGRAFÍA BÁSICA</b></p> <p>- Vergnaud, G. (1996). Algunas ideas fundamentales de Piaget en torno a la didáctica. Perspectivas, 1 (26).</p> <p>- Vergnaud, G. (2007) ¿En qué sentido la teoría de los Campos Conceptuales puede ayudarnos para facilitar el aprendizaje significativo? Investigações em Ensino de Ciências. 12 (2), pp.</p>	<p>¿Cómo gestionar y aplicar propuestas didácticas para la enseñanza de conceptos científicos en función de la Teoría de los Campos Conceptuales?</p> <p>Mediación del profesor.</p> <p>Interacción social.</p> <p>Transposición didáctica.</p> <p>Secuencia didáctica.</p> <p>Manejo del lenguaje, de los signos y de las representaciones en la enseñanza de las ciencias.</p> <p>Problemas de contenidos conceptuales en un saber específico.</p> <p>¿De qué manera evaluar los aprendizajes de los estudiantes acerca de los conceptos científicos según las implicaciones de la teoría de los Campos Conceptuales?</p> <p>La evaluación de los aprendizajes.</p> <p>Naturaleza de los invariantes operatorios: conceptos-en-acción y teoremas-en-acción.</p> <p>Naturaleza de conceptos y teoremas científicos.</p> <p>Progresión de aprendizajes.</p> <p>Evolución de invariantes operatorios (implícitos) en conceptos y teoremas científicos (explícitos).</p> <p>Técnicas, instrumentos, estrategias de estudio de los procesos de conceptualización</p> <p>¿Cómo valorar el proceso de la práctica pedagógica?</p> <p>La escritura del diario como instrumento para la reflexión crítica y autoevaluación de las prácticas.</p> <p>El diario pedagógico y las categorías que emergen.</p> <p>Análisis de contenido.</p> <p><b>BIBLIOGRAFÍA BÁSICA</b></p> <p>- Moreira, M. A. (2005). Mapas conceptuales y aprendizaje significativo en Ciencias.</p>

<p>Recherches en Didactique des Mathématiques, 10 (23), pp. 133-170.</p> <p>Moreira, M. A. (2004). La Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud, La enseñanza de las ciencias y la investigación en el área. Universidad Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, p. 7-131.</p>	<p>285-302.</p> <p>- Toulmin, S. (1977). Las empresas racionales y su evolución. En: La comprensión humana: el uso colectivo y la evolución de los conceptos. Madrid: Alianza Editorial.</p> <p>- Chamizo Guerrero, J. A. (2007). Las aportaciones de Toulmin a la enseñanza de las ciencias. Enseñanza de las ciencias, 25(1), 133-146.</p> <p>- Moreira, M. A. La epistemología de Toulmin. En: Texto de apoyo N° 16. Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las ciencias. UBU/UFRGS</p> <p>- Freire, P. (2006). Cartas a quien pretende enseñar. México: Siglo Veintiuno editores.</p> <p>- Pujol, R. M. (2003). Didáctica de las ciencias en la educación primaria. Madrid: Editorial Síntesis.</p> <p>- Moreira, M. A. (2005). Aprendizaje significativo crítico. Indivisa, Bol. Estud. Invest., 6. pp 83-101.</p>	<p>Traducido por Ileana Greca de Cuadernos do aplicação, 11(2), pp. 143-156</p> <p>- Moreira, M. A. (2000). Mapas conceptuales, diagramas V y aprendizaje significativo. En: Aprendizaje significativo: teoría y práctica. Visor. Madrid</p> <p>- Andrés, M. y Meneses, J. (2006) Conceptos-en-acción y teoremas-en-acción de estudiantes del profesorado de Física: ondas mecánicas. Revista de investigación, 59.</p> <p>-STipcich, S., Moreira, M. A., &amp; Caballero, C. (2004). Las situaciones de una propuesta didáctica sobre la interacción gravitatoria. Encontro de pesquisa em ensino de física, 9.</p> <p>-Heno, B. L. (2010). El concepto de representación: intersección de las perspectivas epistemológica y cognitiva. En: Tesis doctoral Hacia la construcción de una ecología representacional: aproximación al aprendizaje como argumentación, desde la perspectiva de Stephen Toulmin.</p> <p>-Heno B. L. (2010) La participación de los estudiantes en los procesos de evaluación: una propuesta para la valoración de los aprendizajes en la Universidad. Artículo en proceso de publicación.</p>
--	--	---

**Tabla 7.** Planes desarrollados en las asignaturas Proyecto Pedagógico I, II, III:  
ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

PROYECTO PEDAGÓGICO I	PROYECTO PEDAGÓGICO II	PROYECTO PEDAGÓGICO III
<p>Lectura y análisis crítico de artículos/libros. Elaboración de una reseña crítica y socialización Discusión de los planteamientos sobre los referentes epistemológico, sociológico y psicognitivo presentados en el documento “Lineamientos curriculares de Ciencias Naturales”. Exposición de la Asesora: “Conceptos básicos de la Teoría de los Campos Conceptuales”. Lectura y discusión de documentos sugeridos sobre la Teoría de los Campos Conceptuales. Organización de asuntos sobre la práctica pedagógica. Exposición de la Asesora: “Técnicas e instrumentos de recolección de información y aspectos que pueden ser estudiados en el diagnóstico institucional”. Realización de un taller individual para la revisión de documentación institucional. Entrevista a los participantes sobre el diario de campo. Informes sobre la práctica pedagógica a cargo de cada maestro en formación. Orientación de parámetros para elaboración de un diario. Reflexiones sobre las vivencias de los maestros en formación. Actividades relacionadas con el conocimiento de las características académicas y administrativas de las instituciones educativas de prácticas.</p>	<p>Lectura y análisis crítico de artículos: Lectura de materiales de referencia disciplinar científica, histórica y epistemológica relacionada con el concepto a enseñar. Ejercicio de categorización de la información aportada en los diarios. Escritura de un texto sobre la Teoría de Campos Práctica directa con un grupo de estudiantes. Elaboración de un ensayo sobre los planteamientos de Stephen Toulmin y la relación con la TCC Trabajo en grupo para la discusión de ideas sobre posibles situaciones a proponer para la intervención didáctica y la investigación en los contextos de práctica</p>	<p>Actividades relacionadas con la <b>situación 1:</b> “Representación de los conceptos y relaciones que serán objeto de enseñanza en mapas conceptuales”. Lectura y análisis de documentos sugeridos sobre mapas conceptuales. Socialización de aspectos relevantes sobre la construcción de mapas conceptuales y sus posibles usos. Práctica con el programa C-map para hacer mapas conceptuales Evaluación grupal e individual en la elaboración de mapas conceptuales de dos tópicos científicos.<sup>15</sup> Actividades relacionadas con la <b>situación 2:</b> “Configuración del campo conceptual referido al concepto científico a enseñar”. Elaboración de reseñas de artículos sobre investigaciones realizadas en el marco de la Teoría de los Campos Conceptuales. Análisis con el grupo en pleno de las situaciones seleccionadas o diseñadas en dichos artículos desde criterios como: organización, complejidad, conceptos asociados, relaciones entre conceptos y representaciones. Trabajo de grupo e individual para discusión de ideas sobre la construcción del campo conceptual a enseñar. Socialización y revisión entre pares de los cuadros sobre el campo conceptual construido Producto de la identificación del campo a enseñar expresado en un cuadro (sobre 2 tópicos por lo menos) Actividades relacionadas con la <b>situación 3:</b> “Diseño del proceso de mediación didáctica y de evaluación de los</p>

<sup>15</sup> Las producciones académicas que resaltamos en negrita y cursiva sirvieron de evidencias del progreso de los estudiantes en el aprendizaje de cómo enseñar conceptos científicos y también fueron adoptados como instrumentos de recolección de información en esta investigación.

		<p>aprendizajes”.</p> <p>Identificación de objetivos de aprendizaje.</p> <p>Organización de la mediación del desarrollo conceptual de los estudiantes.</p> <p>Definición del proceso de evaluación.</p> <p>Elaboración de instrumentos para hacer un seguimiento sobre la conceptualización de los estudiantes.</p> <p>Valoración mediante formatos: las planeaciones, las secuencias de situaciones y los diarios pedagógicos.</p> <p>Documento escrito sobre los diseños planteados</p> <p>Actividades relacionadas con la <b>situación 5</b><sup>16</sup></p> <p>“Gestión de la progresión de los aprendizajes mediante el desarrollo de la planeación prevista”.</p> <p>Reflexión sobre los procesos de intervención, avances y dificultades con sus pares y con la Asesora.</p> <p>Diálogos con la Cooperadora.</p> <p>Observación y grabación de clases</p> <p>Actividades relacionadas con la <b>situación 6</b>:</p> <p>Autoevaluación de sus propios procesos de enseñanza.</p> <p>Presentación de la Asesora mediante diapositivas: “El diario como herramienta para la sistematización y análisis del proceso de la práctica”.</p> <p>Lectura de diarios sobre la implementación de clases de problemas, como parte de la intervención didáctica de los maestros en formación.</p> <p>Informe de cada maestro en formación sobre los procesos de práctica.</p> <p>Redacción de protocolo de cada sesión de trabajo en el seminario.</p> <p>Ejercicio de categorización del diario.</p> <p>Entrega del diario elaborado por escrito (dos veces por semestre) por cada maestro en formación y del mapa conceptual sobre su práctica.</p>
--	--	---

---

<sup>16</sup> Las actividades desarrolladas con la situación 4 se presentan en los programas de los cursos de Investigación Monográfica.

**Tabla 8.** Planes desarrollados en las asignaturas Proyecto Pedagógico I, II, III:  
FORMAS DE EVALUACIÓN

	<b>PROYECTO PEDAGÓGICO I</b>	<b>PROYECTO PEDAGÓGICO II</b>	<b>PROYECTO PEDAGÓGICO III</b>
<b>FORMAS DE EVALUACIÓN</b>	<p>Actividades propias del seminario: 60%</p> <p>Entre estas actividades se incluye:</p> <p>La elaboración del diagnóstico institucional.</p> <p>Registro de la vivencia de la práctica en el diario (actividad individual).</p> <p>Informes de lectura, elaboración de protocolos y reseñas.</p> <p>Participación, fundamentada en textos sugeridos, en las discusiones y reflexiones.</p> <p>Entrega de planes de clases.</p> <p>Coevaluación entre pares.</p> <p>Evaluación de los procesos de práctica: 40%</p> <p>Valoración formalizada por el docente Cooperador del centro de práctica, a través del diligenciamiento de un formato.</p> <p>Heteroevaluación realizada por la asesora de acuerdo con el seguimiento efectuado (visita al centro de práctica, revisión de diario, informes de la práctica)</p> <p>Autoevaluación del maestro en formación.</p>	<p>Actividades del seminario: 60%</p> <p>Informes de lecturas, protocolos, relatorías y reseñas.</p> <p>Talleres y actividades propuestas en clase.</p> <p>Exposiciones y mapas conceptuales.</p> <p>Configuración de un campo conceptual para enseñar un concepto científico.</p> <p>Escritura de diario.</p> <p>Propuesta de intervención didáctica fundamentada en la TCC.</p> <p>Evaluación de los procesos de práctica: 40%</p> <p>Evaluación que realiza el docente cooperador.</p> <p>Evaluación de la asesora.</p> <p>Autoevaluación del Maestro en formación.</p>	<p>Actividades del seminario: 60%</p> <p>Informes de lectura y actividades del seminario.</p> <p>Redacción de protocolos y reseñas.</p> <p>Elaboración de mapas conceptuales sobre conceptos y relaciones a enseñar.</p> <p>Configuración de campo conceptual para enseñar un concepto científico.</p> <p>Diseño de planes de clase</p> <p>Escritura del diario.</p> <p>Evaluado por los maestros en formación mediante formato y por la asesora.</p> <p>Informe de experiencias de la práctica y valoración mediante formato.</p> <p>Evaluación de los procesos de práctica: 40%</p> <p>Evaluación que realiza el docente Cooperador.</p> <p>Evaluación de la Asesora.</p> <p>Autoevaluación del Maestro en formación.</p>

**Tabla 9.** Planes desarrollados en las asignaturas Investigación Monográfica I, II, III:  
JUSTIFICACIÓN

	<b>INVESTIGACIÓN MONOGRÁFICA I</b>	<b>INVESTIGACIÓN MONOGRÁFICA II</b>	<b>INVESTIGACIÓN MONOGRÁFICA III</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	<p>Este curso aporta en la fundamentación teórica sobre diversas perspectivas metodológicas para el abordaje de la actividad investigativa y orienta en la identificación de posibles problemas objeto de estudio en el contexto de la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos desde el referente de la Teoría de los Campos Conceptuales.</p> <p>Los maestros en formación inician la construcción de sus proyectos de investigación monográfica. En investigación monográfica I, se delimita la temática de investigación, se formulan las preguntas de investigación, se concretan los objetivos y se inicia con la construcción de antecedentes y esbozo del marco teórico.</p> <p>Los proyectos se llevarán a cabo en los centros de práctica contribuyendo a formar maestros que indaguen su práctica y generen una propuesta alternativa innovadora en dichos contextos.</p> <p>Los objetos de estudio están relacionados con los procesos de conceptualización científica que tienen los estudiantes de los centros de práctica, la identificación de invariantes operatorios y los posibles progresos que experimentan.</p>	<p>Este curso se caracteriza por generar procesos didácticos que posibiliten a los maestros en formación continuar con el objeto de estudio elegido en el semestre anterior, en el marco del referente teórico de los Campos Conceptuales que orienta la línea de trabajo y en la perspectiva de un ejercicio de investigación formativa.</p> <p>Con el programa de investigación monográfica II pretendemos orientar la toma de decisiones con respecto a la metodología de la investigación, coherente con el problema y los objetivos.</p> <p>Los maestros en formación continúan con la redacción del proyecto en los aspectos de enfoque metodológico, participantes, técnicas e instrumentos, aplicación y análisis de las mismas.</p>	<p>Este curso hace énfasis en las etapas finales del proceso de investigación llevado a cabo por los maestros en formación. Aporta fundamentación teórica y metodológica para la organización, análisis e interpretación de la información a la luz del referente de la TCCV. También se orienta en la redacción del informe y en los procesos de comunicación de los resultados obtenidos en los diferentes estudios y las metodologías utilizadas.</p> <p>Los seminarios y las asesorías se constituyen en estrategias que posibilitan a los equipos de trabajo la identificación de datos y categorías para la comprensión del objeto de estudio en el marco referencial de la Teoría de los Campos Conceptuales: invariantes operatorios, esquemas, rupturas y filiaciones o desarrollos en la conceptualización. Este proceso se continúa apoyado con documentos y bibliografía relacionados con esta etapa.</p> <p>Los avances en la formación sobre la investigación didáctica se muestran en los discursos escritos y orales presentados en eventos de comunicación al interior del grupo y programados por la facultad. Este curso de 'Investigación Monográfica III' se articula con 'Proyecto Pedagógico III', para que los maestros en formación, a la luz de los resultados de la investigación sobre la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos, reconozcan posibilidades de resignificar sus prácticas de enseñanza. Y, de la misma manera, valoren sus capacidades en la producción de conocimiento sobre la educación en ciencias.</p>

**Tabla 10.** Planes desarrollados en las asignaturas Investigación Monográfica I, II, III:  
OBJETIVOS.

	<b>INVESTIGACIÓN MONOGRÁFICA</b>	<b>INVESTIGACIÓN MONOGRÁFICA II</b>	<b>INVESTIGACIÓN MONOGRÁFICA III</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<p>Objetivo general Tratar de formar a los futuros maestros en la Investigación Educativa, de tal forma que se favorezca la articulación entre la práctica pedagógica y la investigación. Contribuir a la formación investigativa de los futuros profesores de Ciencias Naturales desde el referente teórico de los Campos Conceptuales que posibilita el estudio de actividades cognitivas referidas a aprendizajes científicos. Objetivos específicos Brindar herramientas teóricas y metodológicas en la construcción de propuestas de investigación enmarcadas en líneas que privilegian el estudio de la conceptualización que construyen los sujetos, en la perspectiva de mejorar los procesos de enseñanza. Identificar los principales asuntos que caracterizan la Teoría de los Campos Conceptuales y sus potencialidades como marco de referencia en la investigación en la enseñanza de las ciencias.</p>	<p>Objetivo general Aportar a la construcción de los proyectos de investigación en marcha, en la fase de la consolidación del diseño metodológico. Objetivos específicos Orientar posturas metodológicas pertinentes al objeto de estudio e intenciones previstas. Reflexionar sobre el papel que cumple el marco teórico en la investigación cualitativa y en la cuantitativa. Contribuir a la construcción y aplicación de metodologías para investigar en la perspectiva del referente de la Teoría de los Campos Conceptuales.</p>	<p>Objetivo general Contribuir a la formación en investigación de los futuros maestros, en el campo de la didáctica de las ciencias, aportando fundamentos teóricos y metodológicos para la recogida, análisis e interpretación de información en el marco de la investigación sobre Campos Conceptuales. Objetivos específicos Apoyar el proceso de análisis e interpretación de la información y la redacción del informe final de la investigación. Dar cuenta del proceso investigativo realizado en los diferentes eventos de comunicación programados dentro y fuera de la universidad.</p>

**Tabla 11.** Planes desarrollados en las asignaturas Investigación Monográfica I, II, III:  
CONTENIDOS

INVESTIGACIÓN MONOGRÁFICA	INVESTIGACIÓN MONOGRÁFICA II	INVESTIGACIÓN MONOGRÁFICA III
Se presentan tres ejes conceptuales que se desarrollarán a lo largo del semestre, dadas las características de este espacio de conceptualización.	Problemas: ¿Qué objetos de estudio puedan ser abordados desde el referente de los Campos Conceptuales, en el desarrollo de procesos de investigación formativa?	Problemas ¿Cómo abordar la investigación en la enseñanza de conceptos científicos desde el referente de la Teoría de los Campos Conceptuales?
1. Paradigmas, enfoques y metodologías de la investigación.	¿Qué tipo de metodología se debe seleccionar para el desarrollo del proyecto de investigación?	¿Cuáles son algunos de los aportes que ha hecho la investigación en campos conceptuales a la didáctica de las ciencias?
Investigación cuantitativa y cualitativa.	¿Cómo diseñar instrumentos para recoger y analizar información de manera coherente con la Teoría de los Campos Conceptuales, asumida como referente de la línea de investigación?	¿Qué proceso metodológico es posible identificar en los estudios sobre el dominio de un campo conceptual?
Técnicas e instrumentos para recoger información	¿Qué papel desempeña el marco teórico en la investigación cualitativa?	¿En qué aspectos centrar la indagación cuando se trata de estudios del desarrollo conceptual?
2. ¿Cómo estructurar el proyecto de investigación? Aspectos generales de un proyecto de investigación.	¿Cómo sustentar confiabilidad y credibilidad en investigaciones de tipo cualitativo?	¿Cuál es el papel de la mediación y el lenguaje en la construcción de conceptos científicos?
El problema de investigación.	Aspectos a considerar en un marco teórico: Metodologías de investigación. Técnicas e instrumentos para recoger información. Ingreso en el campo Muestreo cualitativo	¿Cómo dar sentido a los datos cualitativos para elaborar categorías de significado a partir de la información recolectada durante el trabajo de campo?
Diseño de objetivos.	Diseño metodológico: investigación- acción, estudio de caso, microetnografía.	¿Cómo redactar textos e informes finales conforme a las características de una investigación cualitativa o cuantitativa?
Revisión de la literatura.	Confiabilidad, credibilidad y triangulación.	Aspectos a considerar en un marco teórico:
3. ¿De qué manera se puede implementar la Teoría de los Campos Conceptuales en investigación en educación en ciencias?	BIBLIOGRAFÍA BÁSICA HERNÁNDEZ S, R. (2008). Recolección de los datos cualitativos. En: Metodología de la investigación. Mc. Graw Hill. México, p. 582-618.	Trabajo de campo Análisis de los datos cualitativos Codificación. Categorización.
Concepto, conceptualización, desarrollo cognitivo, situaciones, esquemas, invariantes operatorios.	YIN, R. (2009). Case Study Research. Design and Methods.	Análisis de datos en relación con el diseño del estudio. Técnicas para la organización, análisis e interpretación de resultados.
Implementación de la Teoría de los Campos Conceptuales en la investigación.		
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA HERNÁNDEZ S, R. (2008). Similitudes y diferencias entre los enfoques cuantitativo y cualitativo. En: Metodología de la investigación. Mc. Graw Hill. México, 3-22		

<p>HERNÁNDEZ S, R. (2008). Inicio del procesos cualitativo. En: Metodología de la investigación. Mc. Graw Hill. México, p. 524-545.</p> <p>RODRÍGUEZ, G et al. (1996). Métodos de investigación cualitativa. En: Metodología de la investigación cualitativa. Ediciones Aljibe. España, p. 39-57</p> <p>HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C, y BAPTISTA, P. (2008). Inicio del proceso cualitativo: planteamiento del problema, revisión de la literatura, surgimiento de las hipótesis e inmersión en el campo. En: Metodología de la investigación. (pp. 523-551). México: Mc Graw Hill.</p> <p>LLANCAQUEO A. y otros. (2007) Conocimiento previo en Física de estudiantes de ingeniería. Revista Enseñanza de las Ciencias, 25(2), p. 205-216</p> <p>VERGNAUD G. (1990). La Teoría de los Campos Conceptuales. Recherches en Didactique des Mathématiques, Vol. 10, n° 2, 3, pp. 133-170, 1990.</p>	<p>Cuarta Edición, SAGE Publications, United States of America.</p> <p>POZO, J.I. (1998). El aprendizaje de la química. En: Aprender y enseñar ciencia. Ediciones Morata. Madrid.</p> <p>VILLAVECES, J. L. ___La enseñanza de los átomos y las moléculas. Química teórica de la Universidad nacional de Colombia. <a href="http://www.redemprendedoresbavaria.net">www.redemprendedoresbavaria.net</a></p> <p>ARIAS, P., CABRERA A., ZABALA, M: (2006). La enseñanza de un cambio químico y físico en el bachillerato desde una perspectiva diferente. Enseñanza de las ciencias. 6(2), p. 111-120</p> <p>BORSESE, A., ESTEBAN, S.TEJO, L.M. Estudio de los cambios químicos a través de fenómenos cotidianos. <a href="http://www.scribd.com/doc/7161202/la-química-en-la-vida-cotidiana">http://www.scribd.com/doc/7161202/la-química-en-la-vida-cotidiana</a></p>	<p>Confiabilidad y validez en la investigación cualitativa. La elaboración de informes de investigación y artículos.</p> <p>BIBLIOGRAFÍA BÁSICA LLANCAQUEO, A. (2006). El aprendizaje del concepto de campo en Física: conceptualización, progresividad y dominio. Capítulos 4 y 5. En: Tesis doctoral en: <a href="http://dspace.ubu.es:8080/tesis/handle/10259/59">http://dspace.ubu.es:8080/tesis/handle/10259/59</a></p> <p>HERNÁNDEZ SAMPIERI, C. (2008). El análisis de los datos cualitativos. En: Metodología de la investigación. Mc. Graw Hill. México.p. 623-668</p> <p>STAKE, R. (1998).Redacción del informe. En Investigación con estudio de casos. Madrid, ediciones Morata.</p> <p>PORTA L. Y SILVA M. (2003). El análisis de contenido. En: La investigación cualitativa: el análisis de contenido en la investigación educativa</p> <p>HENAO, B. L. (2010). El concepto de representación: intersección de las perspectivas epistemológica y cognitiva. En: Tesis doctoral Hacia la construcción de una ecología representacional: aproximación al aprendizaje como argumentación, desde la perspectiva de Stephen Toulmin.</p>
--	--	---

**Tabla 12.** Planes desarrollados en las asignaturas Investigación Monográfica I, II, III:  
ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

<b>INVESTIGACIÓN MONOGRÁFICA</b>	<b>INVESTIGACIÓN MONOGRÁFICA II</b>	<b>INVESTIGACIÓN MONOGRÁFICA III</b>
<p>Se privilegia la lectura y análisis de textos y actividades como:</p> <p>Elaboración de un mapa conceptual sobre el primer documento de la lista anterior, con la participación de todos los integrantes del curso. Se realiza de tal manera que el aporte de cada uno sea visible a los demás y pueda complementarlo o ponerlo en discusión.</p> <p>Análisis de algunos artículos de revistas sobre informes de investigaciones para comparar aspectos que caracterizan sus metodologías.</p> <p>Exposiciones a cargo de los profesores en formación sobre: investigación- acción, investigación documental, etnografía, teoría fundamentada, método biográfico y estudio de caso.</p> <p>Rastreo bibliográfico sobre investigaciones en la enseñanza del concepto científico seleccionado para plantear propuesta de intervención didáctica; consultas en diversas fuentes, haciendo uso de los recursos que ofrece la Facultad de Educación y la Universidad (Centro de documentación, bibliotecas, revistas, libros, bases de datos, entre otros).</p> <p>Elaboración de fichas y reseñas de artículos sobre la enseñanza del concepto científico objeto de investigación.</p> <p>Informe de lectura, análisis y discusión sobre las posibilidades de implementación de la TCC en la investigación en educación en ciencias.</p>	<p>Se privilegia la metodología de seminario y de asesorías a los equipos de trabajo.</p> <p>Se realizan actividades como: Lectura y análisis de textos.</p> <p>Presentación de los aspectos básicos de los documentos por parte de la asesora. Discusión y argumentación de posturas con la participación de los maestros en formación.</p> <p>Elaboración de informes, protocolos y reseñas.</p> <p>Búsqueda de información con respecto al concepto a enseñar en el ámbito disciplinar científico.</p> <p>Construcción de instrumentos para la indagación de invariantes operatorios iniciales Socialización sobre instrumentos de recogida de información, ante pares.</p> <p>Presentación en diapositivas - por parte de la asesora- de aspectos básicos sobre el marco teórico.</p> <p>Elección de técnicas de investigación, diseño y aplicación de instrumentos para recoger información.</p> <p>Redactar un texto sobre la TCC. Exposición por parte de la asesora del tema de la triangulación y confiabilidad en la investigación cualitativa.</p> <p>Construir el marco teórico y el diseño metodológico de la investigación.</p> <p>Presentación de un documento</p>	<p>Se privilegia la metodología de seminario y de asesorías a los equipos de trabajo.</p> <p>Se realizan actividades como: Lectura y análisis de textos. Escritura de textos.</p> <p>Identificación y clasificación de situaciones y problemas para recolectar datos sobre procedimientos y representaciones, mediante los cuales los estudiantes expresan su pensamiento.</p> <p>Planear un instrumento para la identificación de invariantes operatorios iniciales.</p> <p>Análisis de conceptos y teoremas-en-acción iniciales que presenten los estudiantes del grupo de prácticas.</p> <p>Exposición de los temas: organización inicial de datos e información, bitácora, surgimiento de unidades de análisis, codificación, categorías emergentes, generación de explicaciones, teoría.</p> <p>Implementación de la propuesta de intervención para la enseñanza de conceptos científicos y recogida de información.</p> <p>Análisis e interpretación de los datos a la luz de la Teoría de los Campos Conceptuales. Se revisan posibles progresos en la conceptualización que tienen los estudiantes de los grupos de práctica.</p> <p>Socialización de matrices de análisis.</p> <p>Construcción con los pares del sistema de categorías para analizar</p>

<p>Asesorías por subgrupos de acuerdo al proyecto de investigación.</p> <p>Resolución de cuestionarios relacionados con el tema: ¿cómo enseñar conceptos científicos?</p> <p>Documento escrito que incluya: planteamiento del problema, preguntas de investigación, antecedentes, justificación, objetivos.</p> <p>Socialización de avances en un evento programado por la Facultad.</p> <p>Elaboración de protocolos de cada sesión.</p>	<p>escrito, donde se incluyan los ítems elaborados en el primer semestre de la asignatura 'Investigación Monográfica' y además la descripción de la metodología de la investigación.</p>	<p>los invariantes operatorios de los estudiantes.</p> <p>Elaboración del informe escrito de la investigación.</p> <p>Socialización de los resultados del proceso investigativo en evento de comunicación programado por la Facultad.</p> <p>Presentación y análisis de diapositivas, por todos los participantes, sobre las recomendaciones y los aspectos de la redacción del informe de investigación.</p> <p>Producto informe final escrito de la investigación</p>
---	--	---

**Tabla 13.** Planes desarrollados en las asignaturas Investigación Monográfica I, II, III:  
FORMAS DE EVALUACIÓN.

	<b>INVESTIGACIÓN MONOGRÁFICA I</b>	<b>INVESTIGACIÓN MONOGRÁFICA II</b>	<b>INVESTIGACIÓN MONOGRÁFICA III</b>
<b>FORMAS DE EVALUACIÓN</b>	<p>Se privilegiarán en este seminario las estrategias evaluativas: la búsqueda sistemática de documentos, la discusión en grupo, el diseño de preguntas, la elaboración de textos, la presentación ante los pares y la participación en eventos académicos.</p> <p>Las actividades evaluativas se concretan en: Elaboración de informes de lecturas, reseñas, fichas y protocolos. Exposición individual del tema: métodos de investigación cualitativa.</p> <p>Coevaluación y heteroevaluación.</p> <p>Avance escrito del proyecto de investigación que incluye: planteamiento del problema, preguntas de investigación, antecedentes, justificación y objetivos.</p> <p>Socialización del avance del proyecto de investigación en un evento público.</p> <p>Autoevaluación individual.</p>	<p>Se privilegiarán las siguientes estrategias evaluativas: Informes de lectura, protocolos, relatorías, fichas, reseñas.</p> <p>Participación, con argumentos fundamentados, en las discusiones del seminario.</p> <p>Talleres y actividades propuestas.</p> <p>Diseño metodológico de la investigación monográfica y su aplicación.</p> <p>Entrega del trabajo de avance de la investigación que recoge la primera y la segunda parte, desarrolladas en Investigación monográfica I y II</p> <p>Socialización de los avances en un evento de la Facultad.</p>	<p>En esta etapa de finalización de la investigación monográfica se privilegian los avances escritos del proyecto de investigación y la participación en eventos de comunicación.</p> <p>Las actividades evaluativas se concretan en: Elaboración de protocolos y actividades de clase Elaboración de instrumentos de análisis de la información.</p> <p>Primer avance de análisis de invariantes operatorios.</p> <p>Avances sobre: análisis, interpretación, conclusiones y recomendaciones.</p> <p>Elaboración del documento o informe completo y socialización final.</p>

## 4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo presentamos la ruta metodológica con la cual se aborda este estudio. Incluimos la descripción de los contextos de la investigación, la metodología, las fuentes que proporcionaron la información y la forma como esta se codificó en categorías para el análisis y la interpretación. Desarrollamos esta investigación considerando dos contextos: **el contexto de formación universitaria y el contexto de prácticas en establecimientos educativos (centros escolares).**

### 4.1. CONTEXTO DE FORMACIÓN UNIVERSITARIA

Hace referencia a los procesos desarrollados en el contexto de las asignaturas de práctica pedagógica: “Proyecto Pedagógico I, II, III” e “Investigación Monográfica I, II, III”, que cursan los maestros en formación, con una intensidad de 3 horas por semana durante 18 semanas, para un total de 54 horas por semestre. Cabe señalar que dichos maestros, en el momento de iniciar los cursos de interés en este estudio, ya han aprobado los cursos de Didáctica de las Ciencias I y II, en los cuales se tratan temas que hacen referencia a los fundamentos epistemológicos y psicológicos que han servido de base a la construcción de la didáctica de las ciencias.

En el curso de Didáctica de las Ciencias I se abordan, por ejemplo, temáticas relacionadas con fundamentos teóricos de la educación en Ciencias, con teorías cognitivas del aprendizaje, con estrategias y recursos para la enseñanza de las ciencias, con criterios para la selección y estructuración de contenidos de enseñanza y con el papel de las concepciones alternativas en el aprendizaje de las ciencias. Y en el curso de Didáctica de las Ciencias II se hace énfasis en las reflexiones sobre las implicaciones epistemológicas que conlleva enseñar, aprender y evaluar los contenidos del saber específico; igualmente, se tratan perspectivas de enseñanza de las ciencias, así como sus implicaciones didácticas y la función pedagógica de la evaluación, teniendo en cuenta la importancia de la coevaluación, la heteroevaluación y la autoevaluación, desde una perspectiva socio-constructivista. En general, se pretende proporcionar elementos de

reflexión que le permitan al futuro maestro planificar, diseñar y aplicar propuestas de enseñanza de las ciencias.

Como describimos en el capítulo anterior, los cursos de Proyecto Pedagógico I, II y III hacen énfasis en la práctica pedagógica; esto es: los grupos de maestros en formación asisten a seminarios teóricos en la sede de la Universidad y a establecimientos educativos de los niveles de la Básica Primaria y Secundaria, es decir, son cursos de tipo teórico-práctico. Los cursos de Investigación Monográfica I, II y III se centran en la formación en procesos de investigación, orientados hacia el planteamiento y desarrollo de propuestas de investigación a lo largo de los tres semestres de duración de dichos cursos.

#### **4.2. CONTEXTO DE PRÁCTICA EN ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS**

El grupo participante de maestros en formación tiene la particularidad de estar compuesto por profesores en ejercicio –no siempre es igual para los estudiantes de la licenciatura matriculados en las asignaturas de la práctica pedagógica– quienes laboran en establecimientos educativos ubicados en los municipios de Sabaneta, Bello, Santa Bárbara y La Unión. Política y administrativamente, Colombia se divide en departamentos; Antioquia es uno de ellos y está conformado por municipios; el grupo de profesores de la muestra estudia en la sede principal de la universidad, localizada en Medellín. Los municipios de Sabaneta y Bello pertenecen al área metropolitana de la capital –Medellín–, mientras que Santa Bárbara se encuentra en el Suroeste de Antioquia, a 53 Km de Medellín, y la Unión en el Sudeste, a 54 Km de la capital antioqueña. (Véase figura 9)

**Figura 9.** Ubicación de los municipios de Medellín, Bello, Sabaneta, Santa Bárbara y la Unión donde se localizan las instituciones educativas de prácticas



Con el propósito de proteger la identidad de los participantes y sus lugares de trabajo, utilizamos seudónimos para referirnos a los maestros en formación y números para los establecimientos educativos. En la tabla 14 presentamos algunos datos sobre los establecimientos educativos de este grupo de maestros, que fueron a su vez centros de prácticas.

**Tabla 14.** Información sobre los establecimientos educativos contextos de las prácticas

ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO	1	2	3	4
MUNICIPIO	Sabaneta	Bello	Santa Bárbara	La unión
TIPO DE ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO <sup>17</sup>	Institución Educativa	Institución Educativa	Centro Educativo	Institución Educativa
SECTOR	No oficial	No oficial	Oficial	No oficial
ZONA	Rural	Urbana	Rural	Urbana
NIVELES QUE ATIENDE	Preescolar, Básica Primaria, Básica Secundaria y Media	Preescolar y Básica Primaria, Básica Secundaria y Media	Preescolar, Básica Primaria,	Preescolar, Básica Primaria, Básica Secundaria y Media
MAESTRO EN FORMACIÓN	ANTONIO	WALTER	FEDERICO	EDNA
Nº DE ESTUDIANTES	194	1057	26	239
Nº DE PROFESORES	22	52	1	19

Al respecto de estos establecimientos educativos, ilustramos algunas de sus características relacionadas con su personal administrativo y las condiciones de infraestructura con el propósito de que el lector se cree una imagen de dichos ambientes. Los centros de práctica 1, 2 y 4 están organizados administrativamente por un equipo directivo –un rector y varios coordinadores– puesto que atienden mayor número de estudiantes. El Centro Educativo 3 no posee equipo directivo completo: el docente realiza las tareas administrativas, académicas, curriculares y directivas, encarnando él mismo las funciones de rector y de coordinador. Este centro está ubicado en una zona rural, donde sus habitantes se dedican principalmente al cultivo de frutas y al cuidado de reses; las viviendas están alejadas unas de otras y los niños en edad escolar son pocos. Dicho centro es de carácter unitario, es decir, un mismo profesor enseña los grados de preescolar a quinto de educación básica primaria.

<sup>17</sup> La ley 715 de 2001 determina que se denomina **centro educativo** al establecimiento que no ofrece la totalidad de los grados considerados en la educación colombiana; este debe asociarse con otras instituciones educativas para ofrecer el ciclo de educación básica completa a los estudiantes; las **instituciones educativas** son establecimientos donde se ofrece el servicio educativo de por lo menos: un año de preescolar y los nueve grados de la básica; el año de preescolar, la básica y la media; o, exclusivamente, los dos grados de la educación media. El **establecimiento educativo** abarca ambos tipos.

Teniendo en cuenta las características físicas de los cuatro establecimientos, podemos clasificarlos según las siguientes condiciones:

**Con condiciones óptimas.** La Institución educativa 2 dispone de una excelente planta física, sus aulas son amplias, con buena iluminación, ventilación y tamaño suficiente respecto del número de estudiantes. Cuenta con buenas oficinas para el personal administrativo y de apoyo: la rectoría, las coordinaciones, la secretaría y la de servicio de psicología. Además cuenta con salón de conferencias, salón de audiovisuales (o proyecciones), sala de sonido, sala de música, sala de ayudas didácticas (videos, láminas, carteleras), laboratorio integrado (biología, física y química), biblioteca con buena dotación de libros y bibliobanco, donde se guardan los materiales bibliográficos más recientes. También poseen capilla, cafetería, espacios deportivos: canchas y patios y una amplia zona verde.

**Condiciones adecuadas para su funcionamiento.** Las instituciones educativas 1 y 4 cuentan con suficientes aulas de clase, con buena iluminación y ventilación, disponen de oficinas para el personal administrativo y de apoyo: la rectoría, la coordinación y la secretaria e igualmente poseen: aula múltiple, aula de informática con algunos equipos no actualizados, salón de audiovisuales, laboratorio de ciencias (química, física y biología) con dotación básica, salón para guardar los materiales didácticos y deportivos, biblioteca (dotación regular), sala de profesores (condiciones deficientes), cocina, comedor y enfermería. Hay también áreas para el descanso y el deporte (pocas y de área reducida); es decir, su dotación no es tan completa como en la institución de la clasificación anterior.

**Con condiciones regulares.** El centro educativo 3 sólo posee un aula de clase con buena luz natural y ventilación, sala de informática, comedor para estudiantes, cocina, cancha de basquetbol y zonas verdes. No existen oficinas, aula múltiple, laboratorio, ni biblioteca.

Luego de hacer este recorrido por los contextos donde se recoge la información, continuaremos con la vía metodológica elegida en esta investigación. Nuestro estudio se

limita al contexto del aula de clase donde los maestros en formación trabajan y donde además realizaron sus prácticas pedagógicas para implementar sus propuestas de enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos desde el referente de la TCCV.

### **4.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

En coherencia con los objetivos, abordamos el estudio de los elementos que configuran esquemas de los maestros en formación con un enfoque cualitativo, desde el cual analizamos e interpretamos los datos procedentes tanto de los significados que los propios participantes expresan de diversas maneras como de sus acciones. En el marco de dicho enfoque asumimos las siguientes consideraciones:

La naturaleza de la realidad social es dinámica y se construye por la interacción entre los sujetos; para tratar de entender dicha realidad, se requiere conocer diversos aspectos de esta y los procesos desarrollados; por tanto, las observaciones y las interpretaciones están sujetas a la reinterpretación y al cambio (Erickson, 1986).

Las construcciones se realizan a partir de los datos, lo cual no desconoce el papel de un referente teórico para enmarcarlo (Lüdque M. & Andrë, 1986).

Las categorías de análisis de datos se construyen en el proceso, y a partir de estas se infieren los componentes de los esquemas.

Dado el carácter interpretativo asumido, este concierne la relación entre perspectivas de significación de los actores y las circunstancias de la acción en la que se encuentran (Erickson, 1986).

Como la investigadora es la profesora de los seminarios de la asignatura Práctica Pedagógica, en la línea ofertada acompañó y recolectó información en ambos contextos mencionados, lo cual le permitió un contacto directo con los casos estudiados (Lüdque M. & Andrë, 1986) durante un lapso de tres semestres. Los datos son producto de la observación directa y de las elaboraciones de los estudiantes. Sin embargo, por la

distancia del centro rural y de algunas instituciones, parte de la información del contexto de la práctica se recogió a partir de los datos aportados por los propios maestros en formación.

Desarrollamos la investigación teniendo en cuenta dos fases: en la primera realizamos un diagnóstico sobre elementos de esquemas iniciales de cada participante; en la segunda, la intervención didáctica se centró en propiciar una acción transformadora para favorecer el progreso de dichos esquemas, orientada desde el referente de la teoría de Campos Conceptuales de Vergnaud. Analizamos y procesamos la información y, posteriormente, comparamos los esquemas de la primera fase con los inferidos en la segunda para identificar posibles modificaciones.

#### **4.3.1. El estudio de caso interpretativo**

Elegimos el estudio de caso interpretativo como una vía metodológica coherente con los objetivos planteados; en este sentido acogemos la perspectiva de Pérez (1998), para quien este tipo de estudios contiene descripciones ricas y densas, los datos son analizados de acuerdo con una teoría previa y el investigador reúne tanta información sobre el problema como le sea posible, con la pretensión de interpretar un fenómeno.

En el presente estudio, el caso investigado está constituido por cada uno de los maestros en formación; mediante un proceso cualitativo de revisión de sus producciones escritas, de sus apreciaciones expresadas en forma verbal y gráfica y de su práctica en aula de clase inferimos su progreso conceptual en términos de esquemas desde el planteamiento de Gérard Vergnaud en el marco de la TCCV. Acogemos también la perspectiva de caso instrumental planteada por Stake (1998), en el cual el estudio de caso no se hace por el interés de estudiar unas especificidades de los sujetos, el caso se aborda como apoyo para la comprensión de un tema objeto de estudio. Los casos incluidos en este trabajo son cuatro y se adoptaron con el propósito de favorecer la comprensión de la incidencia de una propuesta de formación en la conceptualización con respecto a la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos de dichos maestros en formación.

### **4.3.2. Descripción de las fases**

A continuación explicamos el proceso de desarrollo de cada fase:

#### **4.3.2.1. Primera fase**

Esta fase se centra en la pregunta de investigación: ¿cuáles elementos forman parte de esquemas que activan los maestros en formación de ciencias ante situaciones de enseñanza de conceptos científicos cuando comienzan las asignaturas de la práctica pedagógica?

Su finalidad consiste en conocer el estado inicial de elementos que forman parte de esquemas con los cuales operan los maestros participantes en este estudio en situaciones de enseñanza de conceptos científicos al inicio del proceso de formación en las asignaturas referidas. Dado que los maestros en formación ya están trabajando, exploramos sus esquemas tomando intencionalmente los dos contextos mencionados: el de formación universitaria y el laboral o de prácticas en centros escolares; pensamos que los esquemas utilizados pueden variar, de acuerdo con los contextos.

Para el logro de este objetivo, consideramos técnicas e instrumentos que aportan información sobre posibles elementos de sus esquemas –conceptos, relaciones, reglas de acción y anticipaciones–; en el contexto de formación universitaria recabamos información mediante un cuestionario y un mapa conceptual, y en el contexto de práctica en centros escolares consideramos la información procedente de los planes de clases, del diario pedagógico, de la observación que hace la investigadora del desarrollo de las clases de los participantes y, por último, de una entrevista a los mismos.

Describimos a continuación los instrumentos utilizados para tomar la información y el procedimiento seguido en sus aplicaciones.

**Cuestionario:** Hemos diseñado un cuestionario compuesto de siete preguntas abiertas, repartidas en dos grupos, para ser contestadas por los maestros en formación de forma individual y por escrito, en dos sesiones diferentes de clase.

La primera parte del cuestionario consta de tres preguntas: la primera indaga sobre los referentes teóricos que los maestros en formación consideran que pueden contribuir a la comprensión y a la fundamentación de un concepto científico a enseñar; la segunda, sobre las relaciones que se pueden establecer entre un concepto científico a enseñar, la historia de las ciencias y la situación concreta para su enseñanza; y la tercera, sobre los problemas que se pueden presentar en el momento de enseñar un concepto científico, sus soluciones y en qué teorías se apoyan estas.

La segunda parte, corresponde a las últimas cuatro preguntas; en la cuarta se pregunta sobre lo que los maestros en formación piensan que debe saber un maestro para enseñar un concepto científico; en la quinta, sobre cómo lograr procesos de conceptualización en los grupos de estudiantes que tienen a su cargo en los centros de prácticas; en la sexta, sobre lo que conocen de la teoría de Campos Conceptuales, y en la séptima, sobre los aspectos que consideran debe incluir un plan de enseñanza. (Anexo 2).

**Mapa conceptual:** En la primera fase pedimos a cada participante que de manera individual elaborara un mapa conceptual con sus ideas en relación con el tema ‘enseñanza de los conceptos científicos’.

**Planes de clase:** Solicitamos a los maestros en formación los planes de sus clases tal como ellos los consideran o como las instituciones educativas los demandan.

**Diario:** Solicitamos a los maestros en formación que elaboraran un diario, durante unos meses, que contemplara el registro de sus acciones y sus reflexiones sobre cómo perciben el trabajo en el aula en la institución donde trabajan.

**Observación no participante:** Utilizamos esta técnica para recabar información directa sobre los centros de prácticas para conocer sus características administrativas y las actuaciones de los maestros en sus aulas. La observación la llevó a cabo la investigadora, mediante grabaciones de audio y video que luego fueron transcritas.

**Entrevista:** Realizamos una entrevista semiestructurada, con el propósito de posibilitar un diálogo más libre con cada participante. Llevamos a cabo el siguiente procedimiento: el grupo total se dividió en dos subgrupos de trabajo y cada uno de ellos seleccionó un tema de enseñanza; el primero escogió el tema ‘cambio físico’ y el segundo ‘el modelo de átomo’ desde fundamentos de la mecánica cuántica. Posteriormente, preguntamos al primer subgrupo: ¿qué y cómo han enseñado el concepto de cambio físico y cómo piensan que pueden mejorar su enseñanza?, y al segundo: ¿qué y cómo han enseñado el modelo atómico, específicamente, el modelo atómico cuántico y cómo piensan mejorar su enseñanza? Cabe señalar que estos estudiantes ya cursaron las disciplinas específicas en las cuales se enmarcan los conocimientos de los temas escogidos.

El desarrollo de la entrevista generó la necesidad de formular a los profesores nuevas preguntas, sobre: a) los fundamentos teóricos en los que basan sus intervenciones didácticas, b) cómo realizan las planeaciones, c) si tienen establecidas secuencias de trabajo didáctico, d) qué actividades desarrollan y e) sus formas de evaluar. En el desarrollo del análisis de cada caso se indicaron las respuestas de los participantes.

#### **4.3.2.2. Segunda fase**

Esta fase estuvo orientada por las preguntas:

¿Cómo se modifican esquemas de acción de los maestros participantes cuando enfrentan situaciones de enseñanza de conceptos científicos, durante un proceso de formación en una perspectiva de enseñanza que asume planteamientos de Vergnaud?

¿Cuáles son los aspectos en los que los esquemas inferidos revelan una aproximación a los planteamientos para la enseñanza de los conceptos científicos, orientados en la teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud?

¿Cómo permite la teoría de Campos Conceptuales de Vergnaud una orientación de la formación de maestros de ciencias?

De igual manera, en la segunda fase continuamos recabando información de los participantes en los contextos de formación universitaria y de su práctica. Gran parte de la información considerada proviene de las producciones de los maestros en formación, como respuesta a la resolución de las tareas propuestas, relativas a la enseñanza de conceptos científicos. Del contexto universitario revisamos dos mapas conceptuales, el producto de la identificación del campo conceptual a enseñar –expresado en un cuadro– y los planes diseñados por dichos maestros. Del contexto de práctica pedagógica analizamos el diario del maestro en formación, las observaciones que se realizaron sobre las clases –contexto real de aula– y una entrevista. A continuación explicamos las características de cada fuente de información.

**El mapa conceptual:** en el cual se indica la representación de los conceptos y relaciones a enseñar según particularidades del grado y dominio conceptual.

**El producto de la identificación del campo conceptual enseñable:** en el cual se expresan las situaciones en orden de complejidad, los conceptos, las relaciones, las representaciones y las reglas de acción necesarias para resolver cada clase de situaciones propuestas por los maestros en formación para enseñar los conceptos científicos que ellos seleccionaron a manera de ejemplos concretos.

**Los planes de intervenciones didácticas:** son los diseños de los planes, considerando aspectos de una mediación que favorezca el dominio del campo conceptual enseñable.

**Los diarios:** son las descripciones de la experiencia de aula y la reflexión crítica de los maestros en formación frente a los procesos de mediación utilizados. También se les solicitó mencionar las dificultades tanto conceptuales como metodológicas identificadas en la implementación de los planes, en las interacciones entre los sujetos, en el logro de los aprendizajes de sus estudiantes y en sus propios procesos de formación.

**La observación no participante:** en esta fase, la observación realizada por la investigadora se centró en la actuación del maestro en formación cuando enfrenta la enseñanza de conceptos científicos en la práctica, durante el proceso de formación desde las orientaciones de la teoría de Campos Conceptuales. Se registró tanto en notas de campo como en audio y en vídeo.

**La entrevista:** al final, se realizó una entrevista abierta a los maestros en formación para conocer su valoración de la propuesta desarrollada en las asignaturas de la práctica pedagógica y la contribución de dicha propuesta a su formación como maestro de ciencias naturales.

#### **4.3.3. Análisis de contenido**

Según Piñuel (2002) el análisis de contenido tiene por objetivo lograr la emergencia del sentido latente en “las prácticas sociales y cognitivas que instrumentalmente recurren a la comunicación para facilitar la interacción que subyace a los actos comunicativos concretos” (p. 4). Esta investigación se enfoca en tratar de comprender los procesos de conceptualización -conocimiento implícito que activa los esquemas para enfrentar clases de situaciones- sobre la enseñanza de conceptos científicos. En este sentido, para el procesamiento de la información, utilizamos la técnica de análisis de contenido cualitativo (Porta & Silva, 2003); para ello, consideramos una estructura de análisis que incluye: el universo de datos que fueron estudiados, el contexto de los datos, la finalidad, la definición de las unidades de análisis y la categorización.

El universo de materiales para el análisis comprende los textos escritos – respuestas al cuestionario, el plan de clases, el diario, las producciones académicas, las transcripciones de clases y de entrevistas– y los mapas conceptuales elaborados por los maestros en formación. Los datos fueron considerados de acuerdo a su origen: contexto de formación universitaria o contexto de práctica, lo que les imprimió condiciones situacionales de estos dos ambientes, con la finalidad de inferir elementos de esquemas de los participantes y analizar si había coherencia entre lo que declaraban que hacían o debían hacer para enseñar conceptos científicos y la realidad en la práctica.

Asumimos como unidades de análisis: las unidades de contexto y las unidades de registro. Las “unidades de contexto” hacen referencia al mayor cuerpo de contenido que sirve para captar el significado de la unidad de registro, es decir, nos referimos a cada una de las fuentes de información: el cuestionario, el plan de intervención didáctica, el diario, la transcripción de clase, la intervención en la entrevista, los productos de la resolución de cada situación y el mapa conceptual. Especificamos “unidad de contexto” en el informe de análisis, de tal modo que le permita al lector conocer las circunstancias o situaciones donde se expresaron los mensajes y le sirva a otro investigador para validar o reevaluar las interpretaciones derivadas de allí. Aclaramos que en una unidad de contexto pueden encontrarse varias unidades de registro, e incluso pueden ser distribuidas en diferentes categorías.

Denominamos “unidades de registro” a porciones del contenido, es decir, a fragmentos de texto o partes de un mapa conceptual donde aparecen palabras clave o se refiere un tema que contribuye al significado de una categoría (Porta & Silva, 2003). La selección de estas unidades de registro es de naturaleza semántica y su tamaño es variable, pueden ser párrafos, frases o palabras, lo que Hernández S, R., Fernández, C., C, Baptista L, P. (2008) consideran como de flujo libre. Tomamos como unidades de registro algunos enunciados que se hallan en los documentos escritos analizados, asumiendo el sentido dado por Foucault (2007) como unidades de discurso que hacen posible un análisis en su complejidad.

Hacemos esta separación del contenido por encontrar en ellas alusiones a conceptos o procedimientos del campo de la enseñanza de conceptos científicos, tema inmerso en los objetivos de este estudio. Así, en nuestra investigación, una unidad de registro es un segmento de una respuesta, de un plan de clase, de un diario de una clase o la transcripción de una clase completa cuando se pretende hacer el seguimiento de rutas metodológicas. Las unidades de registro las clasificamos en categorías; es decir, sistemáticamente transformamos y organizamos los datos brutos, buscando encontrar características destacables del contenido en relación con el problema de la investigación. A partir de este procedimiento, construimos el sistema de categorías que presentamos en las tablas 15 y 16. Los resultados del proceso de distribución de las unidades de registro en categorías los presentamos, de acuerdo con el caso estudiado, en el capítulo V de este informe, donde se indica la fuente o unidad de contexto.

**Tabla 15.** Categorías “Contexto de formación universitaria”

<b>CATEGORÍA</b>	<b>SUBCATEGORÍA</b>
<b>Referentes teóricos para la enseñanza</b>	Disciplinares
	Epistemológicos e históricos.
	Psicológicos y de estudios de educación en ciencias.
<b>Planteamiento de la organización de la enseñanza</b>	Estructura de la planificación
	Metodología de enseñanza
	Evaluación de aprendizajes
<b>Esquema de acción</b>	Anticipaciones
	Invariantes operatorios
	Reglas de acción
	Inferencias

**Tabla 16.** Sistema de categorías “contexto de práctica en establecimientos educativos”

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA DE NIVEL 1	SUBCATEGORÍA DE NIVEL 2
<b>Acción en el aula</b>	Metodología de enseñanza	Planificación de la enseñanza
		Actividades y procedimientos
		Uso de referencias teóricas
		Uso de recursos.
	Evaluación de aprendizajes.	
<b>Autoevaluación de la enseñanza</b>	Análisis de la propia metodología de enseñanza y evaluación.	
	Alusiones a una experiencia de enseñanza orientada en la Teoría de los Campos Conceptuales <sup>18</sup>	
	Planteamiento de nuevas acciones	
<b>Esquema de acción</b>	Anticipaciones	
	Invariantes operatorios	
	Reglas de acción	
	Inferencias	

Con base en las categorías, hicimos el análisis de lo encontrado en las unidades de registro, reportando una descripción y su interpretación. Revisamos las reiteraciones en las acciones de los sujetos y en las creencias frente a la realidad del trabajo de aula y realizamos inferencias sobre los invariantes operatorios contenidos en los esquemas de los participantes y cómo estos eran utilizados para hacer anticipaciones, desplegar acciones e inferir sobre su eficacia cuando enfrentan situaciones relacionadas con la enseñanza de conceptos científicos.

El análisis de contenido utiliza la Teoría de los Campos Conceptuales como marco de referencia que orienta las conexiones entre los datos y los hallazgos – esquemas- reportados en la investigación. De la misma manera, la teoría de referencia permite establecer un puente entre los datos y los objetivos propuestos. A partir del campo conceptual: “enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos con base en la TCCV” descrito en el capítulo anterior, se realiza el análisis de la información y se infieren elementos de esquemas que activan los participantes. Luego, comparamos los

<sup>18</sup> Esta subcategoría surge en los hallazgos de la práctica pedagógica en la segunda fase.

resultados de la primera con los de la segunda fase para identificar posibles modificaciones o continuidad de acuerdo con las categorías de análisis.

Para el análisis de los mapas conceptuales hemos tenido en cuenta los siguientes criterios:

- Relación de significado entre dos conceptos unidos por líneas y palabras de enlace formando proposiciones.
- Estructura jerárquica, conceptos más generales y conceptos subordinados.
- Conexiones cruzadas significativas entre segmentos de la jerarquía conceptual.
- Conceptos y relaciones coherentes con en el ámbito disciplinar científico.
- Selección pertinente de conceptos y relaciones de acuerdo al grado de escolaridad.

La importancia de los mapas conceptuales en el análisis del currículo y de la enseñanza ha sido enfatizada en la literatura sobre la educación en ciencias (Moreira, 2000) ya que facilitan: 1) Identificar la estructura de significados aceptada en el contexto de la materia de enseñanza, 2) Identificar los significados necesarios para el aprendizaje significativo de la materia de enseñanza y 3) Identificar los significados preexistentes en la estructura cognitiva del aprendiz. En esta investigación, los mapas conceptuales han sido utilizados inicialmente para identificar los significados que tienen los maestros en formación sobre enseñanza y luego, para la representación de la estructura de significados sobre el contenido de ciencia que ellos consideraban para enseñar.

#### **4.3.4 Proceso de triangulación.**

En esta investigación hicimos triangulación de fuentes de datos con el propósito de contrastar las versiones recogidas sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos provenientes del contexto de formación universitaria y del contexto de práctica en los establecimientos educativos. Lo que nos permitió disponer de información para afinar interpretaciones que resultaban contradictorias en la

comparación de los dos contextos y también, confirmar reiteraciones que nos orientaban en la identificación de los elementos de los esquemas de los maestros en formación a lo largo del estudio.

A medida que se avanzó en los estudios de caso, la selección de la información, su organización en categorías, análisis e interpretaciones fueron revisados con los investigadores directores de esta investigación. Luego de terminados los estudios solicitamos a tres profesores colegas de Física, Química y Biología respectivamente hacer lectura de los análisis que involucraban temas de estas disciplinas. Además, contamos con dos compañeras del programa de doctorado para hacer lectura de los casos, cuyas recomendaciones se incluyeron en este informe.



## 5. ESQUEMAS INICIALES EN RELACIÓN CON LA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS CIENTÍFICOS

En coherencia con los objetivos de este estudio, inferimos elementos de esquemas de los maestros en formación a partir de la información recogida en una primera fase; posteriormente, en una segunda fase, analizamos la evolución de los esquemas iniciales luego de implementarse el campo *conceptual 'enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos'*, con base en la TCCV, para mediar en la construcción de conocimientos de estos maestros.

En ambas fases, para la inferencia de los esquemas y la progresión que estos experimentan, consideramos los datos provenientes de los instrumentos utilizados en dos contextos: el contexto de formación universitaria que también denominaremos seminario, y el contexto de establecimientos educativos (centros escolares) donde los maestros en formación realizan sus prácticas de enseñanza.

En este capítulo, describimos y analizamos las diferentes categorías en las que se desglosó el objeto de la investigación, teniendo en cuenta la información aportada por cada participante y lo observado durante la primera fase. A partir de dichas fuentes de información, inferimos elementos de esquemas iniciales activados por los maestros en formación, para enseñar conceptos científicos. Como la muestra la constituyen cuatro maestros en formación, presentamos el análisis asumiendo cada uno como un CASO, utilizando los seudónimos: Antonio, Walter, Federico y Edna.

Recordamos que la primera fase pretende contestar a la pregunta: ¿Cuáles elementos forman parte de esquemas que activan los maestros en formación de Ciencias ante situaciones de enseñanza de conceptos científicos cuando comienzan las asignaturas de la práctica pedagógica?

Iniciamos el presente estudio con el caso del maestro en formación Antonio, quien se desempeña como docente de química en la Educación Media. Abordaremos este

primer caso presentando los datos que nos sirvieron de soporte para los análisis de las respuestas del profesor al cuestionario y del mapa conceptual que elaboró para indicar el proceso metodológico que lleva a cabo en el aula para enseñar conceptos científicos.

## **5.1. CASO ANTONIO**

### **5.1.1. Contexto de formación universitaria**

Comenzaremos el estudio de todos los casos con un primer apartado referente al contexto de formación universitaria, donde seleccionamos y clasificamos textos, frases y párrafos relevantes para nuestra investigación, procedentes de las respuestas dadas por los participantes a las preguntas del cuestionario (anexo 2). Estos textos los hemos clasificado y enumerado según su relación con las siguientes dos categorías de análisis y sus tres subcategorías, consideradas en el presente contexto:

“Referentes teóricos de la enseñanza”.

Referentes disciplinares.

Referentes históricos y epistemológicos.

Referentes psicológicos y de educación en ciencias.

“Planteamiento de la organización de la enseñanza”

Estructura de la planificación.

Metodología.

Evaluación de aprendizajes.

Los textos o enunciados seleccionados del CASO Antonio están recogidos en las tablas 17 y 18, distribuidos en las subcategorías seleccionadas y ordenados e identificados con un número para referirnos a ellos con más facilidad. Hay que decir que este número no se corresponde con el orden de las respuestas dadas por los participantes a las preguntas del cuestionario.

Finalizamos este apartado haciendo una síntesis de los indicios o elementos que consideramos integrantes de los esquemas en términos de la teoría de referencia, la TCCV.

#### **5.1.1.1. Referentes teóricos de la enseñanza**

De acuerdo con los registros recogidos en la tabla 17 describimos la primera categoría anunciada, “Referentes teóricos de la enseñanza”, precisándola en subcategorías.

Para el estudio de los referentes teóricos que los maestros en formación utilizan como fundamentación para plantear y desarrollar los procesos de enseñanza de conceptos científicos, dividimos dicha categoría en tres subcategorías: 1) referentes disciplinares, 2) referentes históricos y epistemológicos y 3) referentes psicológicos o de estudios en educación en ciencias. A continuación presentamos el análisis de lo expuesto en la tabla 17

**Tabla 17.** Información textual aportada por Antonio en sus respuestas al cuestionario, relacionada con la categoría: referentes teóricos de la enseñanza. Contexto de formación universitaria.

<b>REFERENTES TEÓRICOS DE LA ENSEÑANZA</b>
<b>FUENTE: CUESTIONARIO</b>
<p>Disciplinares</p> <p>1. “Algunos referentes teóricos son: la teoría atómica de Dalton, la teoría corpuscular de la materia, la teoría mecánico cuántica” [en respuesta a la pregunta n° 1].</p> <p>2. “Los referentes conceptuales a mi modo de ver se remiten a los modelos sobre el átomo que han surgido a través de la historia del desarrollo del pensamiento científico; a saber: modelo atómico de Dalton, modelo de Thomson-electrones, modelo de Rutherford-núcleo y protones, modelo de Bohr – niveles de energía, modelo cuántico (Sommerfeld, Schrödinger)- subniveles de energía, orbitales, función de onda, etc. Los referentes teóricos son las bases que nos sirven de apoyo para conceptualizar los términos o conceptos relacionados (por no decir que inherentes) y así propiciar una mejor aprehensión del concepto a trabajar” [en respuesta a la pregunta n° 1]</p> <p>3. “A mi modo de ver, para enseñar un concepto científico se debe tener claro el concepto a trabajar; es decir poseer un nivel de conceptualización adecuado o correcto. Si yo como maestro no manejo el concepto no puedo pretender enseñarlo” [en respuesta a la pregunta n° 4]...</p>
<p>Históricos y epistemológicos</p> <p>4. “Las relaciones que se pueden establecer son de tipo histórico-epistemológico, ya que se debe plantear a los estudiantes la idea de que el “átomo” es una construcción (en términos de su significado y representación); es decir, para una mejor comprensión y conceptualización por parte del estudiante se debe partir del análisis histórico-epistemológico que evidencie la evolución del concepto hasta la contemporaneidad” [en respuesta a la pregunta n° 2]</p>
<p>Psicológicos y de educación en ciencias</p> <p>5. “Los principales problemas que podría prever son de tipo conceptual y representacional” [en respuesta a la pregunta n° 3].</p> <p>6. “Para solventar estas dificultades, en primera instancia, con base a ello, desarrollar toda una estrategia didáctica y pedagógica que se fundamentaría en mi caso en la teoría de aprendizaje significativo” [en respuesta a la pregunta n° 3].</p> <p>7. “Se debe tener claro el conocimiento previo, alternativo, subsunsores etc., que poseen los estudiantes sobre el concepto para servirse o valerse de estos como anclaje del nuevo conocimiento, sí pueden, por lo contrario, obstaculizar el aprendizaje” [en respuesta a la pregunta n° 4].</p>

El mapa conceptual elaborado por Antonio sobre la enseñanza de conceptos científicos se presenta en la figura 10

**Figura 10.** Mapa conceptual sobre la enseñanza de conceptos científicos elaborado por Antonio (A-23-04-10<sup>19</sup>). Primera fase antes de la intervención



**Referentes disciplinares.** Antonio expone, en los párrafos 1 y 2 de la tabla 17, referentes teóricos del ámbito disciplinar científico, indicando teorías que explican conceptos relacionados con los modelos atómicos. De estas respuestas inferimos que se apoya en una secuencia usual de los libros de texto<sup>20</sup>, donde se presentan los modelos atómicos de forma poco precisa y superficial. Dichas fuentes aportan las interpretaciones y simplificaciones que realizan sobre los modelos planteados por Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, entre otros; no obstante, en el registro 3, Antonio reconoce la necesidad de tener un adecuado nivel de conceptualización sobre el tema que va a enseñar, lo que implica ir más allá de lo tratado en los libros de texto, en la búsqueda de lecturas de fuentes primarias, de ser posible; sin embargo, queda la

<sup>19</sup> El código A23-04-10 indica la inicial del nombre y la fecha de elaboración.

<sup>20</sup> En Colombia se denominan libros de texto a los manuales publicados por las editoriales para la enseñanza de las áreas y asignaturas.

impresión de que Antonio no va más allá de los textos guía, que muchas veces no recogen los desarrollos actuales de la ciencia, en particular los de la química contemporánea.

**Referentes históricos y epistemológicos.** En el enunciado 2, Antonio considera la historia del desarrollo del pensamiento científico como fuente de referencia en el tema específico de los modelos atómicos. En el enunciado 4, asume el concepto de átomo como constructo humano, cuando expresa: “plantear (...) que el átomo es una construcción (en términos de su significado y representación)”. En el mismo enunciado, en términos de nuestro marco de referencias, parece anticipar un objetivo: “buscar una mejor comprensión y conceptualización”, y para ello establece la regla de acción: “partir del análisis histórico-epistemológico que dé cuenta de la evolución del concepto científico”. En sus respuestas, refiere una perspectiva histórica continuista, puesto que plantea una secuencia de modelos de átomo sin aludir a la ruptura epistemológica en la comprensión del modelo cuántico:

Para Bachelard (1971), las mecánicas contemporáneas, mecánica relativista, mecánica cuántica, mecánica ondulatoria, son ciencias sin antepasados. (...) hay que pensar el núcleo del átomo en una dinámica de la energía nuclear y ya no en una geometría que componga sus constituyentes. Esta ciencia no tiene análoga en el pasado. Aporta un ejemplo particularmente claro de la ruptura histórica en la evolución de las ciencias modernas. (p. 234)

El mapa conceptual, figura 10, se inicia con tres líneas verticales diferenciadas; la de la izquierda comienza con conceptos que se deben definir a los estudiantes, la central con conceptos que hay que tener en cuenta para enseñar y la de la derecha con los objetivos de enseñanza a alcanzar. En la parte izquierda del mapa se explicita la enseñanza de conceptos científicos como la definición de conceptos e ideas de una ciencia entendida como un campo de conocimientos; igualmente, contempla la idea de presentarles a los estudiantes quién es un científico, que Antonio describe como un “sujeto que estudia, analiza, registra, observa, sistematiza”. También incluye que ha de definirse el contexto sociocultural: “donde se aplican los adelantos de la ciencia”. Antonio considera el abordaje de los conceptos como definiciones, lo que se relaciona

con una presentación de forma literal, con significados únicos, en términos de verdad, que también es usual en los libros de texto. Una lectura crítica del mapa nos indica que Antonio no desarrolla un proceso donde los estudiantes puedan construir conceptos a partir de una fundamentación teórica y unas bases metodológicas orientadas por el docente.

Antonio, además de destacar la idea de que para enseñar conceptos hay que definir especialmente lo que es la ciencia, el científico y el contexto socio-cultural, llama a la necesidad de una reflexión epistemológica, que apoya en la parte central cuando expresa: “partir del referente histórico-epistemológico” en relación con el “contexto sociocultural donde se construyó y desarrolló el concepto, así como su evolución”. De lo anterior inferimos que sus referentes teóricos para abordar el proceso de enseñanza de conceptos científicos aparentemente forman parte de los conocimientos propios de las ciencias con énfasis en aspectos históricos y epistemológicos; énfasis que coincide con el concepto de “verdadero”, el cual sugiere que no se puede tomar en sentido literal, es decir, que cuestiona lo verdadero. Sin embargo, a pesar de la invitación a la reflexión epistemológica y la mirada hacia la historia y la evolución de los conceptos, aparece una postura pragmatista cuando habla de conceptos contextualizados, útiles y aplicables, tendencia que se sustenta en criterios de relevancia contextualmente determinados.

**Referentes psicológicos y de educación en ciencias.** En los registros 5, 6 y 7 de la tabla 17, este maestro en formación alude a la teoría del Aprendizaje Significativo – A.S– como referente psicológico en el cual podría apoyarse para solucionar problemas conceptuales y representacionales en la enseñanza de conceptos científicos. Inicialmente, interpretamos que es de tendencia ausbeliana –A.S.A– por la prioridad que le da a lo que el estudiante ya sabe, en términos como “conocimiento previo, subsensor y anclaje”. Asimismo, en el mapa conceptual es posible identificar que se hace referencia a estudios en educación en ciencias que aluden a la necesidad de identificar conocimientos alternativos, enmarcados en tendencias de aprendizaje por ‘cambio conceptual’ (Pozo y Gómez Crespo, 1998). Según esto, parece que se apoya en varias teorías de aprendizaje que valoran la importancia de partir de los conocimientos ya

adquiridos por los estudiantes; sin embargo, se revela una comprensión poco precisa de dichas teorías.

En la zona de la derecha del mapa conceptual, Antonio incluye la “trasposición didáctica”, ubicándola en estrecha relación con los referentes históricos y epistemológicos y destaca la importancia de ir a las “publicaciones originales” para interpretar los conceptos a enseñar. Sin embargo, aunque los referentes teóricos analizados están directamente vinculados, en el mapa apenas si se evidencian relaciones cruzadas entre las tres zonas claramente diferenciadas. Inferimos del mapa conceptual que su significado de transposición didáctica se corresponde con un proceso de carácter informativo acerca de los conceptos construidos en la ciencia. Si bien Antonio habla de los conocimientos previos de los estudiantes, no los integra en un proceso didáctico como punto de partida.

#### **5.1.1.2. Planteamiento de la organización de la enseñanza**

A continuación describimos esta categoría a partir de los enunciados colocados en la tabla 18, seleccionados, como ya se ha dicho, de las respuestas a las preguntas del cuestionario que aluden a las tres subcategorías –‘estructura de la planificación’, ‘metodología’ y ‘evaluación de los aprendizajes’– en que se ha dividido la principal, así como de la información del mapa conceptual de la figura 10

**Estructura de la planificación.** En las ideas expuestas por Antonio en 8, tabla 18, sobre los aspectos de un plan para la enseñanza de un concepto científico, se revela una estructura que tiene relación con propuestas constructivistas que podríamos decir de corte general. En efecto, cuando se refiere a la actividad magistral no explica cómo organizar el discurso en coherencia con la teoría de A.S.A. Asimismo, aunque Antonio señala que se deben identificar ideas previas y socializarlas, no es clara su intención de usarlas para introducir los nuevos conocimientos ni tampoco explicita cómo hacerlo. No hay alusiones a la selección y organización de los contenidos, ni a su traducción en intenciones de la enseñanza.

**Metodología.** Antonio plantea en 9, la necesidad de “tener claro qué situaciones de la vida cotidiana del estudiante –contextualización– se relacionan o aluden al concepto”. Nuevamente expone una manera de ver la enseñanza de conceptos científicos en relación estrecha con lo útil y concreto de la vida cotidiana. Antonio expresa de manera reiterada la idea de relacionar los conocimientos previos que poseen los estudiantes con los nuevos conocimientos, como se puede apreciar en 10, 11 y 12; sin embargo, no explica cómo mediar en esto, pareciera que la significación se logra relacionándolos con lo cotidiano. En el enunciado 12, este maestro en formación explicita una regla de acción del tipo si...entonces: “si logramos establecer vínculos, asociaciones y relaciones entre los nuevos conocimientos y los ya existentes en la estructura cognitiva de los estudiantes, así como la aproximación a su cotidianidad, entonces podríamos establecer buenos o adecuados niveles de conceptualización”.

**Tabla 18.** Información textual aportada por Antonio en las respuestas al cuestionario, presentada por la categoría: planteamiento de la organización de la enseñanza. Contexto de formación universitaria.

<b>PLANTEAMIENTO DE LA ORGANIZACIÓN DE LA ENSEÑANZA</b>
<b>FUENTE: CUESTIONARIO</b>
<p>Estructura de la planificación</p> <p>8. “A mi modo de ver, la enseñanza de un concepto científico, o mejor, la planeación para la enseñanza de un concepto científico, debe tener la siguiente secuencia de actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La indagación y socialización de las ideas previas de los estudiantes sobre dicho concepto.</li> <li>- La introducción del nuevo conocimiento a partir de lo que pueda o se encuentre útil en las ideas previas (actividad magistral).</li> <li>- El trabajo realizado por los estudiantes con base en el tema, o actividad de síntesis (talleres conceptuales y procedimentales, prácticas experimentales, consultas, etc.).</li> <li>- “La relación del concepto científico con su cotidianidad (aplicación)” [en respuesta a la pregunta nº 7].</li> </ul>
<p>Metodología</p> <p>9. “Debe tener claro qué situaciones de la vida cotidiana del estudiante (contextualización) se relacionan o aluden al concepto. Esto posibilita el aprendizaje ya que los estudiantes perciben el concepto como útil y concreto” [en respuesta a la pregunta nº 4].</p> <p>10. “Además, como aspecto muy importante, debemos ‘jugar’ o partir de los conocimientos previos o concepciones con las cuales llegan los estudiantes y sobre los cuales abordan o tratan de entender y explicar el nuevo conocimiento” [en respuesta a la pregunta nº 3].</p> <p>11 “[...] mejor camino es partir de los conocimientos previos de los estudiantes para determinar el nivel de conceptualización (erróneo o verdadero) de los estudiantes” [en respuesta a la pregunta nº 5].</p> <p>12 “[...] si logramos establecer vínculos, asociaciones y relaciones entre los nuevos conocimientos y los ya existentes en la estructura cognitiva de los estudiantes, así como la aproximación a su cotidianidad podríamos establecer buenos o adecuados niveles de conceptualización” [en respuesta a la pregunta nº 5].</p>
<p>Evaluación de los aprendizajes</p> <p>13 (...) “Evaluación del proceso (aunque este debe realizarse en cada una de las etapas anteriores; es decir debe ser continua)” [en respuesta a la pregunta nº 7].</p>

En el mapa conceptual de la figura 10, en las relaciones ubicadas en el centro y a la derecha, también se explicitan asuntos relacionados con la metodología de enseñanza: “partir de los conocimientos previos del estudiante como diagnóstico de concepciones alternativas y de la influencia cultural”. Si bien se refiere a la enseñanza como un proceso constructivo con el uso de términos de A.S.A y cambio conceptual, en definitiva persiste la idea de una práctica transmisionista, donde lo que prima es la repetición de conceptos y definiciones: “los conceptos se presentan ‘verdaderos’, claros, útiles, aplicables y contextualizados”.

**Evaluación de los aprendizajes.** En la estructura del plan de enseñanza, ubicada al final de la secuencia de actividades, hay una referencia a la evaluación (véase tabla 18, enunciado 13), sobre la cual expresa que “debe realizarse en cada una de las etapas anteriores”, es decir, “debe ser continua”. Antonio incluye en el mapa conceptual el diagnóstico de conocimientos previos, pero no alude a este como evaluación, ni lo conecta con un planteamiento del trabajo del profesor, derivado de dicho diagnóstico. En ambas alusiones no se evidencia como regla de acción.

Respecto de estas primeras exploraciones, dado que la información recogida en esta fase de la investigación emana de producciones discursivas, aclaramos que constituyen consideraciones “teóricas” pero no evidencias de la práctica. Sin embargo, es posible inferir elementos del esquema en los que el maestro en formación ha sido explícita o implícitamente formado:

Aracelly de Tezanos (2006) señala la influencia de las prácticas de los maestros en las representaciones de aprendizaje y enseñanza que habitan a las personas en general y, en particular, a quienes se proyectan hacia el ejercicio de la profesión docente: “(...) las huellas de cómo se enseña, de qué es ser maestro, comienzan a inscribirse muy, pero muy tempranamente en el inconsciente de uno (p. 192).

En la tabla 19 presentamos una selección de los datos más representativos, aportados por el maestro en formación, clasificados en términos de la teoría. En síntesis, de las consideraciones señaladas por Antonio para enseñar conceptos científicos creemos que podemos inferir una tendencia de enseñanza constructivista expositiva: en la mayoría de sus planteamientos defiende una postura de construcción y evolución de los conocimientos científicos, y, en ese sentido, sugiere la importancia de estos análisis en la enseñanza de dichos conocimientos. Igualmente, brinda importancia al estudiante tanto como sujeto que tiene conocimientos previos que deben ser indagados y como sujeto participativo en la realización de actividades, para lo cual considera importante tener en cuenta los intereses de los estudiantes -conocimientos útiles y aplicables-. Asimismo, hallamos ideas que yuxtaponen otras propuestas de corte constructivista y de la enseñanza tradicional.

A continuación, dentro de esta primera fase y antes de la intervención, consideramos pertinente estudiar a los maestros en formación en los contextos de práctica cuando enseñan conceptos científicos.

**Tabla 19.** Síntesis de los datos más representativos, aportados por el maestro en formación, clasificados en términos de la Teoría de los Campos Conceptuales. Contexto de formación universitaria

<b>SÍNTESIS DE LO EXPRESADO POR ANTONIO</b>	
<b>ANTICIPACIONES (Problemas, metas, objetivos)</b>	<p>Los principales problemas que podría prever son de tipo conceptual y representacional.</p> <p>Lograr una mejor comprensión y conceptualización por parte del estudiante. [Meta]</p> <p>Desarrollar una estrategia didáctica y pedagógica que fundamentaría en el aprendizaje significativo. [Objetivo]</p> <p>Tener claro qué situaciones de la vida cotidiana del estudiante (contextualización) se relacionan o aluden al concepto. Esto posibilita el aprendizaje, ya que los estudiantes perciben el concepto como útil y concreto.</p>
<b>CONCEPTOS</b>	<p>Enseñanza de conceptos científicos como: ciencia, científico, desarrollo histórico, construcción, conocimientos previos, conocimiento útil y aplicable.</p>
<b>RELACIONES ENTRE CONCEPTOS</b>	<p>La ciencia es un campo de conocimientos.</p> <p>El científico estudia, analiza, registra, observa y sistematiza.</p> <p>En la enseñanza de conceptos científicos es importante considerar el desarrollo histórico (evolución continuista) del pensamiento científico.</p> <p>El átomo es una construcción en términos de su significado.</p> <p>Se debe plantear la relación entre los nuevos conocimientos y los conocimientos previos ya existentes en la estructura cognitiva de los estudiantes.</p> <p>Los conceptos científicos se presentan a los estudiantes claros, útiles, aplicables y contextualizados.</p>
<b>REGLAS DE ACCIÓN</b>	<p>La enseñanza de conceptos científicos implica:</p> <p>Establecer vínculos, asociaciones y relaciones entre los nuevos conocimientos y los ya existentes en la estructura cognitiva de los estudiantes; así como la aproximación a su cotidianidad.</p> <p>Partir de análisis histórico-epistemológicos que evidencien la evolución del concepto hasta la contemporaneidad.</p> <p>Plantear a los estudiantes la idea de que el “átomo” es una construcción (en términos de su significado y representación).</p>
<b>INFERENCIAS</b>	<p>Una adecuada conceptualización se favorece instaurando relaciones entre los nuevos conocimientos y los ya existentes en la estructura cognitiva de los estudiantes, mediante su aproximación a su cotidianidad.</p>

### 5.1.2. Contexto práctica<sup>21</sup> en un establecimiento educativo

De las fuentes de información: plan de enseñanza, diario, transcripción de la observación de una clase y transcripción de una entrevista provenientes de los contextos de práctica, procesamos los datos que presentamos a continuación, organizados de acuerdo con las dos categorías seleccionadas en este contexto para su análisis: 1) “**acción en el aula**”, de la cual se desglosan las subcategorías “metodología de enseñanza y evaluación de aprendizajes” y 2) “**autoevaluación de la enseñanza**”.

De la entrevista realizada a los participantes hemos seleccionado los enunciados que aluden a estas dos categorías, razón por la cual el número no aparece de forma secuencial, este corresponde a la intervención de habla de la transcripción general.

#### 5.1.2.1. Acción en el aula

Comenzamos con el seguimiento a las subcategorías que hemos considerado de la ‘acción en el aula’: metodología de enseñanza (tablas 20, 21, 22 y 23) y evaluación de aprendizajes (en la tabla 24).

**Metodología de enseñanza.** Si consideramos el concepto de estrategia que utiliza Monereo (2001), en la cual las actividades deben estar relacionadas de manera congruente para lograr un fin o una meta de aprendizaje, podemos decir que la planificación de las actividades (ver tabla 20) realizada por Antonio no se corresponde con la idea de “estrategia metodológica” que presenta como título, pues se refiere más que nada a un grupo de actividades no dependientes entre sí. El taller preconceptual, por ejemplo, no es retomado desde las inquietudes suscitadas para abordar el tratamiento del tema; sin tener en cuenta esto, plantea una explicación magistral y luego propone un informe de laboratorio sin indicar una correlación clara. No explicita cómo se hará la sistematización de esta información para establecer un diagnóstico de conocimientos

---

<sup>21</sup> Es importante señalar que en la primera fase, la práctica se desarrolla de forma natural por la circunstancia de que son profesores que ya trabajan y conviene diferenciarla de la práctica que se realiza durante la mediación en el marco de las asignaturas de la práctica pedagógica (segunda fase). Ambas se realizan en el mismo establecimiento educativo.

previos. Tampoco se evidencian los principios del aprendizaje significativo en la planificación de la enseñanza.

- Actividades y procedimientos. La forma como Antonio planifica la enseñanza se corresponde con un formato que usa este maestro en formación antes de la intervención en los seminarios del contexto de formación universitaria, donde la Teoría de los Campos Conceptuales y sus implicaciones didácticas fueron objeto de estudio. Conviene aclarar que dicho formato es prescriptivo para todas las áreas del conocimiento en la institución educativa. El formato y su contenido podrían estar dando cuenta de una enseñanza lineal acumulativa y de una visión sumativa de la evaluación. Al respecto de este plan de enseñanza, en la entrevista se pregunta a Antonio por su apreciación sobre el mismo, a lo cual hace una crítica (véase 46 y 47 - tabla 25) considerándolo como un formato que se presta para la repetición de actividades, donde solo se cambian aspectos muy puntuales. Él acepta que de cierta manera se limita a lo solicitado en las casillas y que se ha prestado para repetir actividades en varios grupos de estudiantes. Esta incidencia de las normativas institucionales en las prácticas escolares se ha abordado reiteradamente en los trabajos de análisis de la realidad educativa como una causa de las distancias que se mantienen entre los saberes declarativos y las prácticas (Carreiro da Costa, 2004).

**Tabla 20.** Información extraída del ‘plan de enseñanza’, según la categoría acción en el aula y subcategoría metodología de enseñanza. Contexto de práctica en un establecimiento educativo. Caso Antonio

<b>CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA</b> <b>Subcategoría: metodología de enseñanza</b>			
<b>PLAN DE ENSEÑANZA</b>	Tema: Balance de reacciones químicas Estrategias metodológicas <sup>22</sup> :		
	Actividades de inicio: 1. Presentación del tema y resolución de un taller preconceptual.	Actividades de profundización o desarrollo: 1 Exposición magistral de los temas a trabajar.	Actividades de finalización: 1. Presentación de informes de laboratorio.
	2. Planteamiento de situaciones problema o aproximaciones al balance de ecuaciones químicas por el método de REDOX.	2. Desarrollo de talleres procedimentales (balance de ecuaciones químicas reconociendo en ellas el agente oxidante y reductor, la sustancia oxidada y reducida).	2. Evaluaciones escritas tipo ICFES <sup>23</sup> (competencias)
	3. Aproximaciones conceptuales por parte de los estudiantes a partir de la resolución de talleres preconceptuales.	3. Asignación de tareas y/o consultas relacionadas con los temas.	3. Presentación de quizz sorpresa o programados.
	Uso de referencias No hay alusiones		
	Uso de recursos Aula de clase, laboratorios de biología y química, zonas verdes de la institución, las casas, el colegio, el parque, libros de texto, enciclopedias.		

Continuando con el análisis de la información relacionada con la metodología de Antonio, hallamos secuencias de acciones reiterativas en los diarios. En el que corresponde a la fecha D12-05-2010 (véase 1, 2, 3 - tabla 21), se detallan los procedimientos matemáticos, la realización de ejercicios a manera de ejemplo, la posterior replicación de estos en un taller y la consulta sobre su utilidad o aplicación. En 2 y 3 del diario del D19-05-2010 encontramos acciones que coinciden con las de la clase anterior, en las cuales se da más énfasis a lo procedimental matemático que a la comprensión de los conceptos básicos involucrados. En D24-05-2010, Antonio plantea

<sup>22</sup> Resaltamos en negrita los subtítulos del formato institucional de obligatoriedad para el docente.

<sup>23</sup> ‘Pruebas tipo ICFES’ hace referencia a pruebas similares a las del Eexamen de Estado realizado por el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES), el cual presenta un formato de pregunta cerrada con respuestas de selección múltiple, es decir, un enunciado introductorio y varias opciones de respuesta.

la actividad de resolver un taller y propone a los estudiantes dos ejercicios de composiciones porcentuales de sustancias diferentes, pero similares a los explicados en clase.

**Tabla 21.** Información extraída del ‘diario’, según la categoría acción en el aula y la subcategoría metodología de enseñanza. Contexto de práctica en un establecimiento educativo. Caso Antonio

CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA Subcategoría: metodología de enseñanza	
<b>DIARIO</b>	<p>Actividades y procedimientos</p> <p>Diario 12-05-2010</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. [...] Les expliqué que con base en la fórmula molecular y asumiendo o tomando como base de cálculo 100 gramos del mismo, podíamos saber qué cantidad (porcentaje) de cada elemento estaba presente dentro de la molécula.</li> <li>2. Posteriormente realizamos algunos ejercicios, como ejemplo para explicarles el procedimiento matemático para determinar la composición porcentual de un compuesto y procedimos a desarrollar un taller.</li> <li>3. Como actividad complementaria (tarea) se les pidió que consultaran sobre la utilidad o aplicación de este cálculo en nuestra vida cotidiana (como por ejemplo las tablas nutricionales de los productos alimenticios)</li> </ol> <p>Diario 19-05-2010</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. En un primer momento recapitulamos en lo referente a la información que nos puede suministrar una fórmula molecular.</li> <li>2. A partir de esto, les expliqué cómo podríamos llegar a conocer o determinar la fórmula mínima o empírica de un compuesto a partir de su composición porcentual, basándonos en un cálculo sobre el número de moles de cada elemento constituyente y la relación mínima entre éstos, en términos moleculares.</li> <li>3. Procedí a explicarles algunos ejemplos con sustancias comunes para ellos [...] Luego les hice entrega de un taller de 20 puntos para determinar las fórmulas empíricas a partir de las composiciones porcentuales.</li> </ol> <p>Diario 24-05-2010</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los estudiantes entregaron el informe del taller que comenzaron a desarrollar en la clase anterior, luego a cada uno de ellos les entregué dos composiciones porcentuales de dos sustancias diferentes para que a partir de ello, determinaran su fórmula empírica.</li> </ol> <p>Diario 19-07-2010</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Luego se procedió a trabajar la función óxido y de esta los óxidos metálicos, se les explicó cómo se formaban estos óxidos y las normas IUPAC para su nomenclatura. Realizamos algunos ejercicios como ejemplo y posteriormente se procedió a desarrollar un taller.</li> </ol> <p>Diario 2-08-2010</p> <p>En primer lugar, se dieron a conocer los aspectos de los hidróxidos (características) y luego les expliqué cómo se formaban y cómo se nombraban. Realizamos algunos ejercicios para aplicar las reglas de la IUPAC, anteriormente compartidas. Posteriormente procedimos a desarrollar un taller en parejas que consistía en formar los hidróxidos correspondientes a cada uno de los óxidos metálicos formados en las clases pasadas, para luego nombrarlos.</p>

**Tabla 22.** Información extraída de la ‘transcripción de una clase’, según la categoría acción en el aula y subcategoría metodología de enseñanza. Contexto establecimientos educativos de prácticas. Caso Antonio

<b>CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA</b> <b>Subcategoría: metodología de enseñanza</b>	
<b>TRANSCRIPCIÓN DE CLASE</b>	<p>Actividades y procedimientos Clase 2-09-2010</p> <p>1. Antonio: Buenos días. Los pasos para balancear una ecuación de óxido- reducción son: primero, asignar los números de oxidación y analizar cuáles cambian. Realícenlo. Segundo, estos cambios se representan con una flecha hacia abajo –oxidación– cuando pierde electrones y con una flecha hacia arriba –reducción– cuando gana electrones. Tercero, multiplicar dicho número de electrones por factores que hagan que la pérdida y ganancia sea igual. Cuarto, asignar como coeficientes de las moléculas afectadas los factores obtenidos en la etapa anterior. Quinto, terminar el balance por tanteo. Sexto, simplificar si es necesario.</p> <p>2. Estudiante 1 ¿seguimos asignando la oxidación y la reducción?</p> <p>3. Antonio: Sí, pero considerándolo en el balance de la ecuación. Vamos a balancear la siguiente ecuación:  <math display="block">\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \longrightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2</math></p> <p>4. Estudiantes: 3, 2-, 2, 2-, 0, 4, 2- .</p> <p>5. Antonio: Revisemos los elementos que cambian su estado de oxidación. El hierro cambia de 3 a 0, gana 3 electrones por átomo y 6 por molécula, el carbono pasó de 2 a 4, pierde 2 electrones por átomo y 2 por molécula. Ahora multiplicamos por factores que igualen los electrones ganados con electrones perdidos, en este caso 2 y 6 y los escribimos como coeficientes de estas moléculas. Luego terminamos el balance por el método de tanteo.</p> <p>6. Estudiante 2 ¿Qué pasa si entran más reactivos?, ¿cómo se cruzan?</p> <p>7. Antonio: solo entran dos. Realicemos otro ejercicio:  <math display="block">\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{NO} + \text{S} + \text{H}_2\text{O}</math>                     Primero asignamos los números de oxidación y determinamos los electrones ganados y perdidos por átomo y luego por molécula.                      Para el caso del N gana 3e-/átomo y por 3e-/molécula. Para el S pierde “2e-/átomo y 2e-/molécula. Ven que cada vez se hace más fácil.                      Otro ejercicio más: <math display="block">\text{ZnS} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{ZnO} + \text{SO}_2</math>                      ¡Mateo salga a hacerlo en el tablero<sup>24</sup>!</p> <p>[El estudiante sale al tablero. A medida que desarrolla el ejercicio, Antonio le aporta en el procedimiento, aprueba o desaprueba]</p> <p>8. Estudiante 3: no entiendo por molécula.                      [Antonio, con gesto amable, repite la explicación].</p> <p>9. Estudiante 4: vamos a hacer uno con paréntesis.</p> <p>10. Antonio: Bueno, realicemos el balance de esta ecuación:  <math display="block">\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Al}(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2</math>                      [Antonio se acerca y responde con claridad las dudas de los estudiantes]</p>
	<p>Uso de referencias                      Química I de la Editorial Santillana; Hola Química I de la editorial Susaeta</p>
	<p>Uso de recursos                      Tablero y marcadores</p>

<sup>24</sup> Denominación dada a la pizarra.

**Tabla 23.** Información extraída de la ‘entrevista’, según la categoría acción en el aula y subcategoría metodología de enseñanza. Contexto de práctica en un establecimiento educativo. Caso Antonio

<b>CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA</b> <b>Subcategoría: metodología de enseñanza</b>	
<b>ENTREVISTA</b>	<p>Actividades y procedimientos</p> <p>37. Profesora: ¿Qué y cómo han hecho para enseñar modelos atómicos y, específicamente, el modelo atómico cuántico?</p> <p>38. Antonio: Hablando de manera general de los modelos atómicos, siempre se ha abordado con un componente histórico, pero no de una forma muy profunda; y se habla del experimento que realizaron los científicos para llegar a deducir el modelo que ellos plantearon; yo lo he hecho con diapositivas, con vídeos en You Tube... donde ellos ven por ejemplo el tubo de descarga, en el cual se descubrió el núcleo. Se les ha planteado a manera de exposiciones, que ellos traten de exponer para ver qué es lo que entienden de los modelos [...]. Con referencia al modelo atómico mecánico cuántico, que es lo que nos concierne en este momento, no se ha enseñado como modelo; así como modelo atómico cuántico...nunca lo he trabajado; siempre he trabajado desde el punto de partida del modelo atómico, estableciendo lo cuántico, o al menos el número cuántico principal, y a partir de esto meter los aportes, pero como un complemento al modelo de Bohr, no como modelo atómico cuántico.</p>
	<p>Uso de referencias</p> <p>51. Profesora: ¿A qué fuentes bibliográficas ha recurrido para la enseñanza de los modelos atómicos?</p> <p>52. Antonio: Los libros de Santillana y Educar que están en el colegio son de ese grado. El libro de Hola Química, a pesar de estar tan viejito. Y tengo otros libros universitarios, el de Chamizo para metérselo en la cabeza y otros que nos recomendaron en inglés.</p> <p>40. Profesora: ¿En qué teoría didáctica se fundamenta?</p> <p>41. Antonio: Yo lo llamo talleres preconceptuales; estos talleres le dan a uno un punto de partida. Puede uno diagnosticar e identificar qué debilidades hay en cuanto a conceptos, o puede también uno identificar si hay cierto grado de acercamiento al concepto científico, y puede uno saber de dónde partir.</p>
	<p>Uso de recursos</p> <p>Vídeos de You Tube y diapositivas.</p>

De la misma manera, en las descripciones encontradas en D19-07-2010 y D2-08-2010 (tabla 21.) sobre el tema de nomenclatura inorgánica, específicamente de óxidos metálicos y de hidróxidos, podemos encontrar una secuencia tradicional para enseñar ciencias, que consiste en la explicación de los contenidos científicos con marcado énfasis en lo operacional, y poca asociación de esto con los significados, la realización de ejercicios prototipo como ejemplo –centrados en el desarrollo de algoritmos matemáticos– y posteriormente, la realización de ejercicios de aplicación. En la transcripción de clase 02-09-2010 (tabla 22) también se pudo evidenciar la explicación, paso a paso, de un método para balancear ecuaciones de óxido–reducción, donde

Antonio realiza algunos ejemplos; luego invita a realizar algunos ejercicios en el tablero con su ayuda y, posteriormente, asigna otros para que desarrollen de manera individual en su cuaderno de notas. Su enseñanza está más centrada en los procedimientos o en las rutinas de ejercicios.

Tomando como referencia un tema que había sido seleccionado en el seminario por Antonio para enseñarlo desde las orientaciones de la Teoría de los Campos Conceptuales, se pregunta a Antonio en la entrevista: ¿qué y cómo ha hecho para enseñar el modelo atómico y, más específicamente, el modelo atómico cuántico? En 37 y 38 de la tabla 23, Antonio plantea que los modelos atómicos los ha abordado desde una perspectiva histórica, utilizando diapositivas y vídeos. Al respecto de los vídeos, afirma: “donde ellos vean por ejemplo el tubo de descarga, con el cual se descubrió el núcleo”, postura empiro-inductiva del conocimiento científico donde a partir de los experimentos se obtiene el modelo. Con respecto al modelo cuántico, Antonio dice que nunca lo ha trabajado como tal, que sólo lo ha abordado desde el número cuántico principal, “pero como un complemento al modelo de Bohr”.

En resumen, en los registros del plan de enseñanza, de los diarios y de las transcripciones de clase encontramos que la actividad más recurrente es la clase expositiva, en donde el maestro en formación pregunta a sus estudiantes y a la vez acepta y responde con claridad a sus dudas. También utiliza de forma frecuente los talleres como series de ejercicios para aplicar las reglas explicadas. Plantea estos ejercicios para desarrollarlos de manera individual y en parejas. Estas actividades permiten una interacción afable profesor-estudiante, que posibilita el cuestionamiento por parte del estudiante. Antonio pone énfasis en lo operativo de los conceptos, no en sus significados, con lo cual termina promoviendo aprendizajes de rutinas, dado el uso de talleres. No se evidencian procesos de sistematización de los conocimientos previos indagados; se hacen preguntas cuyas respuestas son socializadas en una sesión plenaria con el grupo completo.

- Uso de referencias teóricas. Con respecto a las referencias teóricas en las que Antonio sustenta su práctica, no se encuentra la alusión explícita a estas en los planes de enseñanza ni en los diarios. En los planes de clase, en la parte que denomina “ambientes de aprendizaje, medios y recursos”, hace referencia a internet, a libros de texto y a enciclopedias. Estas fuentes de información se plantean en la perspectiva de mediadores didácticos; no es claro si el maestro en formación recurre a ellas para el estudio y comprensión de los conceptos científicos que prevé enseñar.

En la entrevista, se le pregunta sobre las fuentes bibliográficas que ha utilizado para la enseñanza de los modelos atómicos; al respecto (ver 51 y 52 de la tabla 23), el maestro en formación muestra gran interés por complementar los aportes de los libros de texto con otros libros de formación universitaria, pues le permiten mejorar su propia comprensión de los conceptos que va enseñar. Sin embargo, solo habla de ello cuando se le pregunta; nos queda la duda si realmente los usa o si los utiliza muy eventualmente, pues no lo cita en los diarios ni en las planificaciones o programaciones de enseñanza; parece que no le son muy “familiares”.

Con respecto al uso de referencias del ámbito histórico y epistemológico, el maestro en formación alude a ellas en la entrevista (véase el numeral 38 – tabla 23), indicando que para enseñar los modelos atómicos ha abordado un componente histórico, pero él mismo reconoce que ha sido de forma limitada. Llama la atención que este referente esté ausente en las propuestas de enseñanza de otros conceptos, como los relacionados con la nomenclatura química que expresa en los diarios; parece que fueran conceptos que no tuvieran historia. No hay alusión a las revistas científicas o publicaciones originales.

Cuando en la entrevista se indaga por las teorías didácticas en las que se fundamenta, Antonio (véase 41 de la tabla 23) no alude ni evoca ningún referente que tenga que ver con aproximaciones a estudios de los ámbitos psicológicos, pedagógicos o didácticos sino que refiere un procedimiento que considera muy importante: diagnosticar; proceso, como hemos dicho, en el que no es clara la relación entre

identificar “preconceptos” y lo que -en otras fuentes- expresa el profesor como su adhesión a la teoría de Aprendizaje Significativo.

- Uso de recursos. En su plan de clase se encuentra la alusión a los recursos; indica el aula de clase, el laboratorio, las zonas verdes de la institución, Internet, los libros de texto, las enciclopedias. En la transcripción de clase, se pudo evidenciar el uso del tablero y de marcadores como recursos básicos. No alude a recursos humanos como compañeros, profesores y otros espacios, como museos o parques ecológicos.

Continuamos con el auto-reconocimiento, la reflexión y la crítica que Antonio hace de sus propias prácticas, indagando cómo concibe la evaluación de los aprendizajes.

**Evaluación de los aprendizajes.** Las actividades de finalización presentadas por Antonio en el plan de clase (tabla 24) dan cuenta de una evaluación sumativa; entre ellas destaca: informes de laboratorio, evaluaciones escritas y quizz sorpresa. Sin embargo, en el mismo plan alude al “seguimiento individual del desempeño (participación, responsabilidad, etc.)”, lo que sugiere una evaluación de proceso, pero este seguimiento se hace sólo a los aspectos actitudinales y no a los relacionados con la conceptualización. Esta evaluación no parece ser sistemática ni registrada, pese a que él declara que la realiza durante todo el periodo.

En la práctica, el maestro en formación alude a la evaluación en términos de exámenes escritos, trabajos de grupo y socializaciones. Por ejemplo, en el D02-08-2010 (tabla 24) escribe “[...] se hizo entrega de la evaluación o examen escrito sobre óxidos, la cual recogía de forma sintética y concreta las diferentes actividades trabajadas durante el desarrollo teórico y procedimental de la temática”, lo que ratifica una evaluación sumativa. En el D18-08-2010 dice que los parámetros de evaluación respecto a la manera de preguntar obedecen a una exigencia institucional, al igual que los tipos de evaluación como autoevaluación y coevaluación, cuyos porcentajes son

definidos por la institución. Posteriormente, en la entrevista (intervención 49), ratifica y explica dichas directrices.

En la entrevista (véase 43 y 44 de la tabla 24), Antonio expone cómo ha abordado la evaluación de los aprendizajes, mediante evaluaciones escritas de competencias-de acuerdo con parámetros institucionales– y con actividades de lectura y socialización; asimismo, da a conocer, previo a la intervención didáctica, los criterios evaluativos, al tiempo que favorece la participación del estudiante mediante la autoevaluación. En su respuesta, se puede evidenciar que Antonio se ve abocado a atender demandas de las normativas nacionales e institucionales: las formas de plantear las preguntas, los tipos de indicadores –conceptual, procedimental, actitudinal– y las modalidades de evaluación-, normas que, en ocasiones, involucran cuestiones contradictorias entre los procesos de enseñanza y de evaluación, desde perspectivas epistemológicas diferentes, cuya tendencia es hacia la estandarización, en detrimento del reconocimiento de las diferencias y de la pluralidad.

**Tabla 24.** Información aportada por las fuentes de datos respecto de la categoría acción en el aula y subcategoría: evaluación de los aprendizajes. Contexto de práctica en un establecimiento educativo. Caso Antonio

CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA Subcategoría: evaluación de los aprendizajes	
<b>PLAN DE CLASE</b>	Seguimiento individual del desempeño (participación, responsabilidad, etc.), informes de laboratorio, quizz y evaluaciones escritas, talleres y consultas.
<b>DIARIOS</b>	Diario 2-08-2010 (...) se hizo entrega de la evaluación o examen escrito sobre óxidos, la cual recogía de forma sintética y concreta las diferentes actividades trabajadas durante el desarrollo teórico y procedimental de la temática. Diario 18-08-2010 En un primer momento (40 minutos aproximadamente), los estudiantes presentaron la evaluación o examen de sales.
<b>TRANSCRIPCIÓN DE CLASE</b>	Clase 2-09-2010 11. Antonio: cada uno realiza el balance de esta ecuación: $\text{CH}_4 + \text{S} \longrightarrow \text{CS}_2 + \text{H}_2\text{S}$
<b>ENTREVISTA</b>	43. Profesora: ¿De qué manera evalúa los aprendizajes en los modelos atómicos? 44. Antonio: Como te dije ahorita yo los divido por grupos, y les entrego la teoría, el diseño, su representación, y luego hacemos una socialización a ver

	<p>qué entendieron, esa es una de las formas de evaluar, a ver qué entienden, y uno va haciendo los aportes que considera pertinentes [...] Obviamente, también a ellos se le hacen evaluaciones tipo competencias, como un examen digamos escrito, diseñado tipo ICFES<sup>25</sup>, porque es un parámetro de exigencia de la institución donde yo trabajo. Las preguntas no pueden ser abiertas, para que hablen, sino de pronto más bien con selección múltiple, pero que justifiquen, que ellos sepan decir por qué eligieron, entonces son más bien evaluaciones como de ese tipo, igual mirar también la participación del lado del estudiante, si se mete, trata por lo menos de entender, de desenredarse, pregunta, busca. Serían esas las formas de evaluar.</p> <p>49. Antonio: De hecho es una exigencia institucional, tú debes entregar a los estudiantes en cada periodo, algo como unos parámetros de evaluación en ciencias, porque ellos tienen derecho a eso. Por el parámetro institucional tienen derecho a realizar una autoevaluación de un cinco por ciento; vea, lo que yo pretendo en ciencias es formular preguntas, que traten de lanzar respuestas, que construyan gráficas, ¿me entiendes?; entonces, al final del periodo ellos me deben entregar el formato lleno con su autoevaluación; yo debo leerlas porque también les debo realizar una evaluación y de esas dos salir una coevaluación; es una exigencia que nos hace el colegio, los indicadores de logro, el porcentaje que tiene dentro de área. Allí nos dicen los tres tipos de indicadores que se trabajan, que son: el actitudinal, el conceptual y el procedimental; si son tres tiene 33% de valor dentro del área, si son dos procedimentales se divide el valor entre los dos. Sí, es una exigencia del colegio que ellos conozcan lo que se les va a evaluar.</p> <p>51. Profesora: ¿A qué fuentes bibliográficas ha recurrido para la enseñanza de los modelos atómicos?</p> <p>52. Antonio: Los libros de Santillana y Educar que están en el colegio, son de ese grado. El libro de Hola Química a pesar de estar tan viejito y tengo otros libros universitarios, tenemos el de Chamizo para metérselo en la cabeza y otros que nos recomendaron en inglés.</p> <p>40. Profesora: ¿En qué teoría didáctica se fundamenta?</p> <p>41. Antonio: Yo lo llamo talleres preconceptuales, estos talleres le dan a uno un punto de partida, puede uno diagnosticar e identificar que debilidades hay en cuanto a conceptos, o puede también uno identificar si hay cierto grado de acercamiento al concepto científico, y puede uno saber de dónde partir.</p>
--	---

El diario, como instrumento de investigación de lo que ocurre en la práctica, es la evidencia escrita de las diferentes formas de comprender la realidad de la dinámica del aula –lugar donde se recoge la información– desde la propia mirada e interpretación de los futuros profesores; además, representa la posibilidad de cualificar los procesos educativos, en la medida que exige a la vez reconocer y tomar conciencia del devenir cotidiano, de las múltiples relaciones que se tejen en los contextos escolares, del cruce de afinidades y de las diferencias donde precisamente radica la riqueza de factores de cambio.

<sup>25</sup> Se explica en nota aclaratoria 6

### 5.1.2.2. Autoevaluación de la enseñanza

La mayoría de las unidades de registro clasificadas en esta categoría se retomaron de los diarios (véase tabla 25) y fueron la base para identificar posibles inferencias que hacían los maestros en formación sobre el proceso que realizaban.

En el diario 12-05-2010, hallamos (véase 1 y 2 de la tabla 25) dos posibles inferencias que se plantea Antonio: la primera, pensar que los procedimientos fueron comprendidos rápidamente, ya que se evidencia en el desarrollo del taller y los resultados obtenidos; la segunda, suponer que los estudiantes incumplen con las tareas extraclase por la falta de responsabilidad frente a estas. En el diario del 19-05-2010, infiere del proceso de su clase que el grupo se ha acercado a la comprensión y dominio procedimental de la temática, ya que sus estudiantes se encuentran motivados porque entienden y obtienen buenas notas. Sin embargo, en el diario 24-05-2010 (tabla 25), Antonio reconoce que solucionar correctamente los ejercicios no significa que el estudiante haya comprendido el tema.

**Tabla 25.** Información aportada por las fuentes respecto de la categoría: autoevaluación de la enseñanza. Contexto de práctica en un establecimiento educativo. Caso Antonio

<b>CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN DE LA ENSEÑANZA</b>	
<b>FUENTE: DIARIO, TRANSCRIPCIÓN DE CLASE Y ENTREVISTA</b>	
<b>PLAN DE CLASE</b>	[No se explicita].
<b>DIARIO</b>	<p>Diario 12-05-2010</p> <p>1. La clase se tornó muy dinámica [...] los estudiantes se mostraron muy dispuestos a trabajar. La mayoría comprendió de forma rápida el procedimiento y lo evidencio en el desarrollo del taller y los resultados obtenidos en el mismo.</p> <p>2. La dificultad observada fue en el desarrollo de la tarea, la gran mayoría de estudiantes no la hizo, lo que me indica la falta de responsabilidad para la ejecución de actividades extraclase (no es la primera vez que pasa).</p> <p>Diario 19-05-2010</p> <p>1. Hasta el momento el grupo ha respondido bien en cuanto al acercamiento, comprensión y dominio procedimental de estas temáticas. Los veo muy motivados (debido a que entienden y obtienen buenas notas).</p> <p>Diario 24-05-2010</p> <p>1. Es muy gratificante observar cómo los estudiantes sin realizar o lanzar ninguna la pregunta, solucionan sus dos ejercicios de forma correcta, utilizando y cancelando las unidades adecuadamente y entregando una fórmula molecular con las proporciones mínimas entre los átomos que la conforman.</p> <p>Mi duda ahora radica en conocer o determinar si en realidad comprenden las relaciones de proporcionalidad entre los átomos que conforman la molécula de un compuesto.</p>
<b>TRANSCRIPCIÓN DE CLASE</b>	<p>12. Profesora: Un estudiante te preguntó ¿qué pasa si entran más reactivos?, ¿cómo se cruzan? Y tú respondiste que solo entran dos.</p> <p>13. Antonio: No recuerdo, entonces no entendí la pregunta, yo tengo claro que pueden entrar más reactivos en la ecuación, se haría el mismo proceso de analizar los electrones que ganan o los que pierde.</p>
<b>ENTREVISTA</b>	<p>38. Antonio: [...] y me ha parecido bueno porque como es algo complejo, entonces ellos tratan como de meterse mucho en el tema, consultan, buscan, preguntan [...] y ha sido bueno, no estoy diciendo con esto que haya sido significativo el aprendizaje, sino que las actividades, al menos, les plantean cierto interés por descubrir qué fue lo que hicieron los científicos.</p> <p>46. Profesora: ¿Qué piensa sobre el plan que actualmente realiza?</p> <p>47. Antonio: Bueno para mí es un formato y ya lo hemos trabajado, de hecho el mismo coordinador nos ha dicho es un formato repetitivo. Yo lo único que le cambio son los indicadores, cierto tipo de actividades, se le cambia los temas, pues es muy específico el formato, de alguna manera restringe, porque así, llenas las casillas y como te digo uno puede repetir actividades en otro grupo, entonces corte, pegue allá, corte y pegue allá.</p>

A partir de los registros de datos, clasificados en el procesamiento de la información y de las descripciones e interpretaciones presentadas en las categorías, inferimos elementos del ESQUEMA activado por Antonio en el contexto del establecimiento educativo de práctica, el cual expresamos de forma resumida en la tabla 26.

**Tabla 26.** Elementos del ESQUEMA activado por Antonio para enseñar conceptos científicos. Contexto de práctica en un establecimiento educativo, primera fase antes de la intervención

<b>ELEMENTOS DE “ESQUEMA” ACTIVADO POR ANTONIO EN LA PRÁCTICA. (PRIMERA FASE ANTES DE LA INTERVENCIÓN)</b>	
<b>ANTICIPACIONES (metas, objetivos, efectos)</b>	Presentar conocimientos y procedimientos para resolver ejercicios. [Meta] Facilitar el dominio de procedimientos para resolver ejercicios mediante explicaciones y resolución de talleres.[Objetivos] Las actividades de explicación, exposición magistral, desarrollo de ejemplos, realización de talleres procedimentales y de aplicación de lo aprendido son fundamentales en el aprendizaje de conceptos científicos.
<b>CONCEPTO EN ACCIÓN</b>	La enseñanza de conceptos científicos relacionada con: plan-formato, explicaciones, ejemplos, talleres procedimentales, ejercitación de procedimiento, evaluaciones escritas y orales, quizz sorpresa.
<b>TEOREMAS EN ACCIÓN</b>	El plan de enseñanza se realiza según el formato institucional. Para enseñar conceptos científicos es necesario explicarlos. El profesor debe realizar ejercicios a manera de ejemplos. Los talleres permiten evidenciar si el estudiante tiene dominio de los procedimientos para resolver los ejercicios. Con la explicación y ejercitación de procedimientos los estudiantes aprenden los conceptos científicos. Las técnicas e instrumentos de evaluación en los procesos de enseñanza son las evaluaciones escritas y orales y también quizz sorpresa.
<b>REGLAS DE ACCIÓN</b>	La enseñanza de conceptos científicos implica: Diligenciar el plan formato institucional. Explicar los conceptos y procedimientos para solucionar los ejercicios. Desarrollar ejercicios en el tablero a manera de ejemplo. Resolver dudas o dificultades de los estudiantes. Proponer a los estudiantes talleres procedimentales. Asignar a los estudiantes consultas sobre la utilidad o aplicación de los conceptos trabajados. Entregar la teoría por grupos y luego hacer una socialización de ideas. Evaluar mediante exámenes escritos y orales, exposiciones y quizz sorpresa.
<b>INFERENCIAS</b>	De acuerdo con la evidencia del desarrollo del taller y los resultados obtenidos, los estudiantes tienen comprensión de los procedimientos. Los estudiantes incumplen con las tareas extraclase por la falta de responsabilidad frente a estas. El grupo se ha acercado a la comprensión y dominio procedimental de la temática, puesto que los estudiantes están motivados porque entienden y obtienen buenas notas. Las exposiciones de los estudiantes sobre los modelos atómicos ha sido una buena actividad pues han tratado de meterse en el tema, consultando, buscando y preguntando. No estoy diciendo con esto que haya sido significativo su aprendizaje.

El esquema para abordar la enseñanza de conceptos científicos que opera en la práctica se acerca a una tendencia de enseñanza tradicional, un esquema basado en el rol del profesor. Con respecto a los supuestos teóricos que anunciaba de corte

constructivista, encontramos que la indagación de saberes previos se hace mediante preguntas y sus respuestas son socializadas en una clase plenaria. Antonio parece más centrado en el nivel de conocimientos previos y no en los significados que asignan los estudiantes a los conceptos, puesto que no hay un proceso de sistematización de esta información para poder relacionarlo con los nuevos conocimientos.

En síntesis, haciendo una comparación entre los datos que se muestran en el tabla 19 –donde se infieren elementos de un posible esquema a partir del discurso expresado por Antonio– y los datos de la tabla 26 –donde se infieren elementos del esquema que creemos activó en el contexto del establecimiento educativo de práctica–, encontramos que las ideas que anticipa Antonio con respecto a problemas conceptuales y representacionales y las formas de enfrentarlos –desarrollando una estrategia didáctica y pedagógica fundamentada en la teoría del aprendizaje significativo (si se asume esta desde los planteamientos de David Ausubel) –, no operan en la práctica. Los principios básicos de dicha teoría –presentados en el capítulo II– no son aplicados en los procesos de enseñanza observados en la práctica de este maestro en formación.

De la misma manera, los análisis históricos y epistemológicos han entrado en el proceso didáctico de manera superficial, como así lo reconoce Antonio en la entrevista. No hay alusión a estos en el plan de enseñanza, ni en los diarios de clases; parece que son muy determinantes las directrices institucionales. Sus anticipaciones en la práctica se orientan hacia la presentación de los conocimientos y el desarrollo de procedimientos para resolver ejercicios, donde juega un rol fundamental el profesor. Con respecto a los Invariantes Operatorios (I.O.): conceptos-en-acción y teoremas-en-acción referidos al campo disciplinar científico se muestran como usualmente son presentados en los libros de texto, en términos de definiciones, presentación de ejemplos y ejercicios propuestos.

En la práctica funcionan reglas de acción coherentes con una tendencia de enseñanza basada en la trasmisión, en las cuales predominan la explicación de conocimientos y procedimientos, realización de series de ejercicios y una evaluación que intenta replicarlos. Con respecto a sus inferencias, retomadas algunas de manera literal de su diario de clases (tabla 25), hallamos una relación con invariantes

operatorios –identificados en la tabla 26–, los cuales parecen orientar dichas inferencias. A su vez, las inferencias que hace Antonio validan las reglas de acción que se evidencian en la práctica, siendo así funcionales para enseñar conceptos científicos.

En la explicitación teórica que hace el maestro en formación existe cierta claridad en asuntos epistemológicos y didácticos, pero terminan imponiéndose la tradición y las exigencias institucionales, posiblemente por razones de disponibilidad de tiempo, idiosincrasia o multiplicidad de actividades en los contextos escolares. Lo cual nos revela que si bien el maestro en formación sabe que el plan es un formato muy esquemático y es consciente de los problemas en su diligenciamiento, no logra trascender o adaptar esta directiva institucional.

## **5.2. CASO WALTER**

Walter, al igual que Antonio, se desempeña como maestro de educación secundaria. Abordamos la descripción e interpretación de los datos de acuerdo con el contexto del cual provienen: a) formación universitaria y b) establecimiento educativo de práctica.

### **5.2.1. Contexto de formación universitaria**

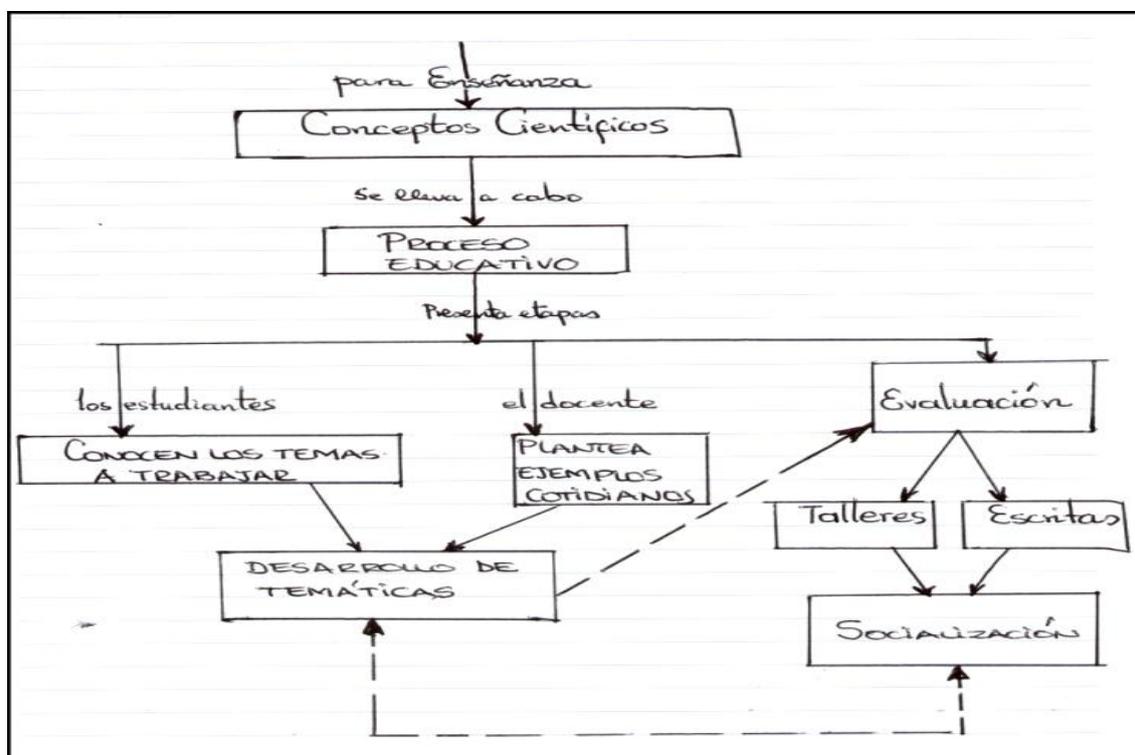
Conviene recordar que en este contexto recogimos información mediante un cuestionario (anexo 2) y un mapa conceptual. El registro de datos más interesantes que hemos seleccionado de este maestro en formación se presenta en la tabla 27, cuyas unidades de registro también se enumeraron para facilitar la identificación del enunciado al que se alude en el análisis e interpretación.

**Tabla 27.** Información textual aportada por Walter en las respuestas al cuestionario, presentada según la categoría: referentes teóricos de la enseñanza. Contexto de formación universitaria

<b>REFERENTES TEÓRICOS DE LA ENSEÑANZA</b>
<b>FUENTE: CUESTIONARIO</b>
<p>Disciplinares</p> <p>1. “Referentes Teóricos para el concepto de átomo según el modelo actual (Mecánico-cuántico): aportes de pensadores griegos: Demócrito y Leucipo; modelos atómicos de Dalton, Rutherford, Bohr y Thompson; estructura atómica. Referentes conceptuales: Partículas subatómicas y tipos de carga, espectros de emisión y absorción, teoría ondulatoria, niveles de energía, ondas electromagnéticas”. [Respuesta a la pregunta 1]</p>
<p>Históricos y epistemológicos</p> <p>2. “La teoría según el modelo mecánico-cuántico es el último escalón, ya que con anterioridad a éste, hay otros modelos que en su época fueron verdad, es aquí donde juega un papel muy importante la historia, ya que se debe estudiar a fondo los comienzos del átomo, los periodos de tiempo en los cuales fueron ciencia real, las diferencias de cada modelo con respecto al actual”. [Respuesta a la pregunta 2]</p>
<p>Psicológicos y de educación en ciencias</p> <p>3. “(...) Las teorías de Cambio Conceptual y Campos Conceptuales pueden ayudarme a mejorar las dificultades ya que como docente pueden darme bases para adoptar estrategias de apoyo al aprendizaje”. [Respuesta a la pregunta 3]</p> <p>4. “Su principal exponente es Vergnaud. Retoma corrientes cognitivas como Piaget y Vygotsky. Un concepto está dado por una situación, significado y representación”. [Respuesta a la pregunta 6]</p>

El mapa conceptual elaborado por Walter sobre el tema de la enseñanza de conceptos científicos se presenta en la figura 11

**Figura 11.** Mapa Conceptual sobre la enseñanza de conceptos científicos elaborado por Walter (W23-04-10)<sup>26</sup>. Primera fase antes de la intervención



### 5.2.1.1. Referentes teóricos de la enseñanza

Siguiendo el mismo procedimiento, abordamos la categoría referentes teóricos de la enseñanza, desglosándola en las subcategorías: disciplinares, históricos y epistemológicos y psicológicos y de educación en ciencias.

**Referentes disciplinares.** De acuerdo con lo planteado en la tabla 27, si bien Walter menciona nombres de químicos y físicos relacionados con modelos atómicos, no alude a autores, teorías, principios o explicaciones sobre el modelo mecánico cuántico. En relación con esto, vale también anotar que este maestro en formación tiene como referente la secuencia de los modelos atómicos propuestos, tal y como se presentan en los libros de texto, cuestión que coincide con su compañero Antonio, caso ya descrito. Asimismo, en la tabla 27, Walter hace un listado de algunos conceptos que tienen

<sup>26</sup> El código W23-04-10 indica la inicial del nombre y la fecha de elaboración.

relación con dicho modelo cuántico; sin embargo, no podemos decir que sea un conjunto de conceptos apropiados que abarquen la temática, en coherencia con el enunciado 7 (tabla 28) en el cual reconoce la importancia de “conocer sobre el concepto (dominarlo)” para enseñarlo.

**Referentes históricos y epistemológicos.** Se evidencia también (véase 2 de la tabla 27) una perspectiva continuista de la historia de las ciencias cuando Walter refiere el modelo mecánico cuántico como el “último escalón”. Aunque se valore la importancia de estudiar la historia de los modelos atómicos, esta se sustenta en ideas sobre la “verdad” y la “ciencia real” en determinados periodos de tiempo, lo que parece ubicar a Walter en una postura realista frente al modelo del átomo, sin considerar las construcciones abstractas y matemáticas allí involucradas. A pesar de reconocer las diferencias de anteriores modelos con respecto al actual, no hay explicaciones sobre dichas diferencias que pudieran dar cuenta de reflexiones epistemológicas cercanas a la naturaleza de dichos conocimientos.

**Referentes psicológicos y de educación en ciencias.** Walter alude a las teorías de ‘Cambio Conceptual’ y ‘Campos Conceptuales’ (véase 3 y 4 tabla 27) desde un reconocimiento de sus potencialidades; sin embargo, no indica asuntos de orden metodológico o supuestos teóricos en la perspectiva de una tendencia de enseñanza fundamentada en dichas teorías. Asimismo, en el mapa conceptual de la figura 11, Walter no expresa conceptos y relaciones de significado vinculadas con la adopción de referentes teóricos que fundamenten la enseñanza de conceptos científicos, solo alude de forma general al “desarrollo de temáticas”. Lo que nos podría indicar una posible correlación con la enunciación de los modelos atómicos tal como se presentan en los libros de texto, es decir, estos resuelven el problema de cómo se debe enseñar.

### 5.2.1.2. Planteamiento de la organización de la enseñanza

En la tabla 28 se presenta la clasificación de los datos respecto de la categoría planteamiento de la organización de la enseñanza. Desarrollamos esta categoría presentando el contenido de los datos relacionados con las subcategorías: estructura de la planificación, metodología y evaluación de los aprendizajes.

**Tabla 28.** Información textual aportada por Walter en las respuestas al cuestionario, presentada según la categoría: planteamiento de la organización de la enseñanza. Contexto de formación universitaria

<b>PLANTEAMIENTO DE LA ORGANIZACIÓN DE LA ENSEÑANZA</b>
<b>FUENTE: CUESTIONARIO</b>
<p>Estructura de la planificación</p> <p>5. “Para enseñar el tema de los carbohidratos, yo tenía destinado un total de 10 horas, de 60 minutos cada una; en este transcurso de tiempo se tenían que ver los siguientes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Definición de carbohidratos.</li><li>- Clasificación de los carbohidratos.</li><li>- ¿Qué es la glucosa?</li><li>- Formación de polímeros a partir de la glucosa.</li><li>- ATP o hidrólisis de ATP</li><li>- Papel que juega el ATP en la fosforilación de la glucosa.</li></ul> <p>En la planeación también está previsto hacer un polímero” (Laboratorio de fermentación de azúcar). [Respuesta a la pregunta 7]</p>
<p>Metodología</p> <p>6. “El principal problema a la hora de enseñar un concepto a mis estudiantes es la carencia de prerrequisitos, no solo del área de Ciencias Naturales, sino también de Ciencias Exactas como por ejemplo la Matemática. Otro problema es la abstracción y complejidad de los temas. Y otro problema es la concepción errónea que pueden presentar los estudiantes de cursos anteriores”. [Respuesta a la pregunta 3]</p> <p>7. “Primero que todo debe saber una parte mínima de historia del concepto a trabajar, luego cuando entre a desarrollar el concepto debe tener en cuenta estrategias para conocer saberes previos de los estudiantes y por último debe conocer sobre el concepto (dominarlo)”. [Respuesta a la pregunta 4]</p> <p>8. “Analizar las falencias y ventajas de mi grupo, luego motivarlos hacia el aprendizaje, tomando ejemplos sobre lo que a ellos les guste o les llame su atención. Desarrollando los conceptos y reforzándolos con medios que a ellos los atrae, como applets, u otras aplicaciones tecnológicas y con trabajo de experimentación en los laboratorios, si hay acceso”. [Respuesta a la pregunta 5]</p>
<p>Evaluación de los aprendizajes</p> <p>9. (...) “Además saber la manera cómo va a evaluar los alcances de su explicación”. [Respuesta a la pregunta 4]</p> <p>10. (...) “Y, por qué no, hacer un poco de motivación cuantitativa”. [Respuesta a la pregunta 5].</p>

**Estructura de la planificación.** Con respecto al plan de enseñanza, Walter (véase 5 de la tabla 28) prioriza el tiempo de duración, el listado de temas y la inclusión de experiencias de laboratorio. Esto se corresponde con esbozos de un plan básicamente

centrado en la disciplina científica, donde predominan los contenidos conceptuales. Creemos que se trata de consideraciones usuales en tendencias de enseñanza por transmisión de conocimientos, apoyadas en gran medida en libros de texto. Afirmación que se sustenta en la ausencia de aspectos relacionados con la metodología o la evaluación de aprendizajes.

**Metodología.** En 6 (véase tabla 28) se describen problemas que se pueden presentar al abordar un proceso de enseñanza de un concepto científico: la carencia de prerrequisitos de conocimientos en los estudiantes, la abstracción y la complejidad de los temas y las concepciones previas erróneas de los estudiantes. Frente a esto, Walter anticipa en 7 una acción: “tener en cuenta estrategias para conocer saberes previos de los estudiantes” y en 8, dice: “analizar las falencias y ventajas del grupo”. El hecho de tener en cuenta saberes previos y realizar análisis iniciales de los grupos de estudiantes acerca a Walter a tendencias de enseñanza y aprendizaje de tipo constructivista; sin embargo, no trasciende la etapa inicial, es decir, no avanza hacia la propuesta de un proceso metodológico didáctico coherente con esta perspectiva de construcción del conocimiento sino que parece orientarse en sus propias creencias e intuiciones. Decimos esto porque Walter menciona estrategias más puntuales como el uso de applets, aplicaciones tecnológicas y trabajo de experimentación en el laboratorio, para motivar a los estudiantes con medios que les llamen la atención; así lo expresa en el enunciado 8 de la misma tabla.

En el mapa conceptual (figura 11), Walter explicita la enseñanza de conceptos científicos como un “proceso educativo” que presenta etapas tanto para los estudiantes (conocer los temas a trabajar), como para el docente (plantear ejemplos cotidianos); ambos se dirigen al desarrollo de las temáticas, aunque no es clara dicha relación, puesto que no aparecen conectores. El mapa conceptual presenta muy pocos conceptos y algunas relaciones entre ellos carecen de significado; no explicita otros conceptos relacionados con el aprendizaje, como construcción de conceptos, secuencias didácticas o acciones metodológicas de mediación en el aula. Cabe señalar la connotación de conceptos científicos como “temas a trabajar”, coherente con el enunciado 5, tabla 28: “[...] ver los siguientes temas”, y con la idea de prerrequisitos expresada en 6 de la

misma tabla. Interpretamos una postura tradicional frente a la enseñanza de conceptos científicos, donde predomina la idea de los contenidos –temáticas– y el desarrollo de ejemplos –ejercicios–. El mapa también expresa el concepto de evaluación, al que nos referiremos a continuación.

**Evaluación de los aprendizajes.** El mapa conceptual de la figura 11 presenta, en el lado derecho, el concepto de evaluación y sus etapas. Dicho concepto está relacionado con “desarrollo de temáticas”, que a su vez está vinculado con “evaluación”, formando un ciclo: la evaluación se basa en “talleres y evaluaciones escritas”, cuyos resultados son socializados, y de ahí regresa al desarrollo de las temáticas con una línea que indica un doble sentido. La evaluación, desde estas consideraciones, aporta información en el desarrollo del proceso. Según el mapa conceptual, la enseñanza de conceptos científicos está centrada en el docente, a través del desarrollo de temáticas –transmisión– y de la evaluación; si bien Walter incluye a los estudiantes, parece que el único rol que les asigna es el de conocer las temáticas.

Por otro lado (véase 9 de la tabla 28), Walter presenta la evaluación como uno de los conocimientos básicos que debe dominar el profesor; sin embargo, dicho concepto lo expresa en términos del “alcance de su explicación”. De esta forma, reitera la prioridad que le da al docente, con expresiones como ‘desarrollo de temáticas’, ‘realización de ejemplos’ y ‘explicación’. Al final (véase 10 de la tabla 28), expresa: “por qué no hacer un poco de motivación cuantitativa”, idea que relacionamos con la asignación de calificaciones como estímulo, lo que muestra rasgos conductistas.

De acuerdo con la interpretación de las unidades de registro o enunciados, clasificados según el sistema de categorías, y en la representación del mapa conceptual (figura 11), inferimos elementos de un posible esquema para enseñar conceptos científicos, como una síntesis de las reiteraciones halladas en lo que Walter declara, la cual presentamos en la tabla 29.

**Tabla 29.** Síntesis de los datos más representativos, aportados por el maestro en formación Walter, clasificados en términos de la Teoría de los Campos Conceptuales. Contexto de formación universitaria.

<b>SÍNTESIS DE LO EXPRESADO POR WALTER</b>	
<b>ANTICIPACIONES</b> (problemas, metas, objetivos, efectos)	<p>En el momento de enseñar un concepto científico resultan ser problemas: la carencia de prerrequisitos y concepciones erróneas que posean los estudiantes.</p> <p>Desarrollar el concepto y reforzarlo con el uso de medios que les llame la atención a los estudiantes [Meta].</p> <p>Analizar las falencias y ventajas del grupo [objetivo].</p> <p>El uso de applets, aplicaciones tecnológicas y trabajo de experimentación en el laboratorio pueden ayudar a motivar al estudiante hacia el aprendizaje.</p>
<b>CONCEPTOS</b>	<p>Enseñanza de conceptos científicos relacionada con: historia de los modelos, visión de ciencia realista, plan, prerrequisitos, temáticas, explicación, motivación, evaluación.</p>
<b>RELACIONES ENTRE CONCEPTOS</b> (Proposiciones)	<p>La historia de los modelos atómicos muestra períodos de tiempo en los cuales fueron ciencia real.</p> <p>La historia de los modelos atómicos se debe estudiar a fondo.</p> <p>Un plan básicamente contiene las temáticas, la duración prevista y las experiencias de laboratorio.</p> <p>La carencia de conocimientos prerrequisitos en los estudiantes es un problema a la hora de enseñar un concepto.</p> <p>El profesor explica y desarrolla las temáticas.</p> <p>Los estudiantes se motivan por el aprendizaje con medios que les llamen la atención y les gusten.</p> <p>La evaluación le revela al maestro los alcances de su explicación.</p> <p>Para evaluar se utilizan talleres y pruebas escritas.</p>
<b>REGLAS DE ACCIÓN</b>	<p>La enseñanza de conceptos científicos implica:</p> <p>Analizar las falencias y ventajas del grupo de estudiantes</p> <p>Motivar hacia el aprendizaje, tomando ejemplos sobre lo que le guste o le llame la atención al estudiante.</p> <p>Desarrollar las temáticas.</p> <p>Reforzar la motivación con medios que atraigan a los alumnos, como applets u otras aplicaciones tecnológicas.</p> <p>Realizar trabajo de experimentación en los laboratorios.</p> <p>Hacer un poco de motivación cuantitativa (calificación).</p>
<b>INFERENCIAS</b>	<p>Los prerrequisitos de conocimiento inciden en gran medida en la enseñanza de un concepto científico.</p>

En resumen, creemos que Walter prevé una enseñanza de conceptos científicos siguiendo un orden lógico disciplinar; por eso anticipa problemas relacionados con ausencias y falencias en el nivel de conocimientos o prerrequisitos de sus estudiantes. En coherencia con sus anticipaciones, encuentra factible presentar la historia de los modelos, desde su visión de explicación válida en determinados momentos de la historia, y con predominio de actividades y medios que capten la atención de los estudiantes. En su plan de enseñanza, Walter hace énfasis en los contenidos conceptuales, y en menor medida en lo procedimental, al referirse con cierta exclusividad a lo experimental. La evaluación la relaciona con alcances de las explicaciones del docente, destacando también la estrecha relación que establece entre enseñanza y “explicación”. Inferimos que subyacen como elementos de esquemas: conceptos y proposiciones orientados a valorar el desarrollo de las temáticas. Asimismo, encontramos conexión entre dichos elementos y las acciones que propone, como tener en cuenta estrategias para conocer saberes previos, falencias y ventajas del grupo de estudiantes, así como motivar a los estudiantes con ejemplos o medios que sean de su agrado. Lo anterior se corresponde con una tendencia de enseñanza de conceptos científicos basada en la transmisión de conocimientos, en un orden prefijado

A continuación pasamos a analizar a Walter en el contexto de su práctica como docente.

### **5.2.2. Contexto de práctica en un establecimiento educativo**

Presentamos los análisis y la interpretación de las unidades de registro o enunciados provenientes del contexto ‘establecimiento educativo de práctica’, clasificados en las categorías: “acción en el aula” y “autoevaluación de la enseñanza”.

#### **5.2.2.1. Acción en el aula**

Recordamos que esta categoría se ha desglosado en las subcategorías: metodología de enseñanza y evaluación de aprendizajes. Presentamos en ellas la información textual extraída de las fuentes de datos que ilustran los análisis e

interpretaciones, resaltando en negrilla las palabras o frases que consideramos orientan el significado que inferimos. Estos registros se muestran en las tablas 30, 31 y 32, organizados según el instrumento, la fuente o la unidad de contexto, y las categorías y subcategorías mencionadas.

**Tabla 30.** Información extraída del ‘plan de enseñanza y diario’, según la categoría acción en el aula y subcategoría metodología de enseñanza. Contexto de práctica en un establecimiento educativo. Caso Walter

<p>CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA Subcategoría: Metodología de enseñanza</p>	
<p><b>PLAN DE ENSEÑANZA</b></p>	<p>6-04-2010 ¿Qué es una onda? Perturbación que viaja a través del espacio o de un medio elástico, transportando energía sin que haya desplazamiento de materia.</p>
<p><b>DIARIO</b></p>	<p>Actividades y procedimientos Diario 5-04-2010 Se inicia el segundo periodo académico donde se dio a conocer la unidad didáctica [...] “mundo de las ondas correspondiente al núcleo de Física”. Las estudiantes expresaron el temor y la pereza que les genera dicha rama de las ciencias [...] Actividades: Lectura y serie de preguntas. [...] además se realizó un taller en grupos para introducir la teoría ondulatoria que consistió en una lectura y posterior respuesta a las preguntas contenidas en la misma. Diario 6-04-2010 Se definió el concepto de ondas, los tipos, además el concepto de medios elásticos para explicar la manera de la propagación. Bibliografía: Investiguemos 7° Diario 08-04- 2010 Se realiza la demostración del concepto de que las ondas no trasportan materia sino energía. Se tomó un recipiente de cristal con agua y se le agregó un corcho, se le indujo una onda, lanzando un trozo de tiza y se marcó el lugar donde estaba el corcho inicialmente. El corcho en un solo intento solo se desplazó hacia arriba y hacia abajo demostrando así que las ondas no transportan materia sino energía. En los otros intentos el corcho se desplazaba, lo que contradecía la teoría. Bibliografía: Física y Química. Cuarta edición. Editex (España). Diario 9-04- 2010 Se reconocieron los elementos de las ondas, además se dieron algunas relaciones matemáticas entre los mismos, las estudiantes manifestaban dificultad para aprender las fórmulas, yo les dije que mas importante que las aprendieran era que las interpretaran. Diario 12-04- 2010 Se definió la velocidad de propagación de una onda en un medio elástico y con ella las fórmulas matemáticas que la relacionan con las demás características de las ondas. Diario 13-04- 2010 Se realiza la primera serie de ejercicios explicados por el docente donde no realizan despejes de ecuaciones sino que se reemplazan valores</p>

	<p>Bibliografía: Física 11°. Santillana.  Diario 15-04- 2010  Se realizó la primera serie de ejercicios, esta vez con mayor grado de dificultad y con despeje de ecuaciones, además enfatizando la simbología biológica.</p> <p>Bibliografía: Física 11°. Santillana.  Diario 16-04-2010  Se realizó otra tanda más de ejercicios, ya que varias estudiantes estaban enredadas y no asimilaban fácilmente los ejercicios; esta vez, a los ejercicios se les agregó un poco más de dificultad cuando se les daba longitudes de onda en centímetros para pasar a metros.</p> <p>Bibliografía: Física 11°. Santillana.  Diario 19-04- 2010  Después de la extensa jornada de ejercicios durante la semana anterior, hoy se llevaron [de tarea] dos ejercicios en los cuales se deben extraer los datos de un gráfico.  En la segunda parte de la clase, se definieron las propiedades de las ondas: reflexión y refracción, incluso hasta difracción.</p> <p>Bibliografía: Física y Química. Cuarta edición, Editex. España.  Diario 27-04- 2010  Se definió el concepto de foco, de ondas originales y onda resultante</p> <p>Bibliografía: Física y Química. Cuarta edición: Editex.  Investiguemos 7°. Editorial Voluntad.  Diario 6-05-2010  Las estudiantes, en grupos, sacaron del libro de Santillana de 11° un mapa de ideas sobre el proceso de audición.  Diario 7-05-2010  Descripción: se explicó a fondo el proceso de la audición desde que la onda sonora entra por el pabellón hasta que llega al cerebro en forma de impulso nervioso. Las estudiantes preguntan: ¿por qué tanta cosa en tan poco tiempo, si nosotras no evidenciamos que ocurra?</p>
	<p>Uso de referencias  Bibliografía: Investiguemos 7°. Editorial Voluntad; Física y Química. Cuarta edición. Editex (España); Física 11°. Santillana.</p>
	<p>Uso de recursos  Tablero, marcadores e implementos de laboratorio para prácticas de ondas.</p>

**Tabla 31.** Información extraída de la ‘transcripción de una clase y entrevista’, según la categoría acción en el aula y subcategoría metodología de enseñanza. Contexto de práctica en un establecimiento educativo. Caso Walter

<b>CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA</b> <b>Subcategoría: Metodología de enseñanza</b>	
<b>TRANSCRIPCIÓN DE CLASE</b>	<p>Actividades y procedimientos Clase 16 -04-2010 Walter: [...] recordemos que una onda es una perturbación que viaja a través de un espacio o medio elástico transportando energía sin que haya desplazamiento de materia. La frecuencia es el número de veces que se repite la onda. Ejemplos de ondas es cuando lanzamos una piedra al agua, allí se genera una onda que podemos observar [dibuja un esquema de onda en el tablero], ¡niñas!, la amplitud corresponde a la distancia vertical entre una cresta y el punto medio de la onda [señala en el dibujo]. Se llama periodo el tiempo que tarda la onda en ir de este punto de máxima amplitud al siguiente. La velocidad de propagación es la velocidad a la que se propaga la onda, ya habíamos trabajado las fórmulas que relacionan las características de las ondas. Vamos a realizar algunos ejercicios, donde deben hacer conversión de unidades para la longitud de onda.</p>
	<p>Uso de referencias Diario 16-04-2010 Bibliografía: Física 11°. Santillana.</p>
	<p>Uso de recursos Tablero, tiza y libro de texto</p>
<b>ENTREVISTA</b>	<p>Actividades y procedimientos 37. Profesora: ¿Qué y cómo ha hecho para enseñar los modelos atómicos y, específicamente, el modelo atómico cuántico? 39. Walter: Lo que he hecho en los colegios donde yo he trabajado y en el centro de prácticas, ha sido también enseñar, como lo dice Antonio, los modelos atómicos tradicionales. En cuanto a los otros modelos, ellos tienen muy claro el modelo de Dalton y el de Thomson. ¿Cómo hemos hecho nosotros esto? Yo me he ingeniado unos carteles donde hago un paralelo de los dos, Dalton y Thomson, y les ha quedado muy claro. ¿Dónde empieza la dificultad? De ahí en adelante, cuando empiezan a aparecer las órbitas, las subpartículas del átomo como tal. En cuanto al modelo atómico mecánico cuántico, como decía Antonio, lo que hemos hecho es un híbrido entre el modelo de Thomson, entre el modelo de Rutherford y lo hemos complementado con los números cuánticos. 43. Walter: [...] he trabajado saberes previos, pues de manera muy general, yo solamente les pregunté, bueno ¿del modelo atómico de Demócrito qué saben? ¿Del modelo atómico de Dalton qué saben? ¿Del de Thompson qué saben? Como les dije ahora, nos da hasta Thompson perfecto, pero de ahí en adelante nos empiezan a mostrar sus carencias. 46. Profesora: ¿Cómo realizas los planes de clase? 47. Walter: Nosotros trabajamos con, entre comillas, unidades didácticas; pero es un formato de qué temas se van a trabajar, de qué fecha a qué fecha, y planeamos por semanas. Se dice, por ejemplo, voy a dictar este tema, voy a hacer un taller y una evaluación, pero lo que pasa es que en el colegio no tenemos el concepto de unidad didáctica como nos lo han enseñado acá en la Universidad, para ellos unidad didáctica es un formato, un formato en el cual se consigna todo lo que acabo de decir, pero acá en la Universidad nos enseñan que es una unidad por tema, allá sólo nos piden especificar qué se va a dar durante todo el periodo, cuantas horas e incluso tener en cuenta los días que se</p>

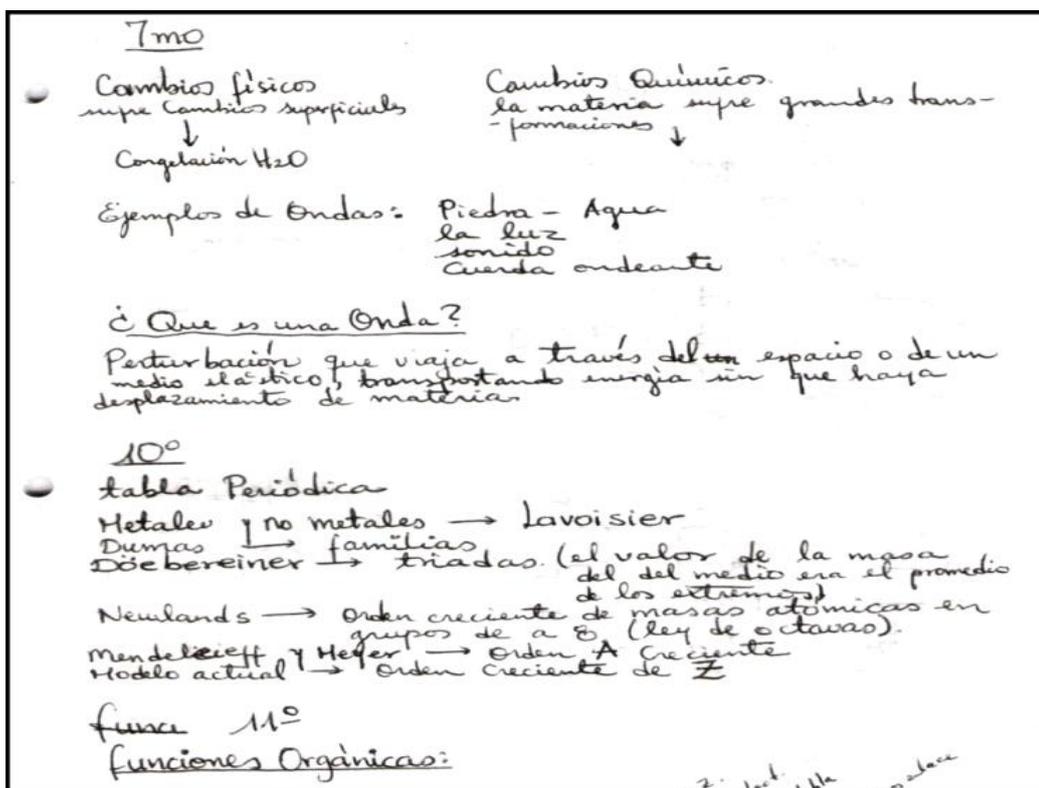
	<p>pierden, festivos o actividades institucionales. De todas maneras, a mí me parece que nosotros debemos comenzar a planear de una manera distinta porque nosotros vamos a trabajar un tema que es un poco complejo, pues es muy específico, lo que vamos a tener que hacer es llegar a un acuerdo con las directivas del colegio, porque eso se va a salir totalmente de los parámetros que ellos manejan.</p>
	<p>Uso de referencias 40. Profesora: ¿En qué teoría didáctica se fundamentan? 42. Walter: Yo, en cambio, sí trabajo mucho [con el método] tradicional, porque me parece pues que esta parte de estos conceptos –muy buena parte– hay que trabajarlos con la tiza y el tablero y me he inclinado mucho por la parte visual, mostrarles cosas a los estudiantes, diapositivas, vídeos, porque es complemento, porque ayuda mucho, no es que con eso vayan a comprender los modelos atómicos, de principio a fin, pero con eso se colabora mucho. Entonces yo más bien me colocaría entre un modelo tradicional y un modelo trabajando mucho las TIC (Tecnologías de la información y la comunicación). 52. Profesora: ¿A qué fuentes Bibliográficas han recurrido para la enseñanza de los modelos atómicos? 53. Walter: Bueno, yo por mi parte he trabajado mucho con la bibliografía universitaria, la “Química la ciencia central”, también he trabajado con “Química General” de Jairo Restrepo Merino que es la actualización de “Hola Química”, he trabajado con los libros que hay en el bibliobanco del colegio que son los de Santillana, que por cierto tienen una serie de errores y he trabajado mucho la parte de cibergrafía, mucha biografía de internet, pero de muy buena credibilidad; yo trabajo mucho con los que son recomendados por el Ministerio de Educación en su página, por ejemplo “Al pizarrón”.</p>
	<p>Uso de recursos Tablero, tiza, carteles e internet.</p>

**Metodología de enseñanza.** Walter expresa, en el enunciado 47 de la entrevista (tabla 31), que se acoge a un formato institucional para realizar sus planes de clase. Entre los aspectos que incluye se encuentran los contenidos, los tiempos previstos para su enseñanza y las actividades. En la misma respuesta, se hallan indicios de una metodología centrada en el docente, en la cual se privilegia la actividad de transmisión; él utiliza expresiones como: “voy a dictar este tema, voy a hacer un taller y una evaluación”. Más adelante, reconoce que el formato dista del concepto de unidad didáctica discutido en los cursos de la universidad. Sin embargo, él se acomoda a la norma institucional.

Además del formato para la planificación de la enseñanza, este maestro en formación usa en su práctica un cuaderno auxiliar de apuntes. Al hacer una lectura de este documento, encontramos que el interés de Walter se dirige hacia los contenidos; no indica finalidades educativas, tampoco actividades de enseñanza ni de evaluación, escribe el tema a tratar, el grado de escolaridad, resúmenes, copias de definiciones de

términos, esquemas gráficos, dibujos, desarrollos de ejercicios modelos y otros para proponer a los estudiantes. Subyace en este documento un rol fundamental del docente como transmisor de esta información, característico de propuestas de enseñanza de conceptos científicos de corte tradicional. Ilustramos en la figura 12 un pequeño fragmento.

**Figura 12.** Fragmento del cuaderno auxiliar de preparación de clases de Walter



- Actividades y procedimientos. En los textos escritos extraídos de su diario (tabla 30), también hallamos alusiones donde se privilegian las acciones del docente; por ejemplo, en los diarios 6-04-2010, 9-04-2010, 27-04-2010 y 7-05-2010, Walter refiere, de manera reiterada, la definición y explicación de conceptos; en el diario 08-04-2010, agrega ideas frente a la demostración de conceptos; en el diario del 9-04-2010, hace una llamada a la importancia de la interpretación de las fórmulas; sin embargo, no presenta alternativas didácticas para que sus estudiantes logren dicha interpretación. En los diarios 12-04-2010, 13-04-2010, 15-04-2010, 16-04-2010 y 19-04-2010, narra la realización de series de ejercicios sobre el tema de ondas,

algunos desarrollados por el docente y otros por los estudiantes. Dichos ejercicios involucraron acciones, desde reemplazar valores de variables hasta procedimientos para despejar ecuaciones, enfatizando en los símbolos de las variables.

En menor medida, hallamos en los diarios alusiones a eventos que demandan mayor participación de los estudiantes; entre ellos el del día 5-04-2010, que se refiere a un taller en grupos, o el del día 6-05-2010, en donde expresa: “las estudiantes en grupos sacarían del libro de Santillana de 11° un mapa de ideas sobre el proceso de la audición”.

Como resumen de lo expresado en los diarios, creemos que el maestro en formación relaciona la enseñanza de conceptos científicos con: la definición de conceptos, el establecimiento de relaciones matemáticas, la realización de ejercicios con cálculos matemáticos que involucran ecuaciones y prácticas para despejar variables y con la explicación de los temas. En la transcripción de la clase del 16-04-2010, nuevamente hallamos rasgos de una enseñanza de conceptos científicos centrada en la explicación de definiciones, esta vez sobre el concepto de onda, partes de una onda, frecuencia, velocidad de propagación y amplitud. Walter escribe en el tablero, realiza dibujos, interactúa con los estudiantes mediante preguntas que él mismo formula y plantea ejercicios demostrativos.

Respecto a la enseñanza de modelos atómicos y fundamentos del modelo atómico cuántico, en el enunciado 39 de la entrevista (tabla 31), Walter reitera la transmisión de la información mediante carteles. A nuestro parecer, el maestro en formación no trasciende las perspectivas didácticas que se muestran en los libros de texto, es decir, presenta los modelos con sus postulados básicos y limitaciones, y los plantea en paralelo, con el interés de compararlos. También se perciben dificultades en la comprensión y construcción de una propuesta didáctica, ya que expresa que ha hecho un “híbrido” entre algunos modelos y, en particular, con los fundamentos del modelo cuántico, donde se confunden conceptos de la física clásica con la física cuántica.

- Uso de referencias teóricas. En lo que concierne a las referencias teóricas utilizadas en el aula, en el cuaderno auxiliar mencionado (figura 12) no hay alusiones a fuentes teóricas consultadas. En el diario, se encuentran reportes de textos escolares de los grados donde ejerce la docencia, tales como: “Física y Química 7°, Física 11° editorial Santillana, Investiguemos 7° de editorial Voluntad”. En la entrevista, cuando se le pregunta por las fuentes bibliográficas de consulta (enunciado 53), este maestro en formación menciona bibliografías de contenido disciplinar, tanto de nivel universitario como de la educación media; además, menciona que recurre a cibergrafía recomendada. Sin embargo, no refiere fuentes bibliográficas del ámbito histórico y epistemológico de las ciencias.

Con respecto al uso de referencias del ámbito psicológico o de estudios en educación en ciencias, solo dice en el enunciado 43 de la entrevista que ha trabajado saberes previos, de manera muy general, pues solamente pregunta a sus estudiantes sobre lo que saben del modelo atómico de Dalton, o del de Thompson. Es decir, cuando alude a saberes previos parece que se apropiara de propuestas constructivistas; sin embargo, él mismo reconoce que, en la práctica, la acción de indagación de saberes previos no obedece a diseños o procesos de sistematización de esta información. En general, se observa que el uso de referencias teóricas son del ámbito disciplinar, pero abordadas desde la propuesta didáctica de un libro de texto.

- Uso de recursos. Los recursos o medios básicos que Walter utiliza para abordar la enseñanza de conceptos científicos (datos reportados en tabla 30) son libros de texto, tablero y tiza; el maestro en formación también se refiere al uso de las TIC, aunque no nos quedó claro cuál es la frecuencia de este uso, pues en los otros instrumentos de recogida de información no fue evidente.

A continuación nos referiremos a la descripción e interpretación de los enunciados que aluden a la evaluación de los aprendizajes (tabla 32).

**Tabla 32.** Información aportada por las fuentes respecto de la categoría: acción en el aula y subcategoría: evaluación de los aprendizajes. Contexto de práctica en un establecimiento educativo

<b>CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA</b> <b>Subcategoría: Evaluación de los aprendizajes</b>	
<b>PLAN DE ENSEÑANZA</b>	No se explicita.
<b>DIARIO</b>	<p>Diario 22 -04- 2010 Se realizó prueba escrita sobre la teoría ondulatoria, posteriormente se les dejó como compromiso a realizar en su cuaderno los ejercicios del examen.</p> <p>Diario 26-04- 2010 Se revisó y entregó la prueba a las estudiantes, se les asignó un taller para reforzar el tema.</p> <p>Diario 11-05-2010 Se realizaron ejercicios donde se confrontó la teoría ondulatoria con el sonido, estos ejercicios incluyeron manejo de ecuaciones de onda, la voz, notas musicales, etc.</p>
<b>TRANSCRIPCIÓN DE CLASE</b>	<p>22-04-2010 4. Walter: Vamos a realizar un quiz de 6 puntos: calcular la frecuencia y el período para los siguientes ejercicios. Van a responder de manera individual.</p>
<b>ENTREVISTA</b>	<p>43. Profesora: ¿De qué manera se evalúan los modelos atómicos?</p> <p>45. Walter: por mi parte, he trabajado mucho, me gusta trabajar los modelos atómicos en la construcción de cuadros comparativos, porque es que de todas maneras hay modelos que tiene mucho en común, entonces a mí me parece que una buena forma de explicar esos modelos es una realización de cuadros comparativos; también se ha trabajado las preguntas tipo ICFES, que ese es el “boom” de ahora, donde aparece el modelo y yo les pregunto; por ejemplo, una la pregunta que hice en el primer período a un grupo fue: el siguiente gráfico corresponde al modelo: a. Thomson, b. Rutherford. También se han trabajado las exposiciones.</p> <p>50. Walter: Nosotros también la primera semana, antes de empezar cualquier periodo, tenemos que hacer la actividad de difusión de unidad didáctica, como llamamos en el colegio, debemos hablar de los temas a trabajar, unos criterios de autoevaluación, hablar de qué actividades voy a hacer en el transcurso del periodo, sean consultas, sean talleres, sean evaluaciones y otros; también se debe hablar del porcentaje de la prueba acumulativa que en nuestro caso es el 20%, y todas las otras actividades valen un 75%, y el 5% que está a cargo de ellos, es la autoevaluación. La coevaluación la hacemos allá nosotros entre pares, escogemos un grupo de estudiantes, y cada uno dice qué nota merece el compañero, de acuerdo a la actitud en clase. En la parte de sustento de la unidad didáctica la vamos llevando en un formato que se llama PF2, que es un formato donde uno consigna los logros y la nota que se merecen los estudiantes. Las reglas de juego se muestran al principio de cada periodo.</p>

**Evaluación de los aprendizajes.** Respecto de esta subcategoría, en los diarios del 22-04-2010 y del 26-04-2010, se señala como actividad evaluativa las pruebas escritas y la realización de talleres para apoyar el aprendizaje del tema. En la ‘observación de clase’ de la misma fecha, este maestro en formación plantea una evaluación escrita

individual con seis ejercicios de movimiento ondulatorio, donde se le asignan valores a unas variables y los estudiantes deben hallar la frecuencia y el periodo. También en el diario 11-05-2010, se refiere a la realización de series de ejercicios para practicar procedimientos y evaluar. En relación con la evaluación de los aprendizajes, Walter privilegia las pruebas escritas individuales, donde plantea las preguntas y ejercicios similares a los trabajados en las clases.

En el enunciado 45 de la entrevista (tabla 32), el maestro en formación expresa que ha utilizado en la evaluación de modelos atómicos: la elaboración de cuadros comparativos, el trabajo con preguntas tipo ICFES y las socializaciones; pero en el ejemplo de formas de preguntar, no trasciende las respuestas memorísticas. Asimismo, en el enunciado 50, se refiere a los diversos tipos de evaluación que utiliza, según los sujetos que intervienen, como son la heteroevaluación, coevaluación y autoevaluación; también señala la asignación de porcentajes para las actividades evaluativas, la exigencia de informar a los estudiantes sobre los temas a tratar, los criterios de autoevaluación y las actividades evaluativas; todo ello responde a directrices institucionales que así se lo demandan, como él mismo lo declara en la entrevista.

#### **5.2.2.2. Autoevaluación de la práctica de enseñanza**

Continuaremos con la descripción e interpretación de los registros (tabla 33), que aluden al análisis que el propio maestro en formación hace respecto de su práctica, clasificados en la categoría: autoevaluación de la práctica.

**Tabla 33.** Información aportada por las fuentes respecto de la categoría: autoevaluación de la enseñanza. Contexto de práctica en un establecimiento educativo. Caso Walter

<b>CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN DE LA ENSEÑANZA</b> <b>FUENTE: DIARIO</b>
<p>Diario 05-04- 2010</p> <p>Las estudiantes de grados superiores contagian la fobia a la física a estudiantes de grados menores, ya que malas experiencias son proclamadas y difundidas.</p> <p>Las estudiantes, según resultados de la lectura, presentan muy mala comprensión lectora, ya que creen que las respuestas se encuentran directamente en el texto y no que son producidas por el análisis literario.</p> <p>Voy a desarrollar los temas tratando de motivar e incentivar el agrado por la física, además colocar más lecturas para ejercitar la comprensión lectora.</p> <p>Diario 06-04-2010</p> <p>Tuvieron una gran dificultad para entender lo que era un medio elástico.</p> <p>Explicar un tema sin prerrequisitos de grados anteriores es sumamente difícil, ya que las estudiantes no tienen claro lo que es el movimiento de partículas para poder definir medio elástico. Pienso que cuando hay tantas personas que no entienden una simple ecuación dándoles las fórmulas es porque no he explicado bien (aunque no lo creo) o esas estudiantes están apáticas por el tema/profesor.</p> <p>Diario 09-04-2010</p> <p>No solo de las matemáticas es la física, también se debe tener en cuenta el fenómeno como tal y luego de entendido aplicar fórmulas.</p> <p>Diario 12-04-2010</p> <p>[...] Interactuar con los estudiantes también me enriquece no solo académicamente sino también como persona.</p> <p>Diario 15-04-2010</p> <p>[...] algunas estudiantes maduran a diario y hasta comparan resultados, otras pasan desapercibidas y manifiestan “no aprender nada”, pienso más bien [que] no prestan atención.</p> <p>19-04-2010</p> <p>[...] pienso que las estudiantes, por lo menos la mayoría, son un poco más maduras en cuanto a la solución de este tipo de ejercicios y que también analizan resultados físicamente. Unas pocas no tienen actitud con la clase.</p> <p>Diario 26-04-2010</p> <p>Las estudiantes no manejan unidades de longitud de ondas. 10 m lo expresan como 10, no se evidencia realización del ejercicio, sino solamente respuestas, queda la duda si cada una lo realizó verdaderamente o lo copió. Se habla con ellas sobre estas dos falencias y se les invita a mejorar.</p> <p>Diario 27-04- 2010</p> <p>Estos temas son de manejo casi diario por parte de los estudiantes; es decir, los viven a diario y ahora los definen. Como se les dan ejemplos de su entorno, la clase se dictó mucho mejor.</p> <p>Diario 07-05-2010</p> <p>Las estudiantes creen que solo existen unidades de tiempo.</p> <p>Diario 11-05-2010</p> <p>El gran problema de los estudiantes definitivamente es la parte conceptual de la física y, agregándole a este, el problema conceptual de las ecuaciones matemáticas que se ven reflejados en la mala interpretación y trabajos de ejercicios.</p>

Como podemos ver, la mayoría de las reflexiones pedagógicas escritas por Walter en su diario hacen referencia a circunstancias particulares de los estudiantes, expresando sus dificultades de aprendizaje y avances, sin apenas trascender la búsqueda de explicaciones en su propia práctica. Algunas de las justificaciones que da Walter sobre

el fracaso de los estudiantes son: influencia negativa que ejercen los alumnos mayores provocando desinterés hacia la asignatura, dificultades en la comprensión lectora de las estudiantes, dificultades en la comprensión del tema y en la resolución de ejercicios, falta de prerrequisitos de los grados anteriores, apatía de los alumnos hacia el tema o hacia el profesor, bajo nivel de atención de los estudiantes. Podemos inferir que Walter responsabiliza a los estudiantes de las dificultades de aprendizaje y, por tanto, los avances en aprendizajes los analiza como cambios en la madurez de los estudiantes (15-04-2010). No obstante, se debe reconocer que también alude a que tal vez los malos resultados del aprendizaje se deban a malas explicaciones del profesor: “[...] si hay tantas personas que no entienden una simple ecuación dándoles las fórmulas es porque no he explicado bien (aunque no lo creo) o esos estudiantes están apáticos por el tema o el profesor”.

Con menor frecuencia, Walter hace alusión al reconocimiento de sus fallas y posibles acciones de mejora, entre ellas: “planear mejor las guías y prácticas de laboratorio por dificultades en su desarrollo” (08-04-2010); “motivar e incentivar el agrado por la física y colocar más lecturas para mejorar la comprensión lectora” (05 -04-2010). Dichas acciones no trascienden las actividades puntuales, es decir, no se plantean estrategias de enseñanza articuladas entre ellas con un fin didáctico. Un aspecto positivo de su reflexión es la valoración que hace sobre su enriquecimiento personal cuando interacciona con sus estudiantes en el aula (12-04-2010). En el diario 06-04-2010, parece inferir sobre el proceso de enseñanza lo siguiente: “explicar un tema sin prerrequisitos de grados anteriores es sumamente difícil, ya que las estudiantes no tiene claro lo que es el movimiento de partículas”. El día 9-04-2010, escribe: “no solo de matemáticas es la física, también se debe tener en cuenta el fenómeno como tal y luego de entendido aplicar fórmulas”.

Para finalizar, presentamos en la tabla 34 elementos del esquema que activa Walter en su práctica de aula para enseñar conceptos científicos, inferido con base en la interpretación de los registros anteriormente discutidos.

**Tabla 34.** Elementos del ESQUEMA activado por Walter para enseñar conceptos científicos. Contexto de práctica en un establecimiento educativo, primera fase antes de la intervención

<b>ELEMENTOS DEL “ESQUEMA” ACTIVADO POR WALTER EN EL ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO DE PRACTICA. PRIMERA FASE ANTES DE LA INTERVENCIÓN</b>	
<b>ANTICIPACIONES (metas, objetivos, efectos)</b>	Explicar y definir los conceptos científicos [Meta]. Aplicar los conocimientos en la realización de ejercicios y en las prácticas experimentales [Objetivo]. Para mejorar la motivación por la física y la comprensión lectora, voy a desarrollar los temas tratando de incentivar el agrado por la física y proponer más lecturas.
<b>CONCEPTOS EN ACCIÓN</b>	Enseñanza de conceptos científicos relacionada con: temas, contenidos, libros de texto escolares, explicación, definiciones, ejercicios, talleres, evaluaciones escritas.
<b>TEOREMAS EN ACCIÓN</b>	La planificación se centra en los temas o contenidos a enseñar. Los libros de texto escolares son fuentes básicas de consulta. Las actividades de enseñanza se centran en la explicación, definición de conceptos, realización de ejercicios, trabajo de talleres de manera individual o en grupo. Las prácticas de laboratorio permiten la demostración del concepto enseñado. Los aprendizajes se evalúan mediante pruebas escritas, talleres y prueba acumulativa.
<b>REGLAS DE ACCIÓN</b>	La enseñanza de conceptos científicos implica: Trabajar en la consulta de saberes previos de manera general, con preguntas como, ¿de tal tema... qué saben? Explicar el tema. Relacionar variables a través de expresiones matemáticas. Realizar ejercicios donde se aplique los conceptos enseñados. Aumentar el grado de dificultad de los ejercicios Realizar paralelos para comparar diversos modelos. Realizar pruebas escritas. Orientar la corrección en el cuaderno de los ejercicios del examen. Explicar utilizando tiza y el tablero. Hablar con las estudiantes sobre las falencias e invitarlas a mejorar.
<b>INFERENCIAS</b>	Explicar un tema sin prerrequisitos de grados anteriores es sumamente difícil. Una buena forma de explicar los modelos es con la realización de tablas comparativas. Para no contradecir los modelos teóricos, se debe mejorar la planeación de las prácticas experimentales. Algunas estudiantes maduran a diario y hasta comparan resultados; otras pasan desapercibidas y manifiestan “no aprender nada”, pienso más bien [que] no prestan atención. Cuando hay tantas personas que no entienden una simple ecuación dándoles las fórmulas es porque no he explicado bien (aunque no lo creo) o esas estudiantes están apáticas por el tema o el profesor. Los conceptos en buena parte hay que trabajarlos con la tiza y el tablero.

En síntesis, inferimos que para resolver tareas relacionadas con la enseñanza de conceptos científicos, Walter anticipa metas, objetivos y efectos relacionados con la explicación y definición de estos a sus estudiantes. Subyace el objetivo de aplicar los conocimientos en el desarrollo de ejercicios y prácticas experimentales. Walter activa en su práctica invariantes operatorios y reglas de acción que están vinculadas con los textos escolares, al constituir las fuentes bibliográficas de las que se sirve para las explicaciones y las definiciones sobre los conceptos, las actividades, los ejercicios y los problemas prototipo; sin embargo, toma una postura crítica frente a estos, en la medida en que identifica en ellos errores conceptuales, como lo plantea en la entrevista. En la información que Walter aportó en el contexto de formación universitaria, expresaba la importancia de recurrir a fuentes históricas que fundamentaran la comprensión sobre los conceptos a enseñar, pero esto no se evidencia en su práctica.

La mayoría de veces, sus acciones se centran en el desarrollo de clases teóricas, apoyadas en algunos experimentos. También incluye la resolución de ejercicios de diferentes niveles de dificultad: comienza con los que solo requieren reemplazar valores, luego ejercicios que demandan mayor análisis y conversión de unidades y, por último, propone los de mayor grado de dificultad en grupos de dos o tres estudiantes. Las prácticas de enseñanza de este maestro en formación son de tendencia tradicional, lo que él mismo acepta en la intervención 42 de la entrevista (tabla 31); dicha tendencia privilegia las actividades de definición de conceptos y la explicación de ejercicios de diferente tipo, donde prevalece el uso del tablero. Los conocimientos en acción y reglas de procedimiento operan, a través de la evaluación de los aprendizajes, como retroalimentadores de los contenidos previamente explicados, específicamente desarrollando ejercicios similares a los trabajados en las clases. Se evidencian así diversos tipos de evaluación que incluye la heteroevaluación, coevaluación y autoevaluación como respuesta a las exigencias de la institución.

Si se comparan los elementos de esquemas inferidos en ambos contextos, lo que Walter declara y la realidad de su práctica para enseñar conceptos científicos, no coinciden en su totalidad. No aparece, por ejemplo, un seguimiento sistemático de los conocimientos previos de los estudiantes, solo se indagan de forma general con

preguntas como: ¿qué saben ustedes de...?, ¿qué han escuchado sobre...? Los resultados de esta indagación solo se valoran en términos de pertinencia o no, sin seguir una sistematización reflexiva de los mismos. No se observan reglas de acción que consideren la evolución histórica de los conceptos en los procesos de enseñanza. Por último, destacamos que Walter reconoce que no hace en la práctica lo que se le ha orientado en la formación universitaria; así lo señala en la intervención 47 de la entrevista, respecto de las unidades didácticas.

### 5.3. CASO FEDERICO

Siguiendo con la misma metodología de los casos anteriores, analizamos el CASO Federico, quien se desempeña como profesor en un centro educativo rural, donde él es el único docente.

#### 5.3.1. Contexto de formación universitaria

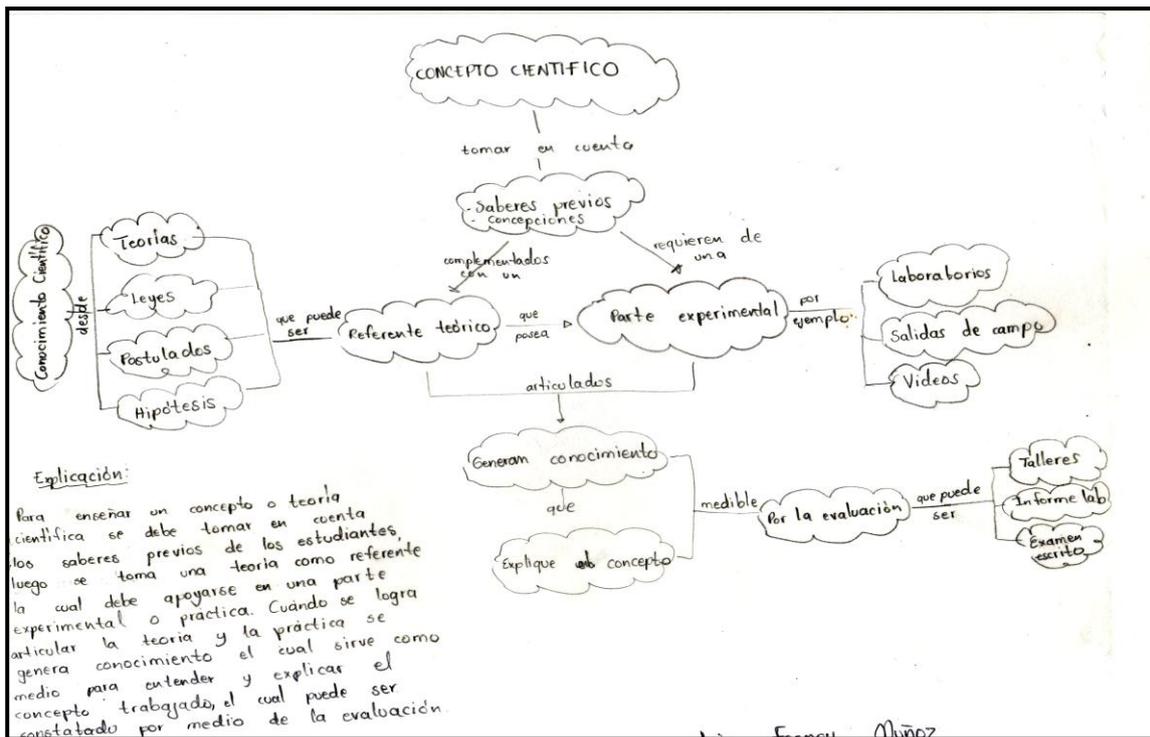
Reportamos en la tabla 35 los registros que hemos seleccionado de las respuestas dadas por Federico al cuestionario del anexo 2.

**Tabla 35.** Información textual aportada por Federico en las respuestas al cuestionario, presentada según la categoría: referentes teóricos de la enseñanza. Contexto de formación universitaria.

<b>REFERENTES TEÓRICOS DE LA ENSEÑANZA</b>
FUENTE: CUESTIONARIO
Referentes disciplinares 1. No está claro. [afirma en respuesta a la pregunta n° 1] 2. Conceptos e historia: estados de la materia, ley de conservación, compuesto, mezcla, elemento. [en respuesta a la pregunta n° 2]
Referentes históricos y epistemológicos 3. Un maestro, para enseñar un concepto científico, debe conocer su historia, evolución y referentes epistemológicos que le permitan tener una buena conceptualización. En la medida que se conoce se puede enseñar. [En respuesta a la pregunta n° 4].
Referentes psicológicos y de educación en ciencias 4. No asimilación del concepto, [en respuesta a la pregunta n° 3]. 5. [...] Consultas de tema o conceptos que presenten dificultad para asimilar o comprender (Piaget) [en respuesta a la pregunta n° 3].

En la figura 13 se presenta el mapa conceptual elaborado por Federico, que representa cómo concibe la enseñanza de conceptos científicos

**Figura 13.** Mapa conceptual F23-04-10\* elaborado por Federico. Primera fase antes de la intervención.



A continuación analizamos lo expuesto en la tabla 35 y en el mapa conceptual de la figura 13, en relación con las categorías: referentes teóricos de la enseñanza y organización de la enseñanza.

### 5.3.1.1. Referentes teóricos de la enseñanza

**Referentes disciplinares.** En sus respuestas al cuestionario, según se indica en la tabla 35, este maestro en formación parece no tener claras las referencias disciplinares que le permiten sustentar el cambio físico de los materiales, ejemplo concreto utilizado en la enseñanza de un concepto científico; solo menciona algunos conceptos (véase 2 de

\* El código indica la inicial del nombre y la fecha de realización

la tabla 35) que no constituyen un referente claro y consistente. A pesar de que en el mapa conceptual (figura 13), alude a “referentes teóricos”, indicando que estos pueden ser teorías, leyes, postulados, hipótesis desde el ámbito del conocimiento científico, en la respuesta al cuestionario no logra dar un contenido disciplinar.

**Referentes históricos y epistemológicos.** En 3 de la tabla 35, Federico valora los aportes que le pueden brindar a un maestro el conocimiento de la historia de los conceptos, su evolución y los referentes epistemológicos en los procesos de enseñanza, puesto que contribuyen a su conceptualización. Sin embargo, no logra aplicar lo anterior al tema específico sobre el que tiene previsto plantear el proceso de enseñanza.

**Referentes psicológicos y de educación en ciencias.** En las respuestas de Federico no hay alusión de manera explícita a teorías o entramados conceptuales del ámbito psicológico o de estudios en educación en ciencias, en las cuales pueda fundamentar los procesos de enseñanza de conceptos científicos, es decir, orientar, reflexionar y explicar la toma de decisiones desde marcos de referencia. Solo menciona (véase 8 de la tabla 36), la necesidad de analizar las “ideas previas”, y refiere, en 4 de la misma tabla, términos como “asimilación de conceptos”, que se pueden asociar con supuestos constructivistas del conocimiento; sin embargo, no especifica otros aspectos que permitan identificar en su discurso una tendencia de aprendizaje o de enseñanza en este sentido. Por último, inferimos que su significado de asimilación se relaciona con la perspectiva piagetiana, puesto que en el enunciado número 5 alude a este autor.

A continuación describimos e interpretamos la información respecto de la categoría planteamiento de la organización de la enseñanza.

### **5.3.1.2. Planteamiento de la organización de la enseñanza**

**Estructura de la planificación.** En 6 de la tabla 36, Federico refiere para un plan de enseñanza dos componentes esenciales: uno experimental y otro teórico, que en su desarrollo deben quedar bien cimentados en el estudiante; la referencia a estos dos componentes está relacionada con la inclusión de contenidos procedimentales y

conceptuales. Esta consideración coincide con la presentada en el mapa conceptual (figura 13) donde en la parte central ubica “referente teórico” y “parte experimental”. No explicita otros aspectos de un plan de enseñanza.

**Tabla 36.** Información textual aportada por Federico en las respuestas al cuestionario, presentada por la categoría: planteamiento de la organización de la enseñanza. Contexto de formación universitaria

PLANTEAMIENTO DE LA ORGANIZACIÓN DE LA ENSEÑANZA
FUENTE: CUESTIONARIO
<p>Estructura de la planificación</p> <p>6. Con respecto a la parte experimental y la teórica es necesario que esté cimentada sobre buenas bases, por tanto estas tratarían que no fuesen muy afectadas por la falta de tiempo. Si hace falta reforzar conceptos emplearía una consulta, la cual sería para socializar en clase y discutir sobre esta. [En respuesta a la pregunta n° 7].</p>
<p>Metodología</p> <p>7. Enseñar con ejercicios prácticos o experimentos. [en respuesta a la pregunta n° 2]</p> <p>8. Analizar ideas previas. [en respuesta a la pregunta n° 2]</p> <p>9. Busco experimentos o analogías que permitan comparar, relacionar con lo cotidiano. [en respuesta a la pregunta n° 3]</p> <p>10. No tener los materiales o equipos para realizar los experimentos propuestos en la guía de trabajo. [en respuesta a la pregunta n° 3]</p> <p>11. Que los estudiantes no tengan los conocimientos prerrequisito. [en respuesta a la pregunta n° 3]</p> <p>12. No contar con suficiente material consultado como para dejar claro el concepto. [en respuesta a la pregunta n° 3]</p> <p>13. Actividades de apoyo: realizar actividades complementarias, experimentos, dibujos, explicaciones, relacionar con lo cotidiano. [en respuesta a la pregunta n° 3]</p> <p>14. Lo primero de todo, tener en cuenta los conocimientos prerrequisitos y fortalecerlos al máximo, y cuando estos estén claros, se avanzará en la temática e inducirlos en el nuevo concepto desde la teoría y la experimentación. [en respuesta a la pregunta n° 5]</p>
<p>Evaluación de aprendizajes</p> <p>15. Considero que se puede omitir la evaluación final, a cambio de realizar diferentes actividades donde los estudiantes participen y argumenten, permitiendo de esta manera identificar los conocimientos que han alcanzado. [En respuesta a la pregunta n° 7].</p>

### 5.3.1.3. Metodología.

Federico (véase 7, 9, 10 y 13 de la tabla 36), reitera su interés por la realización de “ejercicios prácticos o experimentos”; en 10, sin embargo, revela su preocupación por no cumplir con la guía de trabajo, al no disponer de los materiales o equipos para realizarlos. Además, en el mapa conceptual, relaciona lo experimental con laboratorios, salidas de campo y vídeos; pareciera que para él es muy importante la relación con lo cotidiano y la actividad experimental. En 14 de la misma tabla, este maestro en

formación explica una ruta metodológica para enseñar conceptos científicos: *tener en cuenta los conocimientos prerrequisitos* (su carencia la considera como un problema – ver 11 de la tabla 36-), *fortalecerlos al máximo, avanzar en la temática e inducirlos en el nuevo concepto* y, nuevamente, enfatiza “*desde la teoría y la experimentación*”, lo cual se complementaría con actividades de enseñanza como: *analogías con lo cotidiano, experimentos, dibujos y explicaciones* – expresadas en 9 y 13 –.

En el mapa conceptual (figura 13), se presenta un proceso de enseñanza de conceptos científicos en la línea central, que en términos generales es similar al planteado en 14 de la tabla 36; se inicia con la consideración de los “saberes previos y concepciones” de los estudiantes, complementados con referentes teóricos que requieren de una parte experimental; estos dos últimos aspectos, articulados, generan conocimientos que explican el concepto, medibles mediante la evaluación. Comparando los dos procesos, encontramos que Federico tiene en cuenta los conocimientos antes de la enseñanza, pero utiliza indistintamente los términos ‘prerrequisitos’, ‘conocimientos previos’, ‘concepciones’ para referirse a lo mismo, sin embargo no tienen igual significado. Además, alude a ellos con la idea de reforzarlos, lo cual genera confusión, puesto que también incluiría conocimientos inadecuados desde la disciplina científica.

**Evaluación de aprendizajes.** El mapa conceptual elaborado por Federico expresa un significado de evaluación como medición de los conocimientos, mediante talleres, informes de laboratorios y exámenes escritos. Interpretamos que se realiza desde una perspectiva sumativa, puesto que no establece relaciones cruzadas con otros aspectos del proceso que presenta en el mapa conceptual. En 15 de la tabla 36, aunque muestra flexibilidad al considerar otras actividades evaluativas que posibiliten la participación y la argumentación, la expresión “identificar los conocimientos alcanzados por los estudiantes” también está en el sentido de considerar la evaluación en la perspectiva mencionada.

De la información aportada en las respuestas al cuestionario y en el mapa conceptual, inferimos lo que consideramos serían elementos de un esquema (tabla 37) para enseñar conceptos científicos, no sin antes aclarar que deviene de sus producciones

discursivas y no del sujeto en la situación de enseñar, como lo plantea la teoría de Vergnaud. No obstante, en sus registros podemos identificar un posible esquema que Federico anticipa para resolver la tarea de enseñar conceptos científicos.

**Tabla 37.** Síntesis de los datos más representativos, aportados por el maestro en formación Federico, clasificados en términos de la Teoría de los Campos Conceptuales. Contexto de formación universitaria.

<b>SÍNTESIS DE LO EXPRESADO POR FEDERICO</b>	
<b>ANTICIPACIONES (Problemas, metas, objetivos)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Es un problema para la enseñanza de conceptos científicos que los estudiantes no tengan los conocimientos prerrequisitos y no asimilen los conceptos.</li> <li>-Una dificultad en el proceso de enseñanza es no disponer de los materiales y equipos para desarrollar experimentos, ni tampoco de otros materiales de consulta.</li> <li>-Inducir a los estudiantes hacia un nuevo concepto [Meta].</li> <li>-Avanzar en la temática e incitar a los estudiantes en el nuevo concepto desde la teoría y la experimentación [Objetivo].</li> </ul>
<b>CONCEPTOS</b>	<p>Enseñanza de conceptos científicos relacionada con: Saberes previos, concepciones, conocimiento prerrequisito, ejercicios prácticos o experimentos, inducir, evaluación como medición.</p>
<b>RELACIONES ENTRE CONCEPTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Para enseñar un concepto científico se deben tomar en cuenta los prerrequisitos, los saberes previos y las concepciones de los estudiantes.</li> <li>-La enseñanza de conceptos científicos debe incluir ejercicios prácticos o experimentos.</li> <li>- La teoría siempre debe estar articulada con la práctica.</li> <li>-El profesor induce al estudiante al nuevo concepto desde la teoría y la experimentación.</li> <li>-La evaluación permite medir los conocimientos alcanzados.</li> </ul>
<b>REGLAS DE ACCIÓN</b>	<p>La enseñanza de conceptos científicos implica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Analizar ideas previas a la enseñanza.</li> <li>-Buscar experimentos o analogías que permitan relacionar lo enseñado con lo cotidiano.</li> <li>-Si los estudiantes no asimilan los conceptos, entonces se proponen actividades complementarias como consultas en internet, experimentos, dibujos, explicaciones.</li> </ul>
<b>INFERENCIAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Los experimentos y analogías con lo cotidiano contribuyen a la asimilación de conceptos.</li> <li>-Si no se dispone de materiales para realizar consultas o experimentos, hay problemas en la enseñanza de conceptos científicos.</li> </ul>

En resumen, en sus producciones discursivas, Federico anticipa problemas en la enseñanza de conceptos científicos, tales como: la falta de prerrequisitos de conocimientos y de recursos o medios didácticos y la no asimilación de conceptos. Con respecto a los problemas que anticipa, su atención se centra en circunstancias del estudiante y de la institución y no de sus propios procesos como docente. Respecto de la

conceptualización sobre la enseñanza de conceptos científicos, usa términos de diversas propuestas didácticas que defienden la importancia de considerar lo que el alumno sabe antes de proponerle la enseñanza; sin embargo, no expresa claridad en el ejercicio de sistematización de dichos conocimientos, ni una articulación con etapas de un proceso que favorezca la construcción de conocimientos, en la perspectiva del significado de los conceptos mencionados. Al contrario, vuelve a reglas de acción enmarcadas en tendencias tradicionales, mediante métodos inductivos con una perspectiva de enseñanza lineal acumulativa cuando expresa la necesidad de tener en cuenta los conocimientos prerrequisito para fortalecerlos, avanzar e inducir hacia nuevos conceptos.

### **5.3.2. Contexto de práctica en un establecimiento educativo**

Federico trabaja en un Centro Educativo Rural, con el modelo educativo Escuela Nueva<sup>27</sup> dirigido a niños y niñas con edades entre los 7 y 12 años. Abordamos el estudio de sus prácticas, organizando la información en las categorías **acción en el aula y autoevaluación de la enseñanza**. Presentamos en las tablas 38 y 39 la información textual aportada por Federico en los diversos instrumentos.

---

<sup>27</sup> Con respecto a este modelo, el Ministerio de Educación Nacional colombiano plantea: “el modelo [...] integra los saberes previos de los alumnos a las experiencias nuevas de aprendizaje, mejorando su rendimiento y, lo más importante, ‘aprendiendo a aprender’ por sí mismos. Propicia un aprendizaje activo, participativo y cooperativo, desarrolla capacidades de pensamiento analítico, creativo e investigativo, valora al alumno como el centro del aprendizaje y acorde a su ritmo de trabajo tiene la oportunidad de avanzar de un grado a otro a través de la promoción flexible y ofrece continuidad del proceso educativo en caso de ausencias temporales a la escuela [...] desarrolla áreas obligatorias y fundamentales, articuladas al trabajo por proyectos pedagógicos y construcción del conocimiento en grupo; promueve procesos creativos e innovadores de aprendizajes, y procesos participativos de evaluación y auto evaluación. En el aula, las actividades pedagógicas se desarrollan a partir de la utilización de los módulos o guías de aprendizaje”. Ministerio de Educación Nacional Dirección de Poblaciones y Proyectos Intersectoriales: República de Colombia. p. 13

**Tabla 38.** Información extraída del ‘plan de enseñanza y el diario’ según la categoría: acción en el aula y subcategoría: metodología de enseñanza. Contexto de práctica en un establecimiento educativo. Caso Federico

<b>CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA</b> <b>Subcategoría: Metodología de enseñanza</b>	
<b>PLAN DE ENSEÑANZA</b>	[No lleva un plan de enseñanza de manera autónoma].
<b>DIARIO</b>	<p>Actividades y procedimientos</p> <p>Diario 12-04-2010</p> <p>La clase empezó con una ronda de la cual luego se respondieron unas preguntas. Luego cada uno dibujó en el cuaderno un niño, al cual le pusieron las respectivas partes del cuerpo. Luego observaron unas ilustraciones donde se identifican algunos huesos y músculos de las manos y las piernas, entre ellos analizaron y comentaron preguntas relacionadas con las ilustraciones.</p> <p>Ya para terminar copiaron un cuadro que contiene la información sobre el sistema locomotor.</p> <p>Diario 19- 04- 2010</p> <p>Inició la clase respondiendo los niños a unas preguntas sobre el sistema locomotor, después dibujaron el sistema óseo: un dibujo con los músculos y otro con los huesos, al terminar hicieron unas mímicas: saltar cuerda, comer una fruta y respondieron unas preguntas en las cuales identificaban los músculos que requerían para realizar tal actividad. [...]; se hizo un ejercicio práctico donde cada niño tomaba un libro de igual peso en cada mano y se medía el tiempo que se demoraba en dejar caer el libro. Luego llenaban un cuadro donde se registraba en qué mano se cansó primero y por qué. También se leyó un cuadro relacionado con el sistema locomotor. Como tarea quedó consultar la función del sistema locomotor y responder a las preguntas ¿qué es un tendón? y ¿una articulación?</p> <p>Diario 23- 04- 2010</p> <p>Se empezó leyendo un texto y después respondieron entre ellos a varias preguntas relacionadas con el mismo. Más adelante se leyó otro texto sobre la fractura que sufrió Ernesto y al cual le hicieron un análisis. “En la siguiente unidad se proponían unos juegos y actividades recreativas, pero solo se realizaron algunas ya que no se tenían los materiales necesarios”.</p>
	<p>Uso de referencias</p> <p>Cartilla de Escuela Nueva del área de Ciencias Naturales.</p>
	<p>Uso de recursos</p> <p>Cartillas de Ciencias Naturales del modelo Escuela Nueva, Tablero, tiza, sala computadores, servicio Internet.</p>

**Tabla 39.** Información extraída de la ‘transcripción de clase y la entrevista’, según la categoría: acción en el aula y subcategoría: metodología de enseñanza. Contexto de práctica en un establecimiento educativo. Caso Federico.

<b>CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA</b>	
<b>Subcategoría: Metodología de enseñanza</b>	
<b>TRANSCRIPCIÓN DE CLASE</b>	<p>Actividades y procedimientos  Estudiantes: Hola profe  Federico: Hola Mateo, hola Pablo, bueno, ya es hora de empezar.  [Los estudiantes llegan al aula de clases y de manera individual buscan las guías que se encuentran en un estante y continúan con el trabajo que vienen desarrollando de la clase anterior]</p>
	<p>Uso de referencias  Ministerio de Educación Nacional. Escuela Nueva: Ciencias Naturales 4° Cartilla</p>
	<p>Uso de recursos  Cartillas, Internet, tablero, tizas</p>
<b>ENTREVISTA</b>	<p>1. Profesora: ¿Qué y cómo haces para enseñar los cambios químicos y cambios físicos?  2. Federico: Para enseñar cambios químicos y cambios físicos he tenido en cuenta las actividades propuestas en las cartillas de Escuela Nueva; estas cartillas están diseñadas en tres partes: la primera es una parte introductoria o de saberes previos, la segunda es una donde se llega al concepto y la tercera es una parte práctica [...] se les da la definición de cambio físico y cambio químico y también se realizan varios experimentos [...]"</p> <p>8. Federico: [...] Nosotros les podemos hacer cambios o adaptaciones, pero por lo general ya viene planeado; además, como uno debe manejar los seis grados de preescolar a quinto, uno está obligado más que todo, o en cierta manera, a desarrollar estas actividades por cuestiones de tiempo, porque como hay clases en otros grados a uno no le queda mucho tiempo de sentarse a cambiar muchas cosas; sin embargo, ahora con los computadores le permite a uno agregar algunos experimentos para profundizar más; es que igual no tenemos como un laboratorio que nos permita hacer cositas, los experimentos que se hacen son con cosas cotidianas, con cosas que se puedan conseguir, porque hay veces que hay experimentos propuestos, pero uno no cuenta como, por ejemplo, con un dinamómetro, tubos de ensayos, probeta o con todas las cosas[...] hay unos para medir el volumen, pero uno no tiene esas cosas, entonces no se pueden llevar a cabo.</p>
	<p>Uso de referencias  3. Profesora: ¿En qué teorías didácticas se fundamenta lo que acabas de plantear?  4. Federico: Es más que todo el concepto y como la diferenciación entre ellos y dar la definición de cada uno, pero no ahondan mucho en el tema [...] es algo superficial [...] Es más que todo haciendo diferentes experimentos que ellos puedan clasificar [...]</p> <p>13. Profesora: ¿Observas relación entre los conceptos? ¿O explicas más bien dando una definición?  14. Federico: Ni es una definición, ellos más que todo es por lo que pueden ver, ellos no tienen muy clara la idea de los conceptos, la guía es muy superficial, a mí me parece que no es lo suficiente para que ellos adquieran eso, y además que los saberes previos ya se trabajan en quinto, en cuarto no están los que son ‘elemento’, o ‘compuesto’, no están propuestos en cuarto, sino en quinto, habría que diseñar unas actividades que expliquen esos conceptos porque a mí me parece que son unos saberes previos importantes, para que ellos puedan construir un buen conocimiento.</p>
	<p>Uso de recursos  Las cartillas de Escuela Nueva.</p>

El modelo de Escuela Nueva se desarrolla con base en módulos o guías de aprendizaje, suministrados por el Ministerio de Educación Nacional a los Centros rurales para el estudio de las áreas de Ciencias Naturales, Sociales, Matemática y Lengua Castellana, para los grados segundo hasta quinto de Educación Primaria.

### 5.3.2.1. Acción en el aula

Recordamos que esta categoría se desglosó en las subcategorías: metodología de enseñanza y evaluación de los aprendizajes.

**Metodología de enseñanza.** Federico no elabora un plan de enseñanza, no lleva a cabo una programación didáctica de manera autónoma para la enseñanza de conceptos científicos, sino que asume lo planteado en las guías del modelo Escuela Nueva, como pudo evidenciarse en sus diarios de ocho sesiones de clase, revisados en el período lectivo entre el 12 de Abril y el 20 de mayo de 2010.

- Actividades y procedimientos. En los enunciados presentados en las tablas 38 y 39, encontramos que la descripción de las actividades planteadas coinciden con las del módulo, entre ellas: resolución de preguntas, realización de dibujos, copia en un cuaderno, lectura de textos e interpretación, realización de experimentos y actividades lúdicas (saltar, comer algo, levantar objetos, ejercicios prácticos) y tareas para realizar en casa, entre otras. En su discurso escrito no aparece de manera explícita el rol que él desempeña en el proceso de enseñar. Al respecto le preguntamos ¿cuál es su rol en el proceso?, a lo que respondió:

En mi caso manejo todos los grados simultáneamente de preescolar a quinto; para preescolar y primero debo preparar materiales y trabajar todas las áreas. Mientras que para 2°, 3°, 4°, 5° existen módulos [...] en los cuales debo estar acompañando el desarrollo de las actividades y explicar en caso que no entiendan lo que les corresponda hacer. Ya que conozco las guías, debo estar pendiente para que desarrollen las actividades adecuadamente y omitir algunas que considero no pertinentes. En general mi rol es de acompañante en el proceso de autoaprendizaje.

Federico justifica su manera de actuar diciendo que su rol de maestro en los primeros grados es más propositivo, aunque solo alude a “preparar materiales” y no a procesos de planificación y desarrollo de la enseñanza de las respectivas áreas. Este maestro en formación encuentra en los módulos o guías de aprendizaje los contenidos, los propósitos educativos y las actividades de enseñanza y evaluación, razón por la cual no percibe la necesidad de elaborar un plan para enseñar los conceptos científicos. En el desarrollo de la práctica observada, él no plantea experiencias distintas de las que ofrecen las guías ministeriales de Escuela Nueva; su accionar en la clase consiste en solucionar dudas de los alumnos sobre las respuestas a las actividades propuestas. Estas, aunque están pensadas para una educación constructivista, no logran este propósito si el maestro no hace lo pertinente para facilitarlos.

Este maestro en formación, en el enunciado 8 de la entrevista, manifiesta, con respecto a las guías, que aunque dispone de libertad para hacer cambios o adaptaciones, son muy pocos los que realiza; argumenta diciendo que esto se debe a la cantidad de grupos que tiene que atender de manera simultánea y aduce que por cuestión de disponibilidad de tiempo no lo hace. Reconoce que acude a las ayudas tecnológicas para agregar algunos experimentos. Igualmente manifiesta la carencia de un laboratorio con alguna dotación que le permita desarrollar actividades experimentales. En el modelo Escuela Nueva, el módulo es el eje central del desarrollo del área Ciencias Naturales y otras áreas del conocimiento, es el medio didáctico que guía los procesos de enseñanza. Para una mejor comprensión de este CASO, consideramos pertinente hacer una revisión general de la tendencia didáctica del módulo y las posibles relaciones con elementos de los esquemas declarativo y operativo del maestro en formación que labora en este centro educativo rural.

Seleccionamos el módulo 2 de Ciencias Naturales, ya que este contenía los temas que el maestro en formación estaba trabajando en clase durante el período de observación. Dicho módulo está organizado por unidades temáticas, las cuales comienzan con asuntos de normativa educativa nacional, como son los estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales, con la indicación de acciones de pensamiento y producción concreta y señalando los logros esperados; luego se

mencionan los contenidos temáticos objeto de estudio. Cada unidad contiene 4 guías de trabajo para el estudiante. Al final de la unidad se propone la evaluación de los logros alcanzados.

Los conceptos se presentan como aseveraciones que el estudiante debe leer, en primera instancia, y luego transcribirlos en el cuaderno; así, se observa en la página 11 de la cartilla, “trabajo de clase: escribo en el cuaderno de Ciencias Naturales el anterior texto y dibujo cada uno de los estados de la materia”. En la presentación de los contenidos no se menciona la superación de obstáculos e inconsistencias que puedan favorecer la percepción de la construcción evolutiva de los conceptos científicos o el desarrollo colectivo del conocimiento científico. Se prioriza el estatus de la experimentación y de la relación con la vida cotidiana, como se lee en la página 9:

Trabajo en equipo.

Tomamos del centro de recursos los siguientes materiales: una tiza pulverizada, medio vaso de vinagre, un vaso.

Realizamos el siguiente procedimiento: colocamos la tiza pulverizada en el vaso y agregamos un poco de vinagre.

Respondemos en el cuaderno de Ciencias Naturales las siguientes preguntas:

¿Qué cambios se presenta cuando unimos la tiza y el vinagre?

¿Qué le sucedió a la tiza?, ¿cómo son sus propiedades ahora?

Elaboramos conclusiones.

Las Cartillas desarrollan una metodología a través de etapas de aprendizaje, con las cuales se pretende “la construcción, la apropiación y el refuerzo del conocimiento”. Las etapas están referidas a actividades básicas, de práctica y de aplicación. El módulo o guía de aprendizaje orienta las actividades didácticas, mediante el trabajo individual o en grupo. La información conceptual se presenta en resúmenes breves, o en algunos casos definiciones. No hay alusión a redes de conceptos o mapas conceptuales que muestren relaciones de los conceptos tratados con otros asociados. Las actividades propuestas consisten en preguntas frente a lecturas, la realización de dibujos, de experiencias y trabajo en casa. Los módulos plantean un currículo basado en las necesidades del contexto; en este sentido, las actividades de práctica y de aplicación que

proponen a los niños se basan en experiencias de la vida cotidiana, relacionadas con los conceptos trabajados (páginas 9,10).

No se evidencia una organización basada en clases de situaciones o en orden de complejidad para el abordaje de los conceptos, ni la explicitación de los procedimientos involucrados. Se observan diversas posibilidades de representación de los conceptos, pero algunas de ellas no están acompañadas de un proceso secuencial que permita acceder a la comprensión. Por ejemplo, en la actividad 5 (página 14) aparecen tres círculos alusivos a la separación existente entre las partículas en los estados gaseoso, líquido y sólido, pero no hay un proceso didáctico que permita establecer una relación con las partículas en los materiales, es decir, no hay una definición previa de estos conceptos. La temperatura, que es una variable asociada a los cambios de estado, solo se menciona en relación con los cambios climáticos.

En cuanto a las representaciones de los conceptos de cambio físico, corresponden a imágenes de tipo corporeísta que no contribuyen a la abstracción y comprensión de la teoría corpuscular y la teoría de la discontinuidad de la materia (p. 10, 11). Es evidente la relación que el módulo quiere establecer con el contexto rural, los temas y las actividades están orientados al ambiente natural. Igualmente, al final de cada unidad, el módulo promueve espacios de evaluación y autoevaluación de los aprendizajes. De modo que la propuesta epistemológica y didáctica de la cartilla direcciona las prácticas de enseñanza de conceptos científicos de este maestro en formación, como él mismo acepta en la entrevista (véase intervención 2, tabla 39) en la cual expresa: “para enseñar cambios químicos y cambios físicos se ha tenido en cuenta las actividades propuestas en las cartillas de Escuela Nueva”.

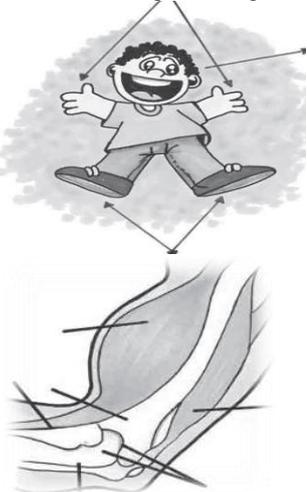
- Uso de referencias teóricas. Como dijimos anteriormente, las referencias teóricas para la enseñanza que Federico utiliza se corresponden con lo orientado en la cartilla o guía preestablecida. Este maestro en formación no tiene claridad sobre otros referentes, ni tampoco sobre los que subyacen de la propuesta de la cartilla. En la entrevista (véase enunciado 4, tabla 39), responde de manera evasiva, señalando que en la cartilla (o módulo) se tratan los conceptos, se hace

diferenciación entre ellos en términos de definiciones, de manera superficial, y se proponen experimentos. No alude a publicaciones especializadas, ni a revistas de divulgación científica o a libros.

- Uso de recursos. Los recursos utilizados corresponden en gran medida a las guías o cartillas y materiales del programa Escuela Nueva; Federico también hace uso de computadores y zonas verdes del ambiente campestre donde está ubicado el centro educativo.

**Evaluación de aprendizajes.** De acuerdo con la información presentada en la tabla 40 se infiere que evaluación está supeditada a lo que se propone en el módulo y a otras actividades que plantea Federico, como consultas o trabajos extraescolares y la realización de talleres para afianzar los aprendizajes.

**Tabla 40.** Información aportada por las fuentes de obtención de datos utilizadas respecto de la categoría: acción en el aula y subcategoría: evaluación de los aprendizajes. Contexto de práctica en un establecimiento educativo. Caso Federico

<b>CATEGORÍA. Acción en el aula</b>	
<b>Subcategoría. Evaluación de los aprendizajes</b>	
<b>PLAN DE ENSEÑANZA</b>	No lleva un plan de clase de manera autónoma.
<b>DIARIO</b>	Las actividades evaluativas se encuentran relacionadas con lo propuesto en las cartillas
<b>TRANSCRIPCIÓN DE CLASE</b>	<p>12-04-2010</p> <p>[Los estudiantes realizan las actividades planteadas en la cartilla].  “Dibujó el cuerpo humano en mi cuaderno; coloqué los nombres de las partes que dibujé. Los que no sepa se los pregunto a mi profesora”.  Observo los siguientes gráficos y contesto:</p>  <p>a. ¿Sobre qué estructura se encuentran los músculos?  b. ¿Por qué los músculos recubren esta estructura?  c. ¿De qué color son los músculos?  d. ¿A través de qué estructura se unen los músculos y el hueso?</p> <p>Bibliografía  Módulo de Ciencias Naturales y Medio Ambiente 3, p. 50</p>
<b>ENTREVISTA</b>	<p>11. Profesora: ¿Comunicas a los estudiantes los objetivos de lo que se va a trabajar? y ¿cómo evalúas?</p> <p>12. Federico: En las guías están. Al inicio está el logro. Ellos los leen. En las cartillas no se ahonda mucho en el tema, simplemente en la primera parte se les muestra una leña y al lado está el dibujito de la leña prendida y de cuando quedan las brasas, entonces ellos deben describir que ocurre ahí. Después lo mismo sucede con el azúcar, la mezclan y al lado está el confite, el alambre que se oxida, todo eso; Y en la siguiente parte les da el concepto de cambio físico y cambio químico y, más adelante, les dicen que hagan estos mismos dibujitos, gráficas, y que coloquen debajo qué tipo de cambio es, analizando si es el mismo, qué propiedades; les explican si se corta un trozo de madera o se rasga el papel, qué tipos de cambios son; hay unas cosas con el papel: si se rasga en pedazos el cambio es físico, pero ya si se quema sería químico; pues sería más que todo así.</p>

### 5.3.2.2. Autoevaluación de la enseñanza

La fuente que más aportó información para analizar esta categoría fue el diario, por esta razón en la tabla 41 solo se reportan los datos de este instrumento.

**Tabla 41.** Información aportada por las fuentes respecto de la categoría: autoevaluación de la enseñanza. Contexto de práctica en un establecimiento educativo

<b>CATEGORÍA. AUTOEVALUACIÓN DE LA ENSEÑANZA FUENTE. DIARIO</b>
Diario 12-04-2010 “[...] se pudo notar que los estudiantes no asocian el sistema locomotor con el movimiento. Se debe reforzar el nombre de algunos huesos y músculos, para ello se utilizó un juego en internet donde se relaciona el músculo o el hueso con una imagen.
Diario 19- 04- 2010 La clase de hoy estuvo muy productiva, los estudiantes avanzaron en la temática y se observó que hay apropiación. Me preocupa Mateo, porque aunque trabaja no demuestra mucho interés [...] le falta compromiso.
Diario 23-04-2010 En la siguiente unidad se proponían unos juegos y activadas recreativas, pero solo se realizaron algunas. Estas actividades no me parecieron apropiadas porque ello implicaría dejar solo al grado cuarto o a los demás grupos y ellos solos no hacen las actividades como deberían ser.
Diario 23-04-2010 Aunque se desarrolló la temática propuesta me parece que el concepto de fuerza no fue claro [...] se consultó en internet, pero estos conceptos ya eran muy elevados, no se encontró uno que no fuera elevado.
Diario 03-05-2010 En el desarrollo del taller se notó comprensión de la mayoría, en la temática. La mayor dificultad estuvo en construir el cuento, ya que no utilizaron bien la mayoría de los conceptos, especialmente gravedad, acción y reacción.
Diario 06-05- 2010 “Mateo demostró pereza para trabajar, se preocupa más por desarrollar la cartilla que por aprender”.
Diario 10-05-2010 El trabajo en grupo permitió que entre ellos se ayudaran a responder preguntas.

En los diarios de los días 12-04-2010, 23-04-2010 y 06-05-2010 hallamos reflexiones pedagógicas centradas básicamente en las dificultades de comprensión por parte de los estudiantes; frente a esto propone actividades como: consultas, juegos y videos en internet. Algunas acciones solo las plantea desde el “deber ser”, no se especifica si se llevan a cabo. De la interpretación de los registros de datos inferimos elementos del ESQUEMA activado por Federico en el aula, presentado en la tabla 42

**Tabla 42.** Elementos del ESQUEMA activado por Federico para enseñar conceptos científicos. Contexto de práctica en un establecimiento educativo, primera fase antes de la intervención

<b>ESQUEMA ACTIVADO POR FEDERICO EN EL CONTEXTO DEL ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO DE PRÁCTICA PRIMERA FASE ANTES DE LA INTERVENCIÓN</b>	
<b>ANTICIPACIONES</b>	Desarrollar todo lo propuesto en la cartilla de Ciencias Naturales de Escuela Nueva [Meta]. Acompañar y resolver dudas de los estudiantes frente a las actividades de la cartilla [Objetivo]. Ante las dificultades en la asimilación de los conocimientos que se puedan presentar, los computadores permiten realizar consultas y agregar algunos experimentos para profundizar más.
<b>CONCEPTOS EN ACCIÓN</b>	Enseñanza de conceptos científicos relacionada con: módulos (cartilla), prerequisites, acompañante.
<b>TEOREMAS EN ACCIÓN</b>	Para enseñar se tienen en cuenta las actividades propuestas en las cartillas de Escuela Nueva. Es muy importante que los alumnos tengan claro los prerequisites de conocimiento. El papel de maestro es ser acompañante del proceso de aprendizaje.
<b>REGLAS DE ACCIÓN</b>	La enseñanza destinada a: Desarrollar las actividades planteadas en las guías. Buscar en internet para complementar la información teórica y práctica relacionada con los temas tratados en las guías. Preparar materiales y trabajar todas las áreas en los grados preescolar y primero. Acompañar el desarrollo de las actividades en los grados 2°, 3°, 4° y 5°, ya que existen módulos. Explicar en caso que no entiendan lo que les corresponda hacer. Acompañar el proceso de autoaprendizaje.
<b>INFERENCIAS</b>	Es importante la experimentación para favorecer el aprendizaje. Lo vivencial contribuye a la asimilación del concepto. Internet permite complementar el aprendizaje.

La información obtenida nos da idea de que Federico es un profesor que pone la responsabilidad didáctica en la propuesta preestablecida en las cartillas o guías de aprendizaje, elaboradas para la modalidad Escuela Nueva y, en ocasiones, echa en falta recursos de laboratorios para llevar a cabo la totalidad de las actividades que plantea. Se muestra como un profesor supeditado a la selección de contenidos, al tipo y estructura de las actividades, a la secuenciación de estas, a la organización del trabajo en el aula y a las formas de evaluar. No se plantea posibles críticas de peso sobre la pertinencia o no de seguir literalmente las guías con los estudiantes de su región y si estas son adecuadas

para la conceptualización y comprensión de los conocimientos científicos. Por otro lado, parece mostrar las nuevas tecnologías de la información como pertinentes y adecuadas, cuando estas también requieren de revisiones críticas en sus contenidos y propuestas didácticas.

Comparando elementos de los esquemas que declara en el contexto de formación universitaria con los de su actuación en el establecimiento educativo de práctica, hallamos que algunos se encuentran correlacionados; por ejemplo, la consideración de conocimientos prerequisites es común en ambos contextos y esto se justifica porque los estudiantes deben avanzar en el desarrollo de los módulos de manera secuencial, de acuerdo con sus propios ritmos de aprendizaje, siendo este un requisito evaluativo para ser promovido de un grado a otro. Igualmente, en el contexto de práctica, tiene sentido su preocupación por la carencia de materiales y equipos para desarrollar las experiencias prácticas, puesto que son las indicadas en la cartilla o módulo. También hay similitud en sus anticipaciones con respecto al rol de docente, lo que subyace en la búsqueda de avance en las temáticas, acompañamiento e inducción. Las alusiones que hace Federico a lo teórico y experimental tienen relación con algunos de los aspectos generales de la estructura de los módulos.

#### **5.4. CASO EDNA**

El Caso Edna se refiere a una profesora que se desempeña en el grado cuarto de educación primaria. Abordamos este caso del mismo modo que en los análisis de los casos anteriores.

##### **5.4.1. Contexto de formación universitaria**

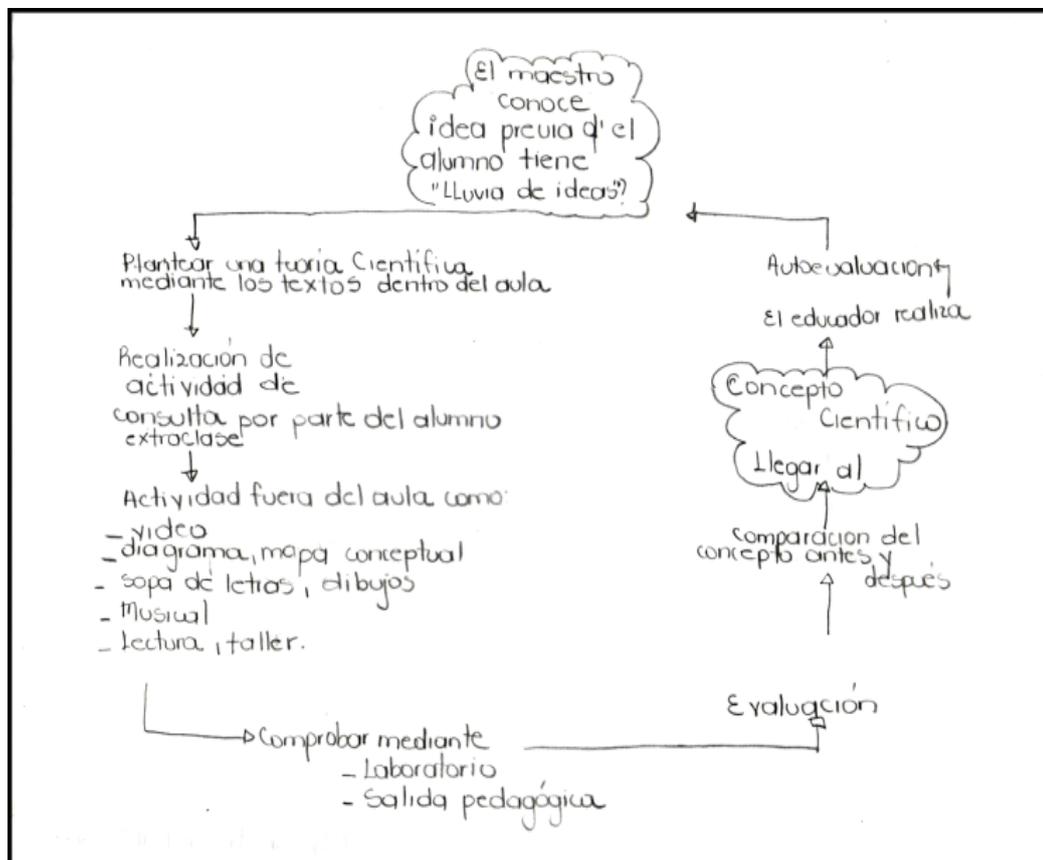
Las tablas 43 y 44 muestran la información aportada en las respuestas al cuestionario del anexo 2.

**Tabla 43.** Información textual aportada por Edna en las respuestas al cuestionario, presentada según la categoría: referentes teóricos de la enseñanza. Contexto de formación universitaria

<b>REFERENTES TEÓRICOS DE LA ENSEÑANZA</b>
<b>FUENTE: CUESTIONARIO</b>
<p>Disciplinares</p> <p>1. Relación entre compuestos para saber lo que es una sustancia. Propiedades de la materia. Leyes de conservación de la materia. El átomo. Ley de proporción definida y múltiple [en respuesta a la pregunta n° 2].</p> <p>2. Teoría molecular, allí se establecen las diferencias y la interacción entre las partículas; sin embargo, como educadores estamos salpicando varias teorías para llevar a colación la mejor estrategia de enseñar, donde el niño sea autónomo [en respuesta a la pregunta n° 3].</p>
<p>Históricos y epistemológicos</p> <p>3. Un maestro, para enseñar un concepto científico, debe saber en primera medida el concepto que va a trabajar, desde lo teórico y epistemológico; además, debe saber cómo transmitirlo y hacer que sus estudiantes se interesen por el tema. [En respuesta a la pregunta n°4].</p>
<p>Psicológicos y de educación en ciencias</p> <p>4. Aprendizaje significativo puede ser la teoría de apoyo, allí se pueden solucionar las dificultades o al menos los problemas que puedan presentarse en cuanto a la captación del concepto, pues los estudiantes no diferencian fácilmente un cambio químico de uno físico, permite el aprendizaje significativo, que se tomen en cuenta los preconceptos y se evalúe finalmente el concepto [en respuesta a la pregunta n°3].</p>

En la figura 14 presentamos el diagrama o esquema elaborado por Edna para representar la enseñanza de conceptos científicos.

**Figura 14.** Diagrama sobre la enseñanza de conceptos científicos elaborado por Edna (E23-04-10)<sup>28</sup>. Primera fase antes de la intervención.



La representación elaborada por la maestra en formación corresponde a un ciclo de ideas, no se corresponde con las características y estructura de un mapa conceptual. Sin embargo, aporta información válida para los objetivos de esta investigación.

#### 5.4.1.1. Referentes teóricos de la enseñanza

**Referentes disciplinares.** El ejemplo concreto seleccionado por la maestra en formación para su enseñanza es el tema ‘cambios en los materiales’. Con respecto a los referentes del ámbito disciplinar científico que utiliza para la comprensión de la temática tratada (véase 1 y 2 de la tabla 43) se aprecia que Edna explicita una serie de conceptos y leyes del conocimiento químico, pero no los relaciona de forma pertinente, según el

<sup>28</sup> El código E23-04-10 indica la inicial del nombre y la fecha de elaboración.

conocimiento disciplinar científico. Presenta confusión y evasión a las tres primeras preguntas del cuestionario (anexo 2). Por otro lado, en relación con los referentes teóricos, en el diagrama (figura 14), en el lado izquierdo, se evidencia que el libro de texto es el que direcciona estos fundamentos teóricos; el conocimiento científico se presenta a los estudiantes mediante este medio y consultas extraclase. En el momento de responder a los interrogantes del cuestionario, la maestra en formación no posee una adecuada conceptualización científica sobre el tema. Además, en el enunciado 2 de la tabla 43 dice que “salpica varias teorías”, expresión usada para indicar que se esparce algo en pequeñas porciones, lo que también nos da la idea de posibles abordajes teóricos con poca profundidad.

**Referentes históricos y epistemológicos.** Con respecto a esta subcategoría, solo en 3 de la tabla 43 se halla la valoración de Edna sobre la importancia de saber el concepto a enseñar “desde lo teórico y epistemológico”, pero no logra expresar un argumento que indique reflexiones sobre la naturaleza de los conocimientos científicos o su construcción y su relación con los procesos de enseñanza.

**Referentes psicológicos y de educación en ciencias.** En el enunciado 4 de la misma tabla, la maestra en formación plantea un referente psicológico y de aplicación en la educación en ciencias: la teoría del aprendizaje significativo. Ella considera que esta teoría puede ayudar a solucionar problemas relacionados con la captación de conceptos, lo cual plantea como una anticipación en el caso en que el problema se presente; sin embargo, las razones que aduce dejan de lado planteamientos fundamentales de esta teoría en relación con el problema que señala. En general, considera que retoma varias teorías con la intención de estructurar la mejor estrategia, lo que sintetiza en la frase “como educadores estamos salpicando varias teorías”, que es coherente con el abordaje de las teorías que logra explicitar en sus respuestas.

#### **5.4.1.2. Planteamiento de la organización de la enseñanza**

Analizamos esta categoría a partir de los datos presentados en la tabla 44 y en el diagrama de la figura 14.

**Estructura de la planificación:** con respecto a esta subcategoría, en el enunciado 5 de la tabla 44, esta maestra en formación propone una serie de aspectos sin una conexión explícita; es decir, plantea la indagación de saberes previos, pero no expresa cuál es el sentido didáctico en relación con las siguientes etapas, ni cómo se trabaja a partir de los conocimientos iniciales; en cambio, usa el término “suministro” para referirse a la enseñanza de conceptos, reflejando una idea de aprovisionamiento o acumulación, lo cual tiene relación con lo expresado en el diagrama “plantear la teoría científica mediante textos”. No hace alusiones al planteamiento de problemas o situaciones que problematicen los procesos de aprendizaje y activen habilidades cognitivas.

**Tabla 44.** Información textual aportada por Edna en las respuestas al cuestionario, presentada por la categoría: planteamiento de la organización de la enseñanza.

<b>PLANTEAMIENTO DE LA ORGANIZACIÓN DE LA ENSEÑANZA</b>
<b>FUENTE: CUESTIONARIO</b>
Estructura de la planificación 5. Aspectos fijos para el desarrollo del plan: indagación de saberes previos, suministro de los conceptos, actividad experimental, evaluación, la cual se complementa con tareas para la casa. Aspectos susceptibles de ser modificados: actividades de complementación como sopas de letras, apareamientos, talleres de profundización, juegos didácticos, entre otros.
Metodología 6. Un maestro, para enseñar un concepto científico, debe saber [...] como transmitirlo y hacer que sus estudiantes se interesen por el tema, se puede lograr con un poco de pedagogía y didáctica, que no siempre sea enseñado de la misma manera, que sea variada la metodología y que sepa expresar el concepto con situaciones de la vida diaria, para que el niño se interese y se asombre de lo que está aprendiendo [en respuesta a la pregunta 4]. 7. Utilizando las herramientas especificadas en el punto 1 (anterior) aunque puede realizarse primero un diagnóstico de lo que saben los estudiantes para saber qué proceso se debe iniciar, cada caso puede ser particular. [en respuesta a la pregunta 5]
Evaluación de aprendizajes 8. [...] permite el aprendizaje significativo, que se tome en cuenta los preconceptos y se evalúe finalmente el concepto. [en respuesta a la pregunta 2]

**Metodología.** En 6 de la tabla 44, Edna considera la enseñanza como transmisión de conceptos, donde el maestro debe saber cómo realizar la transmisión a los estudiantes, utilizando metodologías variadas que despierten su interés y la capacidad de asombro; también sugiere relacionar los conceptos con situaciones de la vida diaria. En 7 de la misma tabla, expresa una razón para realizar el diagnóstico de lo que saben los

estudiantes, la cual es informar sobre el proceso que debe iniciarse en cada caso; sin embargo, tanto sus respuestas al cuestionario como el diagrama (figura 14), no dan cuenta de un proceso que favorezca la construcción de conceptos en los estudiantes a partir de dichos saberes. Prevalece el libro de texto, como la forma de suministrar los conceptos y, en ese mismo sentido, propone actividades de consulta y otras que también tiene relación con textos, como lo expresa en la figura 14. Su conceptualización sobre el uso de los laboratorios y salidas pedagógicas, que presenta en la misma figura, está relacionada con la comprobación de teorías y no con la posibilidad de construir conocimientos en los estudiantes.

**Evaluación de los aprendizajes.** Según el diagrama de la figura 14, Edna presenta la evaluación en un ciclo cerrado, a la cual le asigna la función “comparar la comprensión del concepto antes y después de la enseñanza”. En el diagrama que realiza, llama la atención la manera similar como grafica los contenidos: “idea previa que el alumno tiene” y “llegar al conocimiento científico”, reflejándose la intención de mostrar estos dos momentos (antes y después). A continuación, especifica que esto lo realiza el educador y luego incluye también, en dicho ciclo, la “autoevaluación” y, con una flecha, señala que se vuelve al punto inicial. En el enunciado 5 ubica la evaluación al final de los aspectos considerados.

En la tabla 45 presentamos elementos que inferimos del ESQUEMA que Edna propone en teoría para enseñar conceptos científicos.

**Tabla 45.** Síntesis de los datos más representativos, aportados por la maestra en formación Edna, clasificados en términos de la Teoría de los Campos Conceptuales. Contexto de formación universitaria.

<b>SÍNTESIS DE LO EXPRESADO POR EDNA</b>	
<b>ANTICIPACIONES</b> (problemas, metas, objetivos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los problemas están relacionados con la captación de conceptos.</li> <li>- Presentar los conceptos científicos a los estudiantes [Meta].</li> <li>- Realizar primero un diagnóstico de lo que saben los estudiantes para saber qué proceso se debe iniciar [Objetivo].</li> <li>- La teoría del aprendizaje significativo brinda elementos para resolver problemas relacionados con la captación del concepto a enseñar.</li> </ul>
<b>CONCEPTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enseñanza de conceptos científicos relacionada con: ideas previas, transmisión, interés del alumno, suministro de conceptos, metodología variada, evaluación.</li> </ul>
<b>RELACIONES ENTRE CONCEPTOS</b> (Proposiciones)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El maestro conoce las ideas previas de los estudiantes mediante una lluvia de ideas.</li> <li>- Un maestro, para enseñar un concepto científico, debe saber cómo transmitirlo y hacer que sus estudiantes se interesen por el tema.</li> <li>- Las teorías científicas se plantean o suministran mediante los textos dentro del aula.</li> <li>- Los laboratorios y salidas de campo permiten comprobar las teorías.</li> <li>- La metodología de enseñanza debe ser variada.</li> <li>- La evaluación es la comparación del concepto antes y después.</li> </ul>
<b>REGLAS EN ACCIÓN</b>	<p>Enseñar conceptos científicos implica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar primero un diagnóstico de lo que saben los estudiantes.</li> <li>- Plantear la teoría científica mediante los textos dentro del aula.</li> <li>- Realizar actividad de consulta por parte del alumno, extraclase.</li> <li>- Realizar actividad fuera del aula como observación de videos, elaboración de diagramas, mapas conceptuales, sopas de letras, dibujos, musical, lectura y taller.</li> <li>- Comprobar mediante laboratorios y salidas de campo.</li> <li>- Evaluar para comparar el antes y el después.</li> </ul>
<b>INFERENCIAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los textos contienen el conocimiento que los alumnos deben aprender.</li> <li>- Los laboratorios y las salidas de campo permiten comprobar las teorías científicas.</li> <li>- La enseñanza es un ciclo y al final el profesor realiza autoevaluación y reinicia.</li> </ul>

En síntesis, en su conocimiento declarativo, Edna presenta anticipaciones que se dirigen hacia posibles problemas en la “captación” de los conceptos, pero alude a una teoría de apoyo sin mayores argumentaciones, que permite pensar en una apropiación de un referente teórico de orden cognitivo. Respecto de los conceptos y proposiciones relacionados con la enseñanza de conceptos científicos, Edna plantea aspectos y

momentos de un ciclo didáctico que se apropió medianamente: indagación de ideas previas, planteamiento de la teoría, desarrollo de actividades que buscan la participación del estudiante, incentivación del interés, aplicación en situaciones de la vida cotidiana, evaluación y autoevaluación. Edna privilegia actividades como la lluvia de ideas de los estudiantes frente a un tema particular, el acercamiento a la teoría científica apoyada en textos, la observación de videos, la elaboración de diagramas, mapas conceptuales, sopas de letras, dibujos, actividades musicales, lecturas y talleres. Para ella, la evaluación consiste en comparar la comprensión del concepto antes y después del proceso de enseñanza.

#### **5.4.2. Contexto práctica en un establecimiento educativo**

También abordaremos los análisis de los registros provenientes del contexto de la práctica clasificados en las categorías “acción en el aula” y “autoevaluación de la enseñanza”.

##### **5.4.2.1. Acción en el aula**

Con el propósito de darle significado a esta categoría para el caso de Edna, presentamos los registros organizados de acuerdo con las subcategorías: metodología de enseñanza (tablas 46, 47, 48 y 49), y evaluación de aprendizajes (tabla 50).

**Tabla 46.** Información extraída del ‘plan de enseñanza’, según la categoría: acción en el aula y subcategoría: metodología de enseñanza. Primera Fase antes de la intervención. Contexto de práctica en un establecimiento educativo.

<b>CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA</b> <b>Subcategoría: Metodología de enseñanza</b>	
<b>PLAN DE ENSEÑANZA</b>	<p>Actividades y procedimientos 30-07-2010 Las proteínas cuidan su cuerpo, pero también tienen desventajas: el animal debe desprenderse del exoesqueleto para hacer posible el crecimiento y durante el proceso el cuerpo queda blando y vulnerable. Desarrolla las siguientes palabras en el palabrario<sup>29</sup>: vulnerable, exoesqueleto, quitina, sentidos, muda. 13-08-2010 Dentro del grupo de los ovíparos encontramos mamíferos que se reproducen por huevos, llamados monotremas, ejemplo el ornitorrinco. Consulta ¿Qué son animales vivíparos? Explicación del tema, solución de dudas.</p>
	<p>Uso de referencias 24-08-2010 Trabajo con el palabrario, buscar en el diccionario las siguientes palabras: mamífero, huevo, vertebrado, invertebrado, ovíparo, vivíparo, ovovivíparo, nido, paisaje, ecosistema. 24-09-2010 Plantea trabajo con el palabrario de los siguientes términos: ondas, magnetismo, electricidad, luz. Luego actividad práctica. Materiales linterna, cajas de cartón, espejo.</p>
	<p>Uso de recursos Diccionario, tiza, tablero, Materiales: linterna, cajas de cartón, espejo.</p>

<sup>29</sup> El “palabrario” es un término empleado en este contexto de clase, consiste en un cuaderno donde los estudiantes escriben los significados de un listado de palabras que la profesora les asigna; estos significados son copiados consultando un diccionario general.

**Tabla 47.** Información extraída del ‘diario, según la categoría: acción en el aula y subcategoría: metodología de enseñanza. Primera Fase antes de la intervención

Contexto de práctica en un establecimiento educativo

<b>CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA</b>	
<b>Subcategoría: Metodología de enseñanza</b>	
<b>DIARIO</b>	<p>Actividades y procedimientos 6-04-2010 Durante la clase se realizó la explicación del tema; los niños estuvieron activos, algunos participaron, pero había presencia de una educadora ajena al grupo, estaba filmando la clase, durante el dictado varios estuvieron distraídos, retienen poco y demoraron en pintar el dibujo que se les hizo en el tablero.</p> <p>13-04-2010 Se realizó la actividad en la biblioteca, era continuación de la clase anterior, agregándole los diferentes sistemas respiratorios en animales.</p> <p>20-04-2010 Se inició con una lluvia de preguntas relacionadas con el tema de sexualidad para iniciar la fecundación, embarazo y parto [...]. Se trabajó el palabrario de Ciencia Naturales con el diccionario.</p> <p>27-04-2010 Dentro del dictado realizaron varias interrupciones, se copiaron pocos contenidos, pero se resolvieron muchas dudas.</p> <p>4-05-2010 A cada alumno se le entregó una copia para pintar, algunos realizaron preguntas sobre las partes de dichos aparatos reproductores, el grupo trabajó responsablemente y no hubo novedades.</p> <p>07-05-2010: el trabajo con los libros se continúa y sigue la expectativa con el tema.</p> <p>21-05-2010: Tema: Las plantas. Se realizó una explicación acerca de lo que es la fotosíntesis, no tenían la menor idea de dicho tema, uno de los niños se atrevió a contestar “eso es como la comida para las plantas”.</p> <p>25-05-2010 Se realizó la salida ecológica, el grupo tuvo mal comportamiento en las afueras de la institución y entonces volvimos a clase, en su mayoría enojados pero comprendieron que si no había excelente comportamiento en la calle no se podía salir, terminamos realizando la clasificación de lo poco recogido, algunas de las plantas olían mal, pues su clasificación se realizó sin la autorización y finalmente dibujaron y describieron cada una.</p> <p>13-07-2010: Explicación del tema: cadenas alimenticias.</p> <p>27-07-2010 Nuevamente se trabaja socializando lo que investigaron la anterior semana. El grupo estuvo tranquilo participan generalmente los mismos niños, pero para que todos participen se les pregunta en general.</p>
	<p>Uso de referencias 23-07-2010 Se trabajó en los libros de texto consultando algunas clases de vertebrados e invertebrados</p>
	<p>Uso de recursos 13-04-2010 Se realizó la actividad en la biblioteca.</p> <p>07-05-2010 El trabajo con los libros se continúa.</p>

**Tabla 48.** Información extraída de la ‘transcripción de clase’, según la categoría: *acción en el aula* y subcategoría: *metodología de enseñanza*. Primera Fase antes de la intervención

Contexto de práctica en un establecimiento educativo

<b>CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA</b>	
<b>Subcategoría: Metodología de enseñanza</b>	
<b>TRANSCRIPCIÓN DE CLASE</b>	<p>Actividades y procedimientos 31-08-10 10. Edna: Primero ¿en nuestro medio existen muchos tipos de...? 11. Alumnos: (responden) Ecosistemas. 12. Edna: Comunidades de peces, ¿cierto? lo mismo en un ecosistema terrestre... podemos encontrar diferentes comunidades y poblaciones, etc. Como tarea entonces les va a quedar investigar ¿Qué es la Biósfera? y ¿Cómo influye dentro de cada uno de los ecosistemas? Listo, vamos a desarrollar un pequeño taller que les va ayudar a entender el tema. [A continuación la Profesora en formación escribe en el tablero las siguientes preguntas: ¿Qué es un léntico?, ¿Qué es un lótico?, ¿Cuáles son los tipos de ecosistemas terrestres?]. 13. Edna: la tarea para la casa: ¿qué es la Biósfera y cómo influye en los ecosistemas? 14 Alumnos: Todos nos vamos a ayudar... Yo no entiendo y buscamos en el diccionario. 15. Edna: Yo le voy a dar los libros y lo van a desarrollar con la parejita que hay al borde. [salida a un espacio externo a la institución] 43. Alumno: No entiendo nada. 44. Edna: Miguel Ángel, venga yo le explico.... Ustedes tienen cuatro preguntas en el cuaderno, esas 4 preguntas hay que responderlas en cada uno de los sitios que vamos a visitar, cuáles son las características de cada uno de los espacios. 45. Alumno: Es que no se cómo se llama esto, ¿Dónde estamos? 46. Edna: Entonces, yo les voy averiguar... porque no hay letrero por acá cerquita. Hay que dar la vuelta... yo ahorita les doy el nombre. 47. Alumnos: Profesora, ¿seguimos con la segunda pregunta? 48. Alumno: Profe, me explica la segunda. 49. Edna: ¿Qué dice? ¿Qué fauna hay? Flora es la vegetación y fauna es todos los animales y si hay contaminación o no. 50. Alumnos: ¿Qué observamos en cada uno de los espacios? 51. Edna: ¿Qué observaron en este espacio?, ¿Qué flora hay? 52 Edna: Esta es la quebrada al Edén... Vía al Coliseo.</p>
	<p>Uso de referencias Clase 31-08-2010 20. Alumnos: Profe, ¿Cuáles son los tipos de ecosistemas terrestres? 21. Edna: Ahí están en el libro. [En ese momento la profesora entrega los libros a las parejas] 22. Alumnos: Profe, ¿en qué página está? 23. Edna: Ya les digo en qué página está... Página 31, 32 y 33, [se repite...] ¡Para todos Ana! ...no para uno solo....tienen que leer... mira donde está léntico y lótico... en la página 32 está. 24. Alumnos: Profe, entonces ¿Cuáles son los tipos de ecosistemas que hay, vendría a ser, ecosistema de peces y el de la tierra? 25. Edna: Hay más. Se debe seguir buscando... hay más. 26. Alumnos: ¿Entonces qué es lo que hay que hacer con el libro? 27. Edna: Buscar el significado... el primero, qué es un léntico... mire que aquí está. [Señala con el dedo en el libro].</p>
	<p>Uso de recursos Libros, tiza, tablero, zonas verdes aledañas al colegio.</p>

**Tabla 49.** Información extraída de la ‘entrevista’, según la categoría: acción en el aula y subcategoría: metodología de enseñanza. Primera Fase antes de la intervención. Contexto de práctica en un establecimiento educativo

<b>CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA</b>	
<b>Subcategoría: Metodología de enseñanza</b>	
<b>ENTREVISTA</b>	<p>54. Profesora: ¿qué y cómo han hecho para enseñar los conceptos científicos de cambio físico y cambio químico y cómo piensan pueden modificar esta enseñanza?</p> <p>55. Edna: lo enseño de pronto mirando los conceptos que tienen los alumnos, inicialmente, para poder mirar qué necesidades tienen y luego empezar con la teoría, con la materia; luego, con los cambios de estado sólido, líquido y gaseoso, las partículas en movimiento, haciendo diferentes ejercicios; se les da pues obviamente la teoría, se les hace diferentes ejercicios, de laboratorio, cosas que ellos puedan observar, porque los niños les gusta mucho observar y aprenden mucho.</p> <p>56 Profesora: ¿Qué haces con los conocimientos iniciales que tienen los estudiantes?</p> <p>57 Edna: para saber donde debo empezar el tema, porque si no tienen idea, me debo devolver un poquito o si ya saben un poquito arrancar desde ahí, luego darles una explicación de lo que abarca el tema magistral muy importante saber, que conozcan, que identifiquen, que levanten la mano que participen, luego vamos a escribir la teoría, puede ser de diferentes maneras, se las puedo dictar, las podemos consultar en la biblioteca, pueden traer una tarea para luego complementarla en el salón de clase, luego lo que hacemos es lo de los ejercicios, los experimentos, los ejercicios no... son experimentos que se desarrollan dentro del salón de clase o en el laboratorio o en una salida de campo.</p> <p>60. Profesora: Tú ya estudiaste los cursos de didáctica, ¿podrías ubicar esta secuencia para enseñar en alguna de las teorías que estudiaste?</p> <p>61. Edna: Más o menos es una unidad didáctica lo que yo... más o menos... tengo con ellos, lo que... la metodología que yo llevo, porque es una fase exploratoria, luego una de introducción de conceptos y luego una finalización que es la evaluación, entonces yo pienso que una unidad didáctica.</p> <p>66. Profesora: ¿Qué directrices recibes de la institución para realizar los planes de enseñanza?</p> <p>67 Edna: Lo importante en la planeación del colegio es que se consigne todo lo que yo voy a trabajar, pero el colegio no me dice cuál es la secuencia; solo me dice que debo de plasmar todo lo que yo voy a trabajar, entonces generalmente uno plasma lo que es la teoría, los exámenes, el taller, de pronto la actividad que se vaya a desarrollar; si van surgiendo otras actividades, a medida que uno va viendo necesidades en los niños, la deja para otra planeación, es como complementar por qué muchas veces uno planea algo, pero ese algo no salió como uno esperaba, sino que surgió algo demás en una clase, o alguien no entendió algo más que quiso, de pronto otra actividad, entonces son cositas de más.</p>
	<p>Uso de referencias teóricas</p> <p>72. Profesora: Frente a los libros que utilizas, ¿cuáles fuentes bibliográficas usas, para que los niños consulten o para documentarte?</p> <p>73. Edna: Tenemos: La Naturaleza de 4° y 5° de Ciencias Naturales, también hay libro de Lengua Castellana, también utilizo o me dirijo hacia el internet a consultar otras cosas, esas son las fuentes. Además de un manual de laboratorio sencillo, muy interesante porque trae experimentos de toda clase, muy sencillos para todos los grados, uno dependiendo del tema selecciona, porque no es un libro especial de laboratorio para consulta, sino que es muy general.</p>
	<p>Uso de recursos</p> <p>74 Profesora: ¿Qué disponibilidad de acceso tienen a la biblioteca o a las salas de internet?</p> <p>75 Edna: A la sala de internet está muy limitado el acceso porque solo hay una sala, un aula de informática para trece grados y la biblioteca sí está disponible, pero hay unos horarios en que la niña de la biblioteca no está, entonces no podemos entrar, que también estaría limitado en algunos momentos, entonces sí, esas son como las fuentes.</p>

**Metodología de enseñanza.** Edna realiza sus planes de clase en un cuaderno, siempre los inicia con un corto resumen teórico (planes de clase de 30-07-2010 y 13-08-2010), y después indica actividades que propondrá a los estudiantes, como consultas orientadas mediante preguntas.

- Actividades y procedimientos. Presenta de forma reiterativa (tabla 46) el trabajo con el palabrarío (en 24-08-2010 y 24-09-2010). También propone algunas actividades prácticas (24-09-2010). El plan que realiza Edna es libre, no sigue formatos institucionales. En el plan previsto no se hace alusión a los propósitos u objetivos de enseñanza y aprendizaje.

De acuerdo con lo hallado en los planes de clase, en los diarios, en la transcripción de clase y en la entrevista, Edna lleva a cabo una metodología de enseñanza centrada en la transmisión de contenidos, focalizada en el trabajo en clase con libros de texto y con la búsqueda de significados en diccionarios (13-04-2010, 07-05-2010, 23-07-2010, 31-08-2010), y no tanto utilizando explicaciones en el aula. También dicta resúmenes, propone el coloreado de dibujos, la lluvia de preguntas, salidas de campo (6-04-2010, 20-04-2010, 24-04-2010, 27-04-2010, 4-05-2010, 25-05-2010). El abordaje de los contenidos lo hace mediante definiciones aisladas que se evidencian en el uso del palabrarío. Edna programa actividades variadas, pero no están articuladas en clases de tareas que contribuyan a avanzar en la conceptualización de los estudiantes frente a los temas tratados.

- Uso de referencias teóricas. Las referencias teóricas que se visibilizan en el aula de clase son del ámbito disciplinar y provienen de los libros de texto y manuales de laboratorio, como así lo señala la propia maestra en formación en la intervención 73 de la entrevista (tabla 49).
- Uso de recursos. Prevalen como recursos los libros de texto y los apuntes en los cuadernos, sobre todo de resúmenes. También refiere el uso de la biblioteca del colegio, en ocasiones el laboratorio y la naturaleza aledaña al colegio.

**Evaluación de los aprendizajes.** Edna alude a la evaluación en términos de quizz, exámenes orales y escritos que plantea al finalizar el abordaje de cada tema. También se refiere al trabajo de consulta y socialización de las mismas, las cuales plantea en el transcurso de la enseñanza. En la visita realizada, observamos en los cuadernos de los estudiantes valoraciones con número respecto de las actividades que realizan. No hay indicios de las indagaciones de los conocimientos previos, ni aparecen instrumentos diseñados y trabajados para lograr tal finalidad. La forma como la maestra en formación conoce las ideas previas es mediante la “lluvia de ideas”, por lo que no se puede considerar una evaluación inicial propiamente dicha. La evaluación no se hace para potenciar el aprendizaje de los alumnos sino más bien como devolución de los contenidos escritos, producto de los dictados de la maestra en formación o de lo que copian de libros.

A continuación, procedemos al análisis de la autoevaluación de la enseñanza en el contexto de establecimientos educativos de práctica. Al respecto, presentamos en la tabla 50 la información aportada en el diario por Edna.

**Tabla 50** Información aportada por las fuentes respecto de la categoría: acción en el aula y subcategoría: evaluación de los aprendizajes. Contexto de práctica en un establecimiento educativo.

<b>CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA</b>	
<b>Subcategoría: Evaluación de los aprendizajes</b>	
<b>PLAN DE ENSEÑANZA</b>	31 -08-2010 Quiz de animales ovíparos y vivíparos, de manera oral.
<b>DIARIO</b>	20 -04-2010 Se realizó el examen pertinente al tema; algunos niños manifestaron no haber estudiado, pero de todas formas se hizo, pues habían tenido ocho días de preaviso. De 17 niños, 5 perdieron. 07-05-2010 En la evaluación del tema anterior (reproducción) todos aprobaron, siendo satisfactorio para la educadora. 3-07-2010 Se repasa el examen anterior para realizar un quiz pertinente. 30-07-2010 Se realizó el examen, pero en su mayoría les fue mal en dos de las cinco preguntas.
<b>TRANSCRIPCIÓN DE CLASE</b>	Actividades y procedimientos 31-08-2010 12. [...] Como tarea entonces les va a quedar investigar ¿qué es la biósfera y cómo influye dentro de cada uno de los ecosistemas? Listo, vamos a desarrollar un pequeño taller que les va ayudar a entender el tema.
<b>ENTREVISTA</b>	64 Profesora: ¿Y desde qué perspectiva y qué autor? 65. PE: Bueno, realmente no recuerdo en este momento qué autores; luego se les hace una actividad lúdica para terminar y por último la evaluación, que también puede ser de muchas formas, puede ser escrita con selección múltiple, puede ser socializada, puede ser oral, entonces de muchas formas se puede evaluar y ahí terminaríamos.

#### 5.4.2.2. Autoevaluación de la enseñanza

Hallamos en su diario (tabla 51) poca reflexión respecto de la autoevaluación de la enseñanza. Algunas de las reflexiones están sesgadas hacia las actitudes de los estudiantes, especialmente sobre el desarrollo del trabajo propuesto en clase y el comportamiento durante las actividades (13-04-2010, 20-04-2010, 18-05-2010, 25-05-2010). Edna narra que un comportamiento adecuado le genera satisfacción. Su percepción del aprendizaje de los estudiantes está centrada en su actitud (13-04-2010) y no en procesos de seguimiento sobre la conceptualización con respecto a los temas de estudio.

Asimismo, las reflexiones sobre los ambientes externos al aula (08-06-2010) y medios utilizados están relacionadas con los resultados evidenciados en el trabajo de sus estudiantes. Se revela un interés fundamental por hacer su clase amena y que guste a los estudiantes (23-07-2010), que los motive (30-07-2010), pero en general no aborda procesos de seguimiento sistemático de la conceptualización. La importancia dada a la captación de conceptos que indicaba en el contexto de formación universitaria se resuelve buscando apoyo en los recursos y en variadas actividades, entre ellas las que incluyen cambios en los espacios escolares para la enseñanza. En menor medida, hallamos reflexiones sobre su propuesta de enseñanza, solo el 6-07-2010 refiere como positiva las acciones “copiar y explicar”. Tanto esta acción como su justificación, reitera una tendencia de enseñanza orientada en la transmisión de conocimientos.

**Tabla 51.** Información aportada por las fuentes respecto de la categoría: autoevaluación de la enseñanza. Contexto de práctica en establecimientos educativos. Caso Edna

<b>CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN DE LA ENSEÑANZA</b>
<b>FUENTE: DIARIO</b>
<p>13-04-2010 A nivel de grupo pudo observarse un buen trabajo; es necesario hacer una lectura positiva del comportamiento, en cierta medida, gracias al cambio de espacio. A los niños les gusta aprender en otros lugares distintos al salón de clase. Como educadora me sentí bien y estoy segura de que los niños aprendieron mucho.</p>
<p>20-04- 2010 El grupo estuvo trabajando en calma a excepción de los alumnos que quisieron sabotear la clase, pero se les realizó la anotación pertinente.</p>
<p>18-05-2010 El grupo tuvo buenos ánimos para trabajar, estuvieron dispuestos, receptivos y tranquilos, hicieron preguntas con respecto al tema y me sentí tranquila y segura de lo que estaba haciendo.</p>
<p>25-05-2010 Se realizó la salida ecológica, el grupo tuvo mal comportamiento en las afueras de la institución, entonces nos devolvimos... Pienso que el mal comportamiento de los alumnos permite el desorden.</p>
<p>08-06-2010 Cuando los alumnos están en ambientes distintos al aula establecen mejores relaciones con el trabajo propuesto, pues han interactuado con otras cosas que a ellos les son más agradables.</p>
<p>6-07-2010 Se les dio la teoría del tema nuevo, estuvieron atentos pues se escribía y luego se explicaba para que la clase fuera un poco más amena, realmente funciona, hay buenos resultados, al explicar lo que van copiando de esta manera no se llenan de teoría sin saber qué es lo que dicen en sus apuntes.</p>
<p>13-07-2010 Pienso que tal vez las herramientas utilizadas no fueron suficientes para alcanzar el objetivo</p>
<p>23-07-2010 La clase fue amena, se realizó un laboratorio pertinente al tema. A manera personal fue motivante que ellos estuvieran entusiasmados por realizar el laboratorio y seguir instrucciones.</p>
<p>30-07-2010 A modo de reflexión personal, considero que fui demasiado puntual al realizar las preguntas o tal vez los niños solo estudian de modo superficial sin entrar en detalles. Considero que el error fue más mío que de ellos, puesto que los niños más brillantes del grupo presentaron dificultad. Durante el examen pude darme cuenta que los niños tienen poca motivación para estudiar, la mitad del grupo perdió el examen y reconocieron que les faltó estudiar. Por mi parte trataré de realizar actividades que no sean rutinarias y que motiven el trabajo.</p>
<p>23-07-2010 Se reunieron en equipos pero se notó que el grupo está en algunas ocasiones dividido, algunos compañeros les cuesta trabajo realizar actividades con compañeros diferentes a su círculo de amigos. [...] se debe fortalecer en valores y el trabajo en equipo, se necesitan valores fundamentales como: el respeto, la tolerancia, la perseverancia.</p>

En el ESQUEMA que se infiere de su práctica pedagógica (tabla 52) incluye una enseñanza centrada en la docente, donde su rol fundamental es acercar a los estudiantes a los contenidos de las ciencias, mediante diversas actividades y la consideración de los referentes teóricos de forma fragmentada; es decir, los conceptos son palabras a definir, razón por la cual plantea la búsqueda de estos en un diccionario. El ejercicio con el

palabrario no supera el glosario de términos. No se observa que la comprensión de los conceptos científicos forme parte de un entramado teórico o campo conceptual, donde se puedan vincular con otros conceptos con relaciones básicas de significado.

**Tabla 52.** Elementos del ESQUEMA activado por Edna para enseñar conceptos científicos. Contexto de práctica en un establecimiento educativo, primera fase antes de la intervención

<b>ELEMENTOS DE ESQUEMA ACTIVADO POR EDNA EN EL ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO DE PRÁCTICA. PRIMERA FASE</b>	
<b>ANTICIPACIONES (metas, objetivo, efectos)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentar los temas a los estudiantes [meta].</li> <li>- Plantear una clase amena y que motive a los estudiantes mediante diversas actividades, algunas fuera del aula. [Objetivo].</li> <li>- El trabajo con el palabrario les permite ampliar su vocabulario de Ciencias Naturales.</li> <li>- Para acceder al conocimiento los alumnos pueden consultar el tema o leerlo en un libro.</li> </ul>
<b>CONCEPTOS-EN-ACCIÓN</b>	Enseñanza de conceptos científicos relacionada con: consultas, dibujos, libros de texto, palabrario, manualidades, explicación.
<b>TEOREMAS-EN-ACCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Una tarea básica para proponer a los estudiantes es que ellos realicen consultas de los temas tratados.</li> <li>- Actividades de enseñanza pueden ser: explicación por parte de la docente, lluvia de preguntas, realización de dibujos en el tablero y dictado de resúmenes.</li> <li>- Los alumnos deben estar ocupados en diversas actividades.</li> </ul>
<b>REGLAS DE ACCIÓN</b>	<p>La enseñanza de conceptos científicos implica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar un resumen del tema que va enseñar.</li> <li>- Explicar los temas.</li> <li>- Proponer consultas de temas para realizar en casa.</li> <li>- Realizar actividades prácticas.</li> <li>- Plantear a los estudiantes el coloreado de dibujos alusivos al tema.</li> <li>- Escribir en el tablero el resumen</li> <li>- Realizar un quiz de manera oral</li> <li>- Desarrollar talleres o preguntas para que los estudiantes respondan con apoyo de un libro.</li> <li>- Proponer a los estudiantes buscar el significado de... y escribirlo en el palabrario.</li> <li>- Dictar el resumen del tema para que los estudiantes lo escriban.</li> <li>- Copiar una parte del resumen del tema y luego explicarlo al grupo de estudiantes.</li> </ul>
<b>INFERENCIAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A los niños les gusta aprender en lugares diferentes del salón de clase.</li> <li>- Todos aprobaron, siendo satisfactorio para la profesora.</li> <li>- Cuando los alumnos están en ambientes distintos al aula establecen mejores relaciones con el trabajo propuesto, pues han interactuado con otras cosas que a ellos les han agradado.</li> <li>- Se les dio la teoría del tema nuevo, estuvieron atentos pues se escribía y luego se explicaba para que la clase fuera un poco más amena; realmente funciona, hay buenos resultados, al explicar lo que van copiando, de esta manera no se llenan de teoría sin saber qué es lo que dicen en sus apuntes.</li> </ul>

Hay un conductismo muy acentuado en la práctica de la profesora, pues los alumnos no construyen dentro de la experiencia; dentro del contenido epistémico de la clase, ella no conceptualiza sobre lo que trabaja. En la práctica se pudo evidenciar la

exploración de ideas iniciales mediante preguntas generales, pero no son sistematizadas o analizadas; luego se realizan las actividades tendientes a acceder a los asuntos teóricos planteados por la teoría, generalmente explicados por la profesora, consultados mediante series de preguntas en un libro o mediante consultas extraclase u observando vídeos; también plantea actividades como colorear o realizar dibujos alusivos a los temas, talleres o acciones manuales. Al final está la evaluación de lo aprendido.

No hay preocupación por la comprensión de los conceptos, parece que hay un interés en el abordaje de temas, sin profundización en la comprensión de los significados. Los alumnos hacen diversas actividades y se busca más una actitud de agrado y buen comportamiento. El trabajo con el palabrerío induce la búsqueda de definiciones aisladas, cuya fuente principal es un diccionario general que presenta, como es lógico, diversas acepciones de los términos, incluyendo las que no tienen relación con las ciencias naturales (lo que se presta para confundir a los estudiantes y generar en ellos ideas alternativas que distan de la conceptualización científica). Un diccionario general tampoco hace claridad sobre los contextos de aplicación de los significados, según la rama del saber al que se refieren.

Por otro lado, la utilización de textos tampoco se aprovecha debidamente, pues su uso se limita a copiar información, mediante preguntas literales centradas en definiciones, y muy pocas veces se plantean actividades que permitan la construcción de nuevos significados. Comparando los dos esquemas, hay gran similitud en cuanto a la marcada tendencia transmisionista; sin embargo, sus anticipaciones sobre la posible implementación de una propuesta de enseñanza fundamentada en la teoría del Aprendizaje Significativo no es una regla de acción.

A continuación hacemos una síntesis general de todas las categorías y subcategorías analizadas en cada contexto, que presentamos en las tabla 53.

## **5.5. SÍNTESIS GENERAL POR CATEGORÍAS**

### **5.5.1. Contexto de formación universitaria**

#### **5.5.1.1. Referentes teóricos de la enseñanza**

Los maestros en formación refieren conceptos, teorías y modelos con diversos niveles de explicación, y algunos más relacionados con el tema de enseñanza que otros. Antonio y Walter, que se desempeñan como profesores de secundaria, expresan respuestas más amplias, con mayor argumentación y más enfocadas en el tema de enseñanza. No obstante, hay diferencias entre ellos: el primero alude a teorías y modelos, y el segundo a autores de las teorías pero omitiendo algunos de relevancia en el tema. Federico y Edna solo hacen una denominación de teorías sin explicaciones.

**Tabla 53. Síntesis general de las categorías: Ambos contextos.**

Categoría	Subcategoría Nivel 1	Contexto de formación universitaria
Referentes teóricos	Disciplinares	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alusiones a conceptos, teorías, modelos relacionados con el tema de enseñanza desde diversos niveles de explicación.</li> <li>- Se enuncian secuencias de modelos como usualmente son presentados en los libros de texto.</li> <li>- Falencias en la conceptualización.</li> <li>- Valoración positiva de la necesidad de fundamentos que sirven de apoyo para comprender los conceptos científicos a enseñar y de una adecuada conceptualización por parte del profesor.</li> </ul>
	Históricos y epistemológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consideración de la ciencia como campo de conocimientos.</li> <li>- Referencias a análisis históricos que den cuenta de la evolución de los conceptos científicos.</li> <li>- Alusión a los conceptos como construcción y dotados de historicidad.</li> <li>- Consideración del cambio en los modelos a través del tiempo.</li> <li>- La necesidad de la mirada a los contextos donde se construyen los conceptos.</li> <li>- Valoración de la importancia del estudio de la historia de los conceptos en la conceptualización y comprensión de estos.</li> <li>- Asignación de un carácter útil y aplicable a los conceptos científicos.</li> <li>- La ciencia con periodos de ciencia como verdad, ciencia real.</li> </ul>
	Psicológicos y aportes en educación en ciencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Referencia a la teoría del aprendizaje significativo y teoría de cambio conceptual sin profundizar en explicaciones sobre sus planteamientos y sus implicaciones didácticas para enseñar conceptos científicos.</li> <li>- Postura ecléctica de construcción de conocimiento escolar.</li> <li>- Libros de texto y cartillas de Escuela Nueva resuelven el problema de qué enseñar y cómo hacerlo.</li> <li>- Poca claridad frente al proceso e instrumentos de indagación de conocimientos previos y su incidencia en etapas posteriores de un proceso didáctico.</li> </ul>
Planteamiento de Organización de la enseñanza	Estructura de la Planificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atención a criterios relacionados con la estructura disciplinar.</li> <li>- Predominio de contenidos conceptuales respecto de los procedimentales y actitudinales.</li> <li>- Priorización de tiempo de duración y listado de temas.</li> <li>- No se hace referencia a propósitos, objetivos, indicadores, metodologías de enseñanza y formas de evaluación.</li> <li>- Ideas sobre la planificación que orientan secuencias de actividades relacionadas con propuestas constructivistas generales.</li> </ul>
	Metodología de enseñanza	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atención a prerrequisitos de conocimientos.</li> <li>- Análisis de los grupos de estudiantes teniendo en cuenta sus saberes previos.</li> <li>- Alusiones a términos y procedimientos relacionados con propuestas constructivistas.</li> <li>- Establecimiento de relaciones entre los conocimientos científicos y lo útil y concreto.</li> <li>- Enunciaciones de actividades puntuales sin conexión explícita.</li> </ul>
	Evaluación de aprendizajes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Centrada en el estudiante.</li> <li>- Énfasis en la evaluación de productos finales, mediante la medición con talleres, desarrollos de series de ejercicios, exámenes escritos, cuadros comparativos.</li> <li>- Privilegia los contenidos conceptuales.</li> </ul>

Categoría	Subcategoría de Nivel 1	Subcategoría de Nivel 2	Contexto de práctica en establecimientos educativos
Acción en el aula	Metodología de enseñanza	Planificación de la enseñanza	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los criterios que orientan la estructura del plan de enseñanza son las normativas institucionales.</li> <li>- Cuadernos de notas con temas, resúmenes, dibujos, gráficos y desarrollos de ejercicios.</li> <li>- Programación de la enseñanza preestablecida.</li> <li>- Planificación de la enseñanza de manera autónoma.</li> </ul>
		Actividades y procedimientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exposición verbal de contenidos.</li> <li>- Definición de conceptos.</li> <li>- Énfasis en lo procedimental matemático.</li> <li>- Realización de ejercicios a manera de ejemplo.</li> <li>- Aplicación de los conocimientos en series de ejercicios.</li> <li>- Ausencia de procesos de sistematización de conocimientos previos.</li> <li>- Predominio de acciones centradas en el docente.</li> <li>- Trabajo en clase con mayor énfasis en el uso de libros de texto y con la búsqueda de significados en diccionarios</li> <li>- Enseñanza de definiciones aisladas, trabajo con el palabrarío.</li> </ul>
		Uso de referencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las fuentes de información se plantean en la perspectiva de mediadores didácticos; no es claro si se recurre a ellas para el estudio y la comprensión de los conceptos científicos a enseñar.</li> <li>- Referentes históricos y epistemológicos ausentes en propuestas de enseñanza de otros conceptos diferentes a los de los modelos atómicos.</li> <li>- No se evocan referentes que tengan que ver con aproximaciones a estudios de los ámbitos psicológicos o de educación en ciencias.</li> <li>- Las bibliografías de contenido disciplinar son de nivel universitario y de la educación media, además, se recurre a cibergrafía recomendada.</li> </ul>
		Uso de recursos	<p>Se alude a aulas de clase, laboratorios, zonas verdes, libros de texto, tiza, tablero e internet. Cartillas de Escuela Nueva, zonas verdes, computadores.</p>
	Evaluación de Aprendizajes		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación sumativa.</li> <li>- Seguimiento de directrices institucionales con respecto a la evaluación.</li> <li>- Evaluación por competencias con inclusión de indicadores conceptuales, procedimentales y actitudinales.</li> <li>- Predominio de instrumentos como evaluaciones escritas, quizz sorpresa, informes de laboratorio, trabajos en grupos y socializaciones.</li> <li>- No hay seguimiento a los procesos de conceptualización.</li> <li>- Implementación de evaluación de tipo heteroevaluación, coevaluación y autoevaluación.</li> </ul>

Categoría	Subcategoría de Nivel 1	Subcategoría de Nivel 2	Contexto de establecimientos educativos de práctica
Autoevaluación de la enseñanza			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reflexiones centradas en las respuestas actitudinales y en los resultados académicos de los estudiantes y no sobre las propias prácticas.</li> <li>- Los avances en aprendizajes son analizados como cambios en la madurez de las estudiantes.</li> <li>- La reflexión que se plantea a sí mismo sobre los procesos de enseñanza de conceptos científicos se delega en sus estudiantes.</li> <li>- Reflexiones pedagógicas centradas básicamente en las dificultades de comprensión por parte de los estudiantes, frente a lo que propone actividades puntuales, como: consultas, juegos y videos en internet.</li> <li>- Algunas acciones solo se plantean desde el “deber ser”, no hay evidencias de que se lleven a la práctica.</li> <li>- Reflexiones sesgadas hacia las actitudes y el comportamiento de los estudiantes, dejando de lado procesos de seguimiento a la conceptualización de los estudiantes frente a los temas de estudio.</li> </ul>

*Los referentes disciplinares* de las ciencias experimentales se enuncian como usualmente son presentados en los libros de texto de educación secundaria y primaria; hay que tener en cuenta, como ya hemos comentado anteriormente, que los libros de texto, en general, plantean simplificaciones e interpretaciones de sus propios autores y algunos omiten fundamentaciones más contemporáneas.

Respecto de los *referentes históricos y epistemológicos*, todos los casos expresan la importancia de los análisis históricos para una mejor comprensión de los conceptos científicos y, en este sentido, conciben dichos conceptos dotados de historicidad. Antonio y Walter plantean secuencias de modelos atómicos sin hacer reflexiones sobre elementos de discontinuidad o rupturas en su devenir histórico. Antonio defiende una postura constructivista del conocimiento científico, con rasgos de una visión pragmatista al dotar dicho conocimiento de un carácter útil y aplicable. Por otro lado, Walter se expresa en determinados momentos en términos de verdad respecto de la ciencia, “ciencia real” con una tendencia marcada hacia un realismo interpretativo (Pozo y Gómez Crespo, 1998). Tanto Walter como Edna conciben el trabajo de laboratorio como la posibilidad de comprobar teorías y no como la posibilidad de favorecer la construcción de conocimiento en los estudiantes; en ellos se perciben rasgos de una visión empirista de la ciencia.

Respecto de los *referentes psicológicos y de educación en ciencias*, tanto Walter como Antonio aluden a las teorías de aprendizaje significativo y la teoría de cambio conceptual, pero no trascienden su denominación; Asimismo, mencionan algunos conceptos del marco del Aprendizaje Significativo de Ausubel sin ahondar en explicaciones sobre ellos o sobre cómo se articulan en el planteamiento del proceso de enseñanza y de aprendizaje de conceptos científicos. Estos dos maestros en formación muestran una conceptualización muy general y confusa de construcción de conocimiento en los estudiantes. Federico y Edna manifiestan poca claridad en los fundamentos de orden psicológico y aquellos relacionados con la educación en ciencias; no expresan conceptos ni relaciones vinculadas con la adopción de referentes que fundamenten un proceso orientado tanto hacia la construcción de significados de conceptos científicos en los estudiantes como a la toma de decisiones relacionadas con

procesos de enseñanza. Los cuatro casos plantean la teoría a partir de la indagación de conocimientos previos, pero no hay claridad frente al proceso o los instrumentos que posibiliten al maestro sistematizar esta información.

#### 5.5.1.2. Planteamiento de la organización de la enseñanza

En relación con los aspectos que debe tener un *plan de enseñanza*, los maestros en formación muestran diversidad de visiones. Walter da prioridad al tiempo de duración, al listado de temas y a la necesidad de incluir experiencias de laboratorio. Antonio se centra también en el estudiante, destacando la necesidad de considerar sus conocimientos previos, así como establecer secuencias de actividades relacionadas con propuestas constructivistas de corte general. Federico propone que un plan contiene una parte experimental y otra teórica y da prioridad a los contenidos procedimentales y conceptuales. Y Edna, por su parte, plantea una serie de aspectos sin conexión explícita; también alude a la indagación de saberes previos, “suministro” de conceptos. Ninguno de ellos se refiere, en la descripción de sus experiencias, al planteamiento de problemas o situaciones que problematicen los procesos de aprendizaje y activen habilidades cognitivas.

Sobre la *metodología de enseñanza*, en las respuestas al cuestionario o en el mapa conceptual, los maestros en formación explicitan rutas metodológicas con algunas variaciones entre ellas, las cuales podrían relacionarse con tendencias de corte general constructivista y también empiristas. Entre las primeras, se encuentra la propuesta de Antonio, quien alude a la exploración de conceptos previos, introducción de nuevos conocimientos y trabajo de los estudiantes mediante actividades como realización de talleres, prácticas experimentales y consultas; concretamente, para Antonio es necesario vincular los nuevos conocimientos con los que posee el estudiante y buscar aproximación a su cotidianidad, de tal forma que este perciba el concepto científico como útil y concreto. Del mismo modo, Walter, Federico y Edna refieren una etapa inicial desde diversos términos como “conocer saberes previos de los estudiantes”, “analizar falencias y ventajas del grupo”, “tener en cuenta los conocimientos prerrequisitos”, “conocer ideas previas”; sin embargo, no hacen un planteamiento

didáctico donde se articule esta primera etapa de exploración de saberes con las otras sucesivas.

Federico, por su parte, plantea una metodología inductivista que privilegia las prácticas experimentales, las analogías con la cotidianidad, las consultas de temas, los dibujos y las explicaciones que lleven a los estudiantes a un nuevo concepto. Walter, Federico y Edna parecen orientarse más en sus creencias e intuiciones que en una propuesta didáctica claramente definida y aluden a actividades puntuales, señalando algunas características como, por ejemplo, “que llamen la atención a los estudiantes”, “que despierten el interés y la capacidad de asombro”.

Para los cuatro casos, la *evaluación de los aprendizajes* está centrada en los estudiantes y es planificada por el profesor, quien da prioridad a los contenidos disciplinares. En cuanto a su finalidad, para ellos consiste en comparar los productos finales con respecto a la información suministrada (caso Edna); también hay referencia a la evaluación como medición (caso Federico) con instrumentos como talleres, informes de laboratorio y exámenes escritos. Si bien los maestros en formación refieren una etapa inicial de exploración de saberes previos, no explicitan las formas de hacerlo y los tipos de instrumentos, como tampoco aclaran si esta evaluación ocasiona un nuevo planteamiento del trabajo del profesor.

## **5.5.2. Contexto de práctica en un establecimiento educativo**

### **5.5.2.1. Acción en el aula**

En el contexto ‘establecimiento educativo de práctica’, Antonio y Walter elaboran planes de enseñanza de acuerdo con directrices institucionales y completan formatos que indican los aspectos a considerar. Federico sigue una programación preestablecida sin mayores modificaciones, en la medida que cuente con materiales necesarios. Edna, por el contrario, realiza un plan de manera autónoma.

En relación con las *actividades y procedimientos* es reiterativa en ellos la explicación de definiciones y procedimientos matemáticos, la realización de series de ejercicios y la diversidad de actividades guiadas más por sus propias intuiciones que por una propuesta de enseñanza coherente con referentes teóricos claramente definidos.

En el trabajo de aula, el *uso de referencias teóricas* son básicamente del ámbito disciplinar científico y con exclusividad de los libros de texto de niveles de educación media y universitaria, aunque también recurren a cibergrafía. Para Federico, la referencia teórica esencial es el módulo que contiene la propuesta epistemológica y didáctica que direcciona sus prácticas de enseñanza en general y, por ende, la enseñanza de conceptos científicos. El *uso de recursos* utilizados corresponde en gran medida a libros de texto, módulos, manuales de laboratorio, diccionarios generales, salas de computadores y zonas verdes del ambiente campestre cercanos a los establecimientos educativos.

#### **5.5.2.2. Autoevaluación de la enseñanza**

En las reflexiones de los maestros en formación predomina la tendencia hacia las actitudes, los comportamientos y las dificultades que muestran sus estudiantes; poco aluden a un análisis sobre sus propias acciones en el proceso de enseñanza de conceptos científicos.

### **5.6. CONTRASTACIÓN DE LOS ESQUEMAS INFERIDOS EN LA PRIMERA FASE**

En la tabla 54 presentamos un resumen de elementos de esquemas inferidos en el contexto de formación universitaria y en el contexto de práctica en los establecimientos educativos que también eran sus lugares de trabajo. Recordamos que la información se recoge antes de la intervención, tal como los maestros en formación plantean los procesos de enseñanza.

**Tabla 54.** Elementos de ESQUEMAS INICIALES que activan los cuatro maestros en formación, en los contextos considerados en este estudio.

ELEMENTOS DE ESQUEMAS	ANTONIO	WALTER	FEDERICO	EDNA
<p><b>ANTICIPACIONES (problemas, metas, objetivos, efectos)</b></p> <p><b>CONTEXTO FORMACIÓN UNIVERSITARIO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los principales problemas que podría prever son de tipo conceptual y representacional.</li> <li>- Lograr una mejor comprensión y conceptualización por parte del estudiante [Meta].</li> <li>- Desarrollar una estrategia didáctica y pedagógica que fundamentaría en el aprendizaje significativo [Objetivo].</li> <li>- Tener claro qué situaciones de la vida cotidiana del estudiante (contextualización) se relacionan o aluden al concepto. Esto posibilita el aprendizaje, ya que los estudiantes perciben el concepto como útil y concreto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En el momento de enseñar un concepto científico resultan ser problemas: la carencia de prerrequisitos y concepciones erróneas que posean los estudiantes.</li> <li>. Desarrollar el concepto y reforzarlo con el uso de medios que les llamen la atención a los estudiantes [Meta].</li> <li>- Analizar las falencias y ventajas del grupo [objetivo].</li> <li>- El uso de applets, aplicaciones tecnológicas y trabajo de experimentación en el laboratorio pueden ayudar a motivar al estudiante hacia el aprendizaje.</li> </ul>	<p>Es un problema para la enseñanza de conceptos científicos que los estudiantes no tengan los conocimientos prerrequisitos. Una dificultad en el proceso de enseñanza es no disponer de los materiales y equipos para desarrollar experimentos, ni tampoco de otros materiales de consulta.</p> <p>Inducir los estudiantes hacia un nuevo concepto [Meta].</p> <p>Avanzar en la temática e inducir los estudiantes en el nuevo concepto desde la teoría y la experimentación [Objetivo].</p>	<p>Los problemas están relacionados con la captación de conceptos. Presentar los conceptos científicos a los estudiantes [Meta].</p> <p>Realizar primero un diagnóstico de lo que saben los estudiantes para saber qué proceso se debe iniciar [Objetivo].</p> <p>La teoría del aprendizaje significativo brinda elementos para resolver problemas relacionados con la captación del concepto a enseñar.</p>
<p><b>ANTICIPACIONES</b></p> <p><b>CONTEXTO CENTRO EDUCATIVO DE PRÁCTICAS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentar conocimientos y procedimientos para resolver ejercicios [Meta].</li> <li>- Facilitar el dominio de procedimientos para resolver ejercicios mediante explicaciones y resolución de talleres [Objetivos].</li> <li>- Las actividades de explicación, exposición magistral, desarrollo de ejemplos, realización de talleres procedimentales y de aplicación de lo aprendido son fundamentales en el aprendizaje de conceptos científicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Explicar y definir los conceptos científicos [Meta].</li> <li>Aplicar los conocimientos en la realización de ejercicios y en las prácticas experimentales [Objetivo].</li> <li>- Para mejorar la motivación por la física y la comprensión lectora, voy a desarrollar los temas tratando de incentivar el agrado por la física y proponer más lecturas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Desarrollar todo lo propuesto en la cartilla de Ciencias Naturales de Escuela Nueva [Meta].</li> <li>- Acompañar y resolver dudas de los estudiantes frente a las actividades de la cartilla [Objetivo].</li> <li>- Algunos conceptos son prerrequisitos de otros y no están en la guía. Es necesario diseñar unas actividades que expliquen saberes previos importantes, para que ellos puedan construir un buen conocimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentar los temas a los estudiantes [meta].</li> <li>- Plantear una clase amena y que motive a los estudiantes mediante diversas actividades, algunas fuera del aula. [Objetivo].</li> <li>- El trabajo con el palabrarío les permite ampliar su vocabulario de Ciencias Naturales.</li> <li>- Para acceder al conocimiento los alumnos pueden consultar el tema o leerlo en un libro.</li> </ul>

<b>ELEMENTOS DE ESQUEMAS</b>	<b>ANTONIO</b>	<b>WALTER</b>	<b>FEDERICO</b>	<b>EDNA</b>
<b>CONCEPTOS EN ACCIÓN</b>  <b>CONTEXTO FORMACIÓN UNIVERSITARIO</b>	Enseñanza de conceptos científicos relacionada con: Ciencia, científico, desarrollo histórico, conocimientos previos, conocimiento útil y aplicable.	Enseñanza de conceptos científicos relacionada con: Historia de los modelos, visión de ciencia realista, plan, prerrequisitos, temáticas, explicación, motivación, evaluación.	Enseñanza de conceptos científicos relacionada con: Saberes previos, concepciones, prerrequisitos, ejercicios prácticos o experimentos, inducir, evaluación como medición.	Enseñanza de conceptos científicos relacionada con: Ideas previas, transmisión, interés del alumno, suministro de conceptos, metodología variada, evaluación.
<b>CONCEPTOS-EN-ACCIÓN</b>  <b>CONTEXTO CENTRO EDUCATIVO DE PRÁCTICAS</b>	Enseñanza de conceptos científicos relacionada con: Plan-formato, explicaciones, ejemplos, talleres procedimentales, ejercitación de procedimiento, evaluaciones escritas y orales, quizz sorpresa.	Enseñanza de conceptos científicos relacionada con: Temas, contenidos, libros de texto escolares, explicación, definiciones, ejercicios, talleres, evaluaciones escritas	Enseñanza de conceptos científicos relacionada con: Módulos (cartilla), saberes previos, acompañante.	Enseñanza de conceptos científicos relacionada con: Consultas, dibujos, libros de texto, palabrario, manualidades, explicación.
<b>RELACIONES ENTRE CONCEPTOS</b>  <b>CONTEXTO DE FORMACIÓN UNIVERSITARIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La ciencia es un campo de conocimientos.</li> <li>- El científico estudia, analiza, registra, observa y sistematiza.</li> <li>- En la enseñanza de conceptos científicos es importante considerar el desarrollo histórico (evolución continuista) del pensamiento científico.</li> <li>- El átomo es una construcción en términos de su significado.</li> <li>- Se debe plantear la relación entre los nuevos conocimientos y los conocimientos previos ya existentes en la estructura cognitiva de los estudiantes.</li> <li>- Los conceptos científicos se presentan a los estudiantes claros, útiles, aplicables y contextualizados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La historia de los modelos atómicos muestra períodos de tiempo en los cuales fueron ciencia real.</li> <li>- La historia de los modelos atómicos debe estudiarse a fondo.</li> <li>- Un plan básicamente contiene las temáticas, la duración prevista y las experiencias de laboratorio.</li> <li>- La carencia de prerrequisitos en los estudiantes es un problema a la hora de enseñar un concepto.</li> <li>- El profesor explica, desarrolla las temáticas.</li> <li>- Los estudiantes se motivan por el aprendizaje con medios que les llamen la atención y les gusten.</li> <li>- La evaluación le revela al maestro los alcances de su explicación.</li> <li>- Para evaluar se utilizan talleres y pruebas escritas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para enseñar un concepto científico se debe tomar en cuenta los prerrequisitos, los saberes previos y las concepciones de los estudiantes.</li> <li>- La enseñanza de conceptos científicos debe incluir ejercicios prácticos o experimentos.</li> <li>- Siempre la teoría debe estar articulada con la práctica.</li> <li>- El profesor induce al estudiante al nuevo concepto desde la teoría y la experimentación.</li> <li>- La evaluación permite medir los conocimientos alcanzados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El maestro conoce las ideas previas de los estudiantes mediante una lluvia de ideas.</li> <li>- Un maestro, para enseñar un concepto científico, debe saber cómo transmitirlo y hacer que sus estudiantes se interesen por el tema.</li> <li>- Las teorías científicas se plantean o suministran mediante los textos dentro del aula.</li> <li>- Los laboratorios y salidas de campo permiten comprobar las teorías.</li> <li>- La metodología de enseñanza debe ser variada.</li> <li>- La evaluación es la comparación del concepto antes y después.</li> </ul>

<b>ELEMENTOS DE ESQUEMAS</b>	<b>ANTONIO</b>	<b>WALTER</b>	<b>FEDERICO</b>	<b>EDNA</b>
<p><b>RELACIONES ENTRE CONCEPTOS</b></p> <p><b>CONTEXTO CENTRO EDUCATIVO DE PRÁCTICAS</b></p>	<p>-El plan de enseñanza se realiza según el formato institucional.</p> <p>-Para enseñar conceptos científicos es necesario explicarlos.</p> <p>-El profesor debe realizar ejercicios a manera de ejemplos.</p> <p>-Los talleres permiten evidenciar si el estudiante tiene dominio de los procedimientos para resolver los ejercicios.</p> <p>-Con la explicación y ejercitación de procedimientos los estudiantes aprenden los conceptos científicos.</p> <p>-Las técnicas e instrumentos de evaluación en los procesos de enseñanza son las evaluaciones escritas y orales y también quizz sorpresa.</p>	<p>-La planificación se centra en los temas o contenidos a enseñar.</p> <p>-Los libros de texto escolares son fuentes básicas de consulta.</p> <p>-Las actividades de enseñanza se centran en la explicación, definición de conceptos, realización de ejercicios, trabajo de talleres de manera individual o en grupo.</p> <p>-Las prácticas de laboratorio permiten la demostración del concepto enseñado.</p> <p>-Los aprendizajes se evalúan mediante pruebas escritas, talleres y prueba acumulativa.</p>	<p>En el contexto de Escuela Nueva se dispone de los módulos de Ciencias Naturales, allí se encuentran los conceptos a enseñar y las actividades de enseñanza y evaluación.</p> <p>-Es muy importante que los muchachos tengan claro los prerrequisitos de conocimiento.</p> <p>-El papel del maestro es ser acompañante del proceso de aprendizaje.</p> <p>-Ante las dificultades en la asimilación de los conocimientos, los computadores permiten realizar consultas y agregar algunos experimentos para profundizar más.</p>	<p>-Una tarea básica para proponer a los estudiantes es que ellos realicen consultas de los temas tratados.</p> <p>-Actividades de enseñanza pueden ser la explicación por parte de la docente, lluvia de preguntas, realización de dibujos en el tablero y dictado de resúmenes.</p> <p>-Los alumnos deben estar ocupados en diversas actividades</p>

<b>ELEMENTOS DE ESQUEMAS</b>	<b>ANTONIO</b>	<b>WALTER</b>	<b>FEDERICO</b>	<b>EDNA</b>
<b>REGLAS DE ACCIÓN</b>  <b>CONTEXTO DE FORMACIÓN UNIVERSITARIA</b>	<p>La enseñanza de conceptos científicos implica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecer vínculos, asociaciones y relaciones entre los nuevos conocimientos y los ya existentes en la estructura cognitiva de los estudiantes; así como la aproximación a su cotidianidad.</li> <li>- Partir de análisis histórico-epistemológicos que evidencie la evolución del concepto hasta la contemporaneidad.</li> <li>- Plantear a los estudiantes la idea de que el “átomo” es una construcción (en términos de su significado y representación).</li> </ul>	<p>La enseñanza de conceptos científicos implica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analizar las falencias y ventajas del grupo de estudiantes</li> <li>- Motivar hacia el aprendizaje tomando ejemplos con lo que a ellos les guste o llama su atención.</li> <li>- Desarrollar las temáticas.</li> <li>- Reforzar la motivación con medios que a ellos los atrae como applets u otras aplicaciones tecnológicas.</li> <li>- Realizar trabajo de experimentación en los laboratorios.</li> <li>- Hacer un poco de motivación cuantitativa (calificación).</li> </ul>	<p>La enseñanza de conceptos científicos implica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar y tener en cuenta los conocimientos previos a la enseñanza.</li> <li>- Avanzar en la temática e inducir a los estudiantes en el nuevo concepto desde la teoría y la experimentación.</li> <li>- Buscar experimentos o analogías que permitan relacionar lo enseñado con lo cotidiano.</li> <li>- Si los estudiantes no asimilan los conceptos, entonces se proponen actividades complementarias como consultas en internet, experimentos, dibujos, explicaciones.</li> </ul>	<p>Enseñar conceptos científicos implica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar primero un diagnóstico de lo que saben los estudiantes para saber qué proceso se debe iniciar.</li> <li>- Plantear la teoría científica mediante los textos dentro del aula</li> <li>- Realizar actividad de consulta por parte del alumno, extraclase.</li> <li>- Realizar actividad fuera del aula como observación de videos, elaboración de diagramas, mapas conceptuales, sopas de letras, dibujos, musical, lectura y taller.</li> <li>- Comprobar mediante laboratorios y salidas de campo.</li> <li>- Evaluar para comparar el antes y el después.</li> </ul>
<b>REGLAS DE ACCIÓN</b>  <b>CONTEXTO CENTRO EDUCATIVO DE PRÁCTICAS</b>	<p>La enseñanza de conceptos científicos implica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diligenciar el plan formato institucional.</li> <li>- Explicar los conceptos y procedimientos para solucionar los ejercicios.</li> <li>- Desarrollar ejercicios en el tablero a manera de ejemplo.</li> <li>- Resolver dudas o dificultades de los estudiantes.</li> <li>- Proponer a los estudiantes talleres procedimentales.</li> <li>- Asignar a los estudiantes</li> </ul>	<p>La enseñanza de conceptos científicos implica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabajar en la consulta de saberes previos de manera general, con preguntas ¿de tal tema...qué saben?</li> <li>- Explicar el tema.</li> <li>- Relacionar variables a través de expresiones matemáticas.</li> <li>- Realizar ejercicios donde se apliquen los conceptos enseñados.</li> <li>- Aumentar el grado de dificultad de los ejercicios.</li> <li>- Realizar paralelos para comparar</li> </ul>	<p>La enseñanza de conceptos científicos implica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollar las actividades planteadas en las guías.</li> <li>- Buscar en internet para complementar la información teórica y práctica relacionada con los temas tratados en las guías.</li> <li>- Preparar materiales y trabajar todas las áreas en los grados preescolar y primero.</li> <li>- Acompañar el desarrollo de las actividades en los grados 2°, 3°, 4° y 5° ya que existen módulos.</li> </ul>	<p>La enseñanza de conceptos científicos implica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar resumen del tema que se va enseñar.</li> <li>- Explicar el tema</li> <li>- Proponer consultas de temas para realizar en casa.</li> <li>- Realizar actividades prácticas.</li> <li>- Plantear a los estudiantes el coloreado de dibujos alusivos al tema.</li> <li>- Escribir en el tablero el resumen</li> <li>- Realizar quiz de manera oral</li> <li>- Desarrollar talleres o preguntas para</li> </ul>

	consultas sobre la utilidad o aplicación de los conceptos trabajados. - Entregar la teoría por grupos y luego hacer una socialización de ideas. - Evaluar mediante exámenes escritos y orales, exposiciones y quizz sorpresa.	diversos modelos. - Realizar pruebas escritas. - Orientar la corrección en el cuaderno de los ejercicios del examen. - Explicar utilizando la tiza y el tablero. - Hablar con las estudiantes sobre las falencias e invitarlas a mejorar.	- Explicar en caso que no entiendan lo que les corresponda hacer - Acompañar el proceso de auto-aprendizaje	que los estudiantes respondan con apoyo de un libro. - Proponer a los estudiantes buscar el significado de... y escribirlo en el palabrario. - Dictar el resumen del tema para que los estudiantes lo escriban. - Copiar una parte del resumen del tema y luego explicarlo al grupo de estudiantes.
<b>ELEMENTOS DE ESQUEMAS</b>	<b>ANTONIO</b>	<b>WALTER</b>	<b>FEDERICO</b>	<b>EDNA</b>
<b>INFERENCIAS</b>  <b>CONTEXTO DE FORMACIÓN UNIVERSITARIA</b>	Una adecuada conceptualización se favorece instaurando relaciones entre los nuevos conocimientos y los ya existentes en la estructura cognitiva de los estudiantes, mediante su aproximación a su cotidianidad.	Los prerrequisitos de conocimiento inciden en gran medida en la enseñanza de un concepto científico.	- Los experimentos y analogías con lo cotidiano contribuyen a la asimilación de conceptos. - Si no se dispone de materiales para realizar los experimentos y de consulta hay problemas en la enseñanza de conceptos científicos.	- Los textos contienen el conocimiento que los alumnos deben aprender. - Los laboratorios y las salidas de campo permiten comprobar las teorías científicas. - La enseñanza es un ciclo y al final el profesor realiza autoevaluación y reinicia.

<p><b>INFERENCIAS</b></p> <p><b>CONTEXTO CENTRO EDUCATIVO DE PRÁCTICAS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De acuerdo con la evidencia del desarrollo del taller y los resultados obtenidos, los estudiantes tienen comprensión de los procedimientos.</li> <li>- Los estudiantes incumplen con las tareas extraclase por la falta de responsabilidad frente a estas.</li> <li>- El grupo se ha acercado a la comprensión y dominio procedimental de la temática, puesto que los estudiantes están motivados porque entienden y obtienen buenas notas.</li> <li>- Las exposiciones por parte de los estudiantes sobre los modelos atómicos, ha sido una buena actividad, ellos tratan de meterse en el tema, consultan, buscan y preguntan, ha sido bueno, no estoy diciendo con esto que haya sido significativo el aprendizaje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Explicar un tema sin prerequisites de grados anteriores es sumamente difícil.</li> <li>- Una buena forma de explicar los modelos es con la realización de tablas comparativas.</li> <li>- Algunas estudiantes maduran a diario y hasta comparan resultados, otras pasan desapercibidas y manifiestan “no aprender nada” pienso más bien que no prestan atención.</li> <li>- Cuando hay tantas personas que no entienden una simple ecuación dándoles las fórmulas es porque no he explicado bien (aunque no lo creo) o esas estudiantes están apáticas por el tema/profesor”.</li> <li>- Los conceptos, muy buena parte, hay que trabajarlos con la tiza y el tablero.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es importante la experimentación para favorecer el aprendizaje.</li> <li>- Lo vivencial contribuye con la asimilación del concepto.</li> <li>- El internet permite complementar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A los niños les gusta aprender en partes diferentes al salón de clase.</li> <li>- Todos aprobaron, siendo satisfactorio para la profesora.</li> <li>- Cuando los alumnos están en ambientes distintos al aula establecen mejores relaciones con el trabajo propuesto, pues han interactuado con otras cosas que a ellos les han sido agradables</li> <li>- Se les dio la teoría del tema nuevo, estuvieron atentos pues se escribía y luego se explicaba para que la clase fuera un poco más amena, realmente funciona, hay buenos resultados, al explicar lo que van copiando de esta manera no se llenan de teoría sin saber qué es lo que dicen en sus apuntes.</li> </ul>
--	--	--	--	--

Antonio es el que presenta mayores contradicciones entre los elementos de esquemas que declara y los de su actuación en el aula. Hallamos pocas coincidencias entre los conceptos–en–acción que se podrían activar desde el discurso para enseñar conceptos científicos y los que activa realmente en el aula de clase. En los demás casos hay mayores coincidencias entre dichos elementos en cada uno de los contextos de análisis de la información. En el contexto de formación universitaria, los cuatro casos explicitan conceptos y relaciones entre conceptos (proposiciones) relacionadas con la importancia de considerar los conocimientos antes de la enseñanza, como también valoran la historia de los conocimientos científicos, con fundamentaciones teóricas que proponen la construcción de conocimientos; sin embargo, en el contexto del establecimiento educativo de práctica no son reglas de acción, allí operan otras reglas.

Sobre algunas de las reglas de acción, los maestros en formación tienen la claridad para entender que son opuestas a las que se promueven en la formación universitaria y que, por diversas razones (directrices institucionales, disponibilidad de tiempo, número de grupos de estudiantes o incluso las posibilidades de acceso a recursos o mediadores didácticos) no son implementadas en su práctica de aula; pero, por otro lado, se evidencian acciones que corresponden a sus propias conceptualizaciones e interpretaciones de las teorías que han adquirido en dicha formación. Nos referimos, por ejemplo, a los invariantes operatorios que activan para explorar los conocimientos previos, mediante preguntas del tipo: ¿qué saben de...? Con excepción de Antonio, que afirma utilizar cuestionarios centrados en los conceptos, ninguno realiza procesos sistemáticos de un diagnóstico al respecto. Otro ejemplo lo constituye, el significado que dan al concepto de aprendizaje significativo, considerando que se logra asociando el conocimiento científico con lo útil, aplicable y cotidiano.

Los cuatro maestros en formación llevan a cabo procesos de enseñanza de tendencia transmisionista; sin embargo, difieren en elementos que –inferimos– integran sus esquemas para enseñar conceptos científicos, generando diferentes formas de organización de la actividad. Walter y Federico activan el concepto-en-acción ‘prerrequisito’, que subyace al orden lógico disciplinar, en el cual unas temáticas son prerrequisito de otras, sin las cuales las últimas no podrían ser comprendidas. Para

Walter, el concepto-en-acción ‘temáticas’ lleva implícito el significado de ‘contenidos fundamentales para enseñar’. Por su parte, para Edna el concepto-en-acción ‘comportamiento’ es muy relevante para el trabajo de clase. Y en cuanto a Federico, el concepto-en-acción ‘evaluación’ lo relaciona con la idea de verificar lo que aprendieron sus estudiantes.

Fruto de lo comentado anteriormente, creemos que hemos dado respuesta a la primera pregunta de esta investigación: ¿qué elementos de esquemas activan los maestros en formación? En el siguiente capítulo abordaremos el proceso de conceptualización respecto de la enseñanza de conceptos científicos.

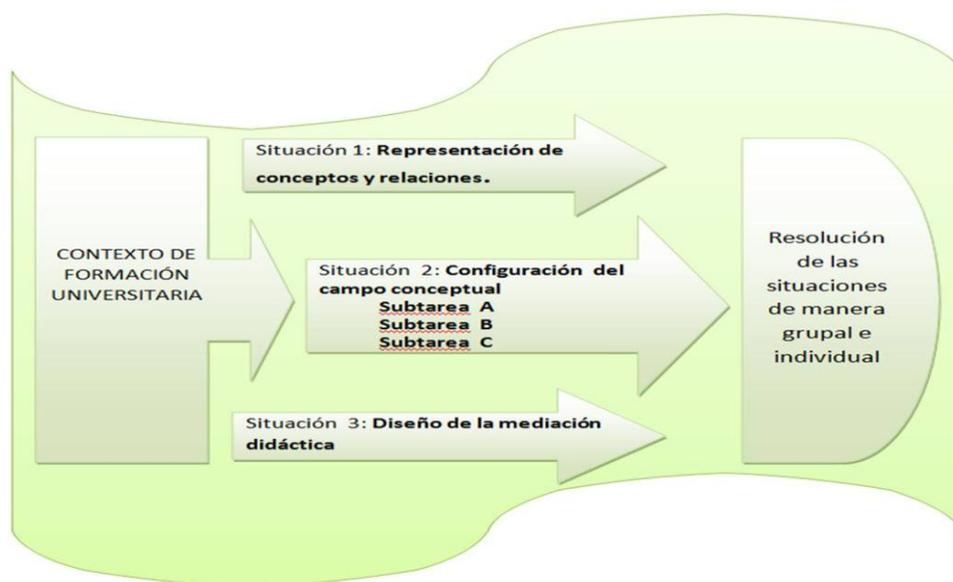


## 6. FORMAS DE ENSEÑAR Y NUEVAS PERSPECTIVAS

En la segunda fase de la investigación, implementamos con los participantes un proceso de formación orientado hacia el dominio del campo conceptual: *enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos con base en la Teoría de los Campos Conceptuales*.

Las clases de situaciones o tareas que allí se plantearon originaron producciones académicas que contribuyeron a la conceptualización de los maestros en formación y se constituyeron en fuentes de información sobre elementos de sus esquemas. Las primeras tres situaciones se generaron en el contexto de formación universitaria, primero en subgrupos y posteriormente de forma individual (figura 15). De igual manera, el análisis e interpretación de los datos considera inicialmente las fuentes de información del trabajo en subgrupo y luego las producciones individuales. Luego se presentaron otras tres situaciones en el contexto de práctica en establecimientos educativos (figura 18), dado el carácter teórico-práctico de los cursos en los cuales se enmarca esta investigación.

**Figura 15.** Situaciones propuestas en el contexto de formación universitaria



En el contexto de práctica en establecimientos educativos recogimos información a partir de los diarios, de la transcripción de la observación de clases, de una entrevista y de un informe de investigación presentado en subgrupos. Los resultados obtenidos del procesamiento de la información en los dos contextos se presentan en cuadros por categorías (anexos del 3 al 12). A continuación, reportamos los análisis e interpretación de cada caso siguiendo las mismas categorías trabajadas en la primera fase y las siguientes preguntas de investigación.

¿Cómo se modifican esquemas de acción de los maestros participantes, cuando enfrentan situaciones de enseñanza de conceptos científicos, durante un proceso de formación en una perspectiva de enseñanza que asume planteamientos de la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud?

¿Cuáles son los elementos en los que los esquemas inferidos revelan una aproximación al campo conceptual enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos con base en la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud?

La descripción e interpretación de cada caso se hace a partir de dichos cuestionamientos; específicamente el segundo se contrasta con el campo conceptual de referencia.

## **6.1. CASO ANTONIO**

### **6.1.1. Contexto de formación universitaria**

Recordamos que la situación 1 propone la **“representación en mapas conceptuales de los conceptos y relaciones que serán objeto de enseñanza, teniendo en cuenta el grado de escolaridad y el dominio conceptual de referencia”** (apartado 3.3), lo que implica la identificación y el estudio de un campo conceptual en el contexto de una disciplina científica, para luego seleccionar un conjunto de conceptos relacionados y proposiciones que se presentarán en el proceso de enseñanza. En esta

tarea, los mapas conceptuales resultan ser una herramienta muy útil para focalizar la atención en aspectos básicos del contenido disciplinar.

De manera similar, la situación 2 plantea “**la configuración del campo conceptual referido al concepto científico a enseñar**”. Esta situación reúne tres subtareas:

**Subtarea A.** Identificar clases de situaciones y problemas, y organizarlos según el orden de complejidad conceptual.

**Subtarea B.** Identificar los conceptos, proposiciones y representaciones para resolver cada clase de situación.

**Subtarea C.** Determinar las reglas de acción: operaciones y procedimientos necesarios para solucionar la clase de situación.

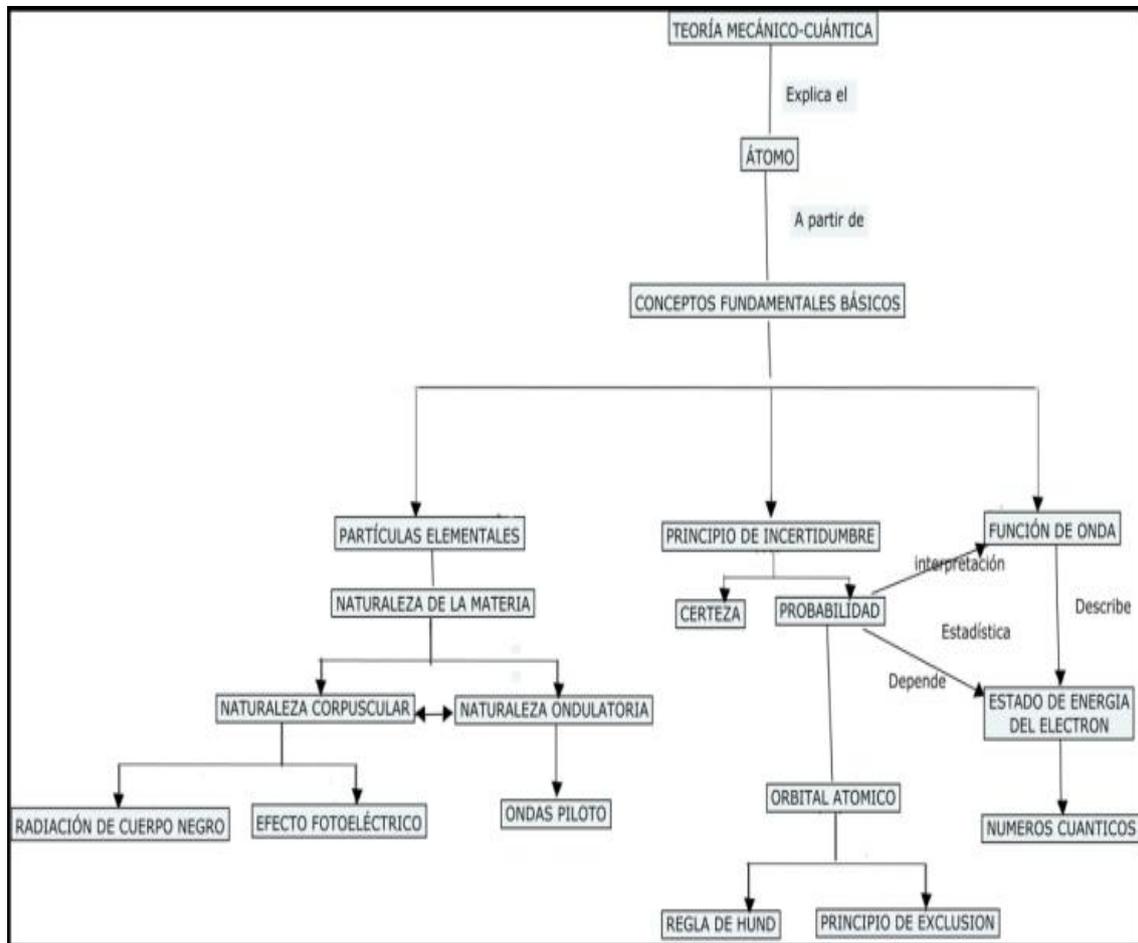
Como anunciamos en líneas anteriores, las producciones de los maestros en formación se constituyen en objetos de análisis; así pues, de los mapas conceptuales y de los cuadros que construyeron los maestros de la muestra para representar el campo conceptual enseñable, hemos revisado asuntos relacionados con los referentes teóricos de la enseñanza.

#### **6.1.1.1** Referentes teóricos de la enseñanza

En relación con esta categoría, analizamos las producciones que pretendieron dar solución a las situaciones 1 y 2.

**Referentes disciplinares.** El primer mapa conceptual al que nos referiremos (figura 16) fue elaborado por Antonio y Walter, quienes conforman un subgrupo de trabajo.

**Figura 16.** Mapa conceptual sobre el átomo elaborado por Antonio y Walter (subgrupo)  
Segunda fase



En su mapa, Antonio y Walter presentan un entramado conceptual relacionado con el referente disciplinar asumido para explicar el átomo desde algunos conceptos fundamentales de inicios de la mecánica cuántica. Es necesario valorar, en primera instancia, el acercamiento a la utilización de la técnica del mapa conceptual para analizar dicho referente y organizar una planificación conceptual de su enseñanza. Abordamos la revisión de esta herramienta desde dos aspectos, su estructura como representación y su contenido. Con respecto a la estructura, dicho mapa conceptual tiene una jerarquía apreciable y relaciones lineales verticales indicadas con flechas; sin embargo, faltan conectores en la mayoría de las relaciones entre conceptos, lo que las deja sin significado.

En relación con el contenido del mapa conceptual, encontramos: en el lado izquierdo, algunos fenómenos de interacción radiación-materia y, en el lado derecho, el principio de incertidumbre y la función de onda, pero la carencia de conectores y, por lo tanto, de relaciones de significado dan cuenta de algunas dificultades conceptuales. Por ejemplo, el concepto de partículas elementales se relaciona con lo que explica el principio de exclusión de Pauli, básico para describir algunas partículas llamadas fermiones –entre ellas el electrón– además de involucrar una interpretación probabilística. Las partículas se dividen en bosones y fermiones; para estos últimos, los estados de energía –funciones de onda– cumplen el principio de exclusión de Pauli y, dependiendo de los fenómenos estudiados, los fermiones se comportan similarmente a ondas o a partículas. Además, faltan conceptos que se requieren para la explicación de los fenómenos referidos, que luego se consideraron en el desarrollo de la situación 2.

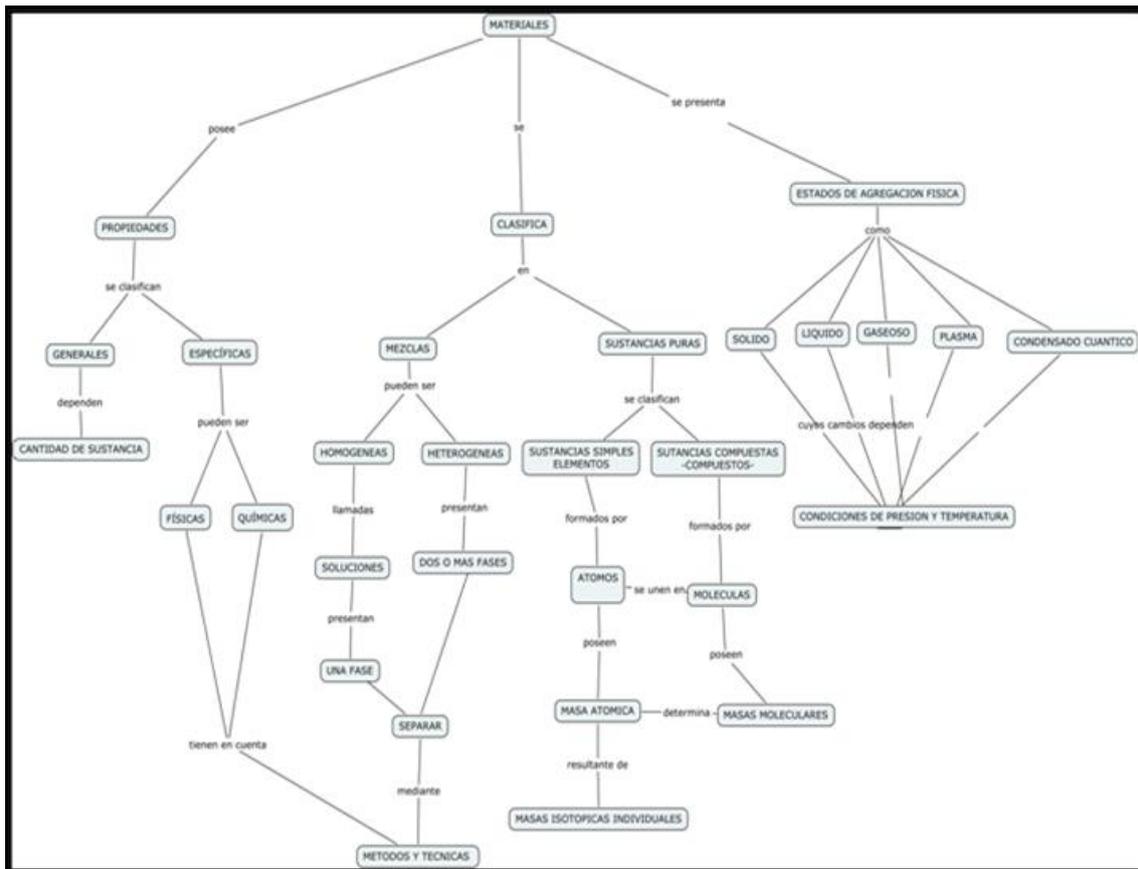
En el mapa conceptual son adecuadas las conexiones respecto de la función de onda, la cual permite la descripción del electrón para estados ligados mediante números cuánticos; sin embargo, falta la conexión con el concepto de orbital atómico y otros. Asimismo, no fueron considerados conceptos de orden epistemológico que hagan referencia a niveles de abstracción o a principios epistemológicos que están en la base de la conceptualización cuántica.

El segundo mapa conceptual (figura 17) objeto de nuestra revisión ha sido elaborado por Antonio de manera individual. De este modo, Antonio, atendiendo a la situación 1, elabora su mapa conceptual sobre un subconjunto de conceptos y relaciones asociadas al tema “los materiales”. Para el desarrollo de esta tarea fue importante la formación previa sobre el uso de los mapas conceptuales para la programación de la enseñanza, la cual partió del estudio de esta herramienta metacognitiva, sus beneficios y limitaciones, hasta llegar a su elaboración mediante un software llamado “cmaptools”, un programa que nunca habían utilizado los maestros en formación.

El mapa conceptual de Antonio (figura 17) presenta jerarquía de conceptos y evidencia mayor número de palabras de enlace en comparación con el mapa conceptual anterior, lo que favorece la lectura de proposiciones o relaciones de significado entre

dos conceptos unidos por líneas. No obstante, carece de algunas conexiones cruzadas entre segmentos de la jerarquía conceptual, dejando por fuera otras relaciones posibles.

**Figura 17.** Mapa conceptual sobre los materiales elaborado por Antonio (Individual). Segunda fase



Con respecto al contenido de la estructura de significados en el ámbito disciplinar científico, consideramos que se podrían mejorar ciertos puntos, como hacer evidente la separación entre conceptos del ámbito concreto y abstracto o mostrar niveles macro, micro y de representación de los conceptos químicos (Pozo y otros, 1998). La falta de palabras de enlace incide en la carencia de otros significados, por ejemplo los que se pueden interpretar entre algunas entidades a nivel micro (átomo), y entre los conceptos de estados de agregación; además, sería importante diferenciar condiciones del condensado cuántico respecto de otros estados de agregación que aparecen ubicados en un mismo nivel. A esto se añade la carencia de relaciones cruzadas entre varios

conceptos, como mezclas, sustancias, estados de agregación, condiciones de temperatura y presión, necesarias para indicar una dinámica de interacción, de cambio, de conservación y de síntesis de las sustancias químicas. Además, se expresa confusión al considerar la sustancia simple como elemento. El mapa conceptual presenta conceptos necesarios pero no suficientes.

Sin embargo, contrastando estos resultados con lo previsto en el campo conceptual enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos con base en la Teoría de los Campos Conceptuales, podemos inferir –a partir de la elaboración de ambos mapas conceptuales– la aproximación a conceptos-en-acción, como mapa conceptual, jerarquía, conceptos inclusivos, conexiones básicas. También inferimos que en Antonio operan teoremas-en-acción como: "los mapas conceptuales expresan jerarquía"; "los mapas conceptuales pueden representar los conceptos y relaciones que se van enseñar"; "en un mapa conceptual los conceptos más generales se ubican en la parte superior"; "solo son necesarias algunas conexiones básicas". No obstante, parece que no dispone de significados apropiados para establecer relaciones más adecuadas desde la disciplina científica y así explicitar proposiciones para todas las conexiones posibles entre conceptos. Las acciones relevantes fueron la selección de conceptos y su comparación para establecer jerarquías.

El anterior desarrollo de la situación 1 se complementa con la resolución de la situación 2 que incluye las subtareas A, B y C con respecto a la identificación de un campo conceptual enseñable. Conviene advertir que la selección que el profesor hace del campo conceptual para enseñar está mediada por sus creencias, formas de comprensión conceptual desde la materia de enseñanza y sus propios intereses; en este sentido, aceptamos que se trata más bien de un subconjunto de situaciones, de un subconjunto de conceptos y relaciones y de un subconjunto de representaciones, entre otros posibles.

En relación con la situación 2, Antonio y Walter enfrentan inicialmente dicha tarea de manera conjunta, lo que favoreció el trabajo de construcción apoyado en la reflexión y discusión académica. Para resolver esta situación, sus esquemas fueron

desestabilizados, ya que antes no habían planificado la enseñanza de esta manera. Estos maestros en formación plantean, en la subtarea A, clases de problemas (ver anexo 3) atendiendo a una organización de complejidad creciente de acuerdo con el número de conceptos y relaciones y, además, con el nivel de abstracción requerido para su comprensión; no obstante, se presentan dificultades en la identificación de las situaciones, puesto que, para Vergnaud, la situación es algo cognitivo que implica pensar en los elementos que se tienen y en alguna meta, cuyo logro requiere de un conjunto de conceptos y de relaciones con las cuales se pueda armar un plan de acción.

Haciendo una revisión sobre posibles sentidos que podrían construirse a partir de los problemas planteados por Antonio y Walter, alejados o cercanos al campo conceptual disciplinar de referencia, hallamos que el problema 1 (ver anexo 3) refiere una analogía con el efecto fotoeléctrico, donde se plantea la interacción de dos materiales diferentes: “lluvia sobre una superficie con material particulado” que puede prestarse a una interpretación materialista del fenómeno que propone. Para su comprensión, es necesario precisar las propiedades de las entidades a que hace referencia el fenómeno fotoeléctrico y, además, clarificar el concepto de intensidad en el contexto del problema. Los problemas 2 y 3 tratan de fenómenos que pueden ser resueltos desde la física clásica pero, al igual que el primero, tienen la intencionalidad de introducir a los estudiantes en la noción de dualidad onda-partícula.

Los problemas 4, 5, 6 y 7 plantean cuestiones que se explican desde la mecánica cuántica; el 4 y el 5 aluden al fenómeno de cuerpo negro; los problemas 6 y 7 buscan una aproximación a la construcción de conceptos como propiedades complementarias, nube de probabilidad y su relación con el principio de incertidumbre. En la resolución del problema 6 (ver anexo 3) es necesario clarificar que la incertidumbre no es un problema de instrumentos o equipos para hacer mediciones, es decir, aunque se perfeccionen los equipos no es posible mejorar simultáneamente la precisión con que medimos la posición o el *momentum*; es la naturaleza la que se comporta así, por lo que se requiere cuidado con el tratamiento de dicha analogía. En general, consideramos que los problemas presentados por Antonio y Walter ponen en juego algunos conceptos, relaciones y principios para la enseñanza de fundamentos de la mecánica cuántica,

específicamente de la explicación de fenómenos de interacción entre radiación-materia para estudiantes de grado décimo.

Por otro lado, en el desarrollo de la subtarea B, los conceptos y relaciones – proposiciones– asociadas al análisis de dichos problemas presentan en su mayoría congruencia con ellos y pertinencia en el ámbito disciplinar científico. No obstante, en el problema 1 la congruencia no es tan evidente con algunos conceptos y proposiciones que aparecen en las respectivas columnas (anexo 3), dado el interés, como ya lo dijimos, de explicar un fenómeno mediante otro observable. Con respecto al problema 1 – analogía con el efecto fotoeléctrico– sería necesario incluir otros conceptos como: ‘energía de la onda electromagnética’, ‘intensidad’, ‘estado ligado’, ‘estado libre’, ‘longitud de onda’ y ‘frecuencia’ que tampoco aparecen en el mapa conceptual que ellos elaboraron. Respecto de los conceptos relacionados con los problemas 4 y 5, puede incluirse el concepto de equilibrio térmico para la descripción de la radiación del cuerpo negro y el concepto frecuencia. Respecto de los conceptos asociados a los problemas 6 y 7, entendemos que se trabaja con variables complementarias como velocidad y posición, aunque hay otras posibles como energía y tiempo, por ejemplo.

En el anexo 3, hallamos en las proposiciones 1 y 2 la alusión al término “partícula” de manera general; es importante precisar que el electrón puede interactuar con el fotón y las partículas cargadas eléctricamente. La proposición 1 podría enunciarse como: una partícula que tiene la probabilidad de retirar un electrón de la superficie del metal. Por otro lado, en la proposición 4 es necesario explicar qué significa “arrancar” en este contexto, es decir, se trata de pasar de un estado ligado a uno libre.

Además, la proposición 1 –relacionada con los problemas 4 y 5– está redactada en términos de definición, lo que se pretende trascender desde el referente de la TCCV. Las proposiciones número 3 y 6, que referimos a continuación, dan cuenta de mezclas o yuxtaposiciones de modelos: i) la 3: los electrones se encuentran girando alrededor del núcleo a grandes velocidades en regiones definidas del espacio llamadas orbitales atómicas o nubes electrónicas; y ii) la 6: los electrones giran alrededor del núcleo en

niveles energéticos definidos (restringidos a ciertos niveles de energía). Aclaremos que los subrayados son de la investigadora para centrar la atención en la parte de la proposición que suscita el comentario. Además, parece que se consideran los electrones como objetos clásicos, por las características que les asignan.

Respecto de las formas de representación de los conceptos, si bien hay un esfuerzo relevante en este sentido –lenguaje científico, diagramas y modelos– no se logra concretar la posible representación, dejándola sólo como “terminología propia de las ciencias”. Se hubieran podido precisar las posibles representaciones de algunos conceptos de este campo conceptual, por ejemplo de intensidad, longitud de onda, frecuencia, velocidad de la onda, temperatura, entre otros. Es importante anotar que en el cuadro del anexo 3 no se explicitan formas de representación que se pudieron observar en el momento de concretar la enseñanza en la práctica con el fin de facilitar la conceptualización de fenómenos que se querían explicar. Sin embargo, sí es posible inferir del cuadro que se adopta cierto orden de complejidad representacional, pues involucra conceptos, reglas, principios y funciones matemáticas.

En la resolución de la subtarea C, Antonio y Walter consideran necesario seguir procedimientos para solucionar los problemas que proponen a sus estudiantes. Algunos los escriben de manera reiterativa, entre ellos: “comprender la situación relacionando los conceptos implícitos en ella” (3 veces); “elaborar modelos que representen satisfactoriamente la situación planteada” (3 veces); “formular hipótesis que busquen resolver la situación planteada”. En general, estos procedimientos son adecuados pero algunos involucran alcances amplios, que se acercan a uno de los propósitos del estudio de ese campo conceptual, como es el procedimiento 4 que indica “explicar el fenómeno de la radiación del cuerpo negro”; este se podría expresar como la búsqueda de explicaciones respecto del equilibrio térmico y de análisis sobre relaciones entre los átomos del objeto que radian en longitudes de onda discretas, la intensidad de radiación asociada a cada longitud de onda y su dependencia con la temperatura.

También es importante destacar que Antonio y Walter reportan en su informe de investigación<sup>30</sup> (p. 48 y 54), aportes de científicos como: Albert Einstein, Max Planck, Arthur Compton, Niels Bôrh, Louis de Broglie, Werner Heisenberg, Erwin Schrödinger, Paul Dirac, entre otros, vinculados con planteamientos y discusiones en los inicios de la mecánica cuántica. Estos maestros en formación hacen un recorrido por conceptos como la radiación del cuerpo negro, el efecto fotoeléctrico, el efecto Compton, la dualidad onda – partícula, el principio de incertidumbre, la función de onda y los postulados de la teoría de Schrödinger, en un esfuerzo apreciable por profundizar en referentes más pertinentes al campo conceptual enseñable.

En síntesis, para el desarrollo de la situación 2 que trata sobre la configuración del campo conceptual para enseñar, Antonio y Walter retoman referentes disciplinares sobre algunos fundamentos de la mecánica cuántica relacionados con fenómenos de interacción entre radiación–materia, acercándose a la identificación de conceptos y relaciones teóricas –proposiciones– como posibles sentidos que podrían construir sus estudiantes a partir de los problemas que les proponen. Una de las dificultades que presenta la configuración del campo conceptual es la identificación de las posibles representaciones de los conceptos. Este es uno de los elementos menos familiares para estos dos profesores en la planificación de la enseñanza.

Respecto de la resolución de la situación 2 abordada de manera individual, Antonio plantea una secuencia de eventos-problema pertinentes, referidos a los *materiales: propiedades físicas y químicas* (anexo 4). Con respecto a las proposiciones indicadas en el cuadro, algunas se expresan en lenguajes que denotan confusiones desde el referente disciplinar químico; por ejemplo, en 3, se alude a la fuerza de gravedad en términos de interacción, pero al relacionar este concepto con otros se deja ver una concepción de propiedades en términos más materialistas.

---

<sup>30</sup> El término *informe de investigación* hace referencia en este capítulo al producto de la resolución de la situación 4, que plantea: “la investigación de problemas relacionados con el desarrollo conceptual en el aprendizaje de conceptos científicos”, escrito por los maestros en formación en subgrupos de trabajo; dicho informe fue también una fuente de información.

En la pregunta del problema M3 (ver anexo 4) se presenta confusión de lo concreto –sustancia simple– con alusiones a abstracciones –elemento–. En las relaciones de conceptos 6 y 7 se habla de moléculas formadas por átomos y de compuestos formados por átomos, sin hacer aclaraciones sobre la relación entre moléculas y compuestos. Con respecto al problema M4, en la proposición 1, se hace referencia a las propiedades físicas como las que no necesitan de ningún referente para evidenciarse, desconociendo que también tienen carácter de interacciones. En la proposición 3 falta precisar que cada sustancia tiene propiedades en interacción con un contexto u observador.

A continuación nos referiremos a los referentes epistemológicos e históricos que se asumen o subyacen en la resolución de la situación 2 (apartado 3.3).

**Referentes epistemológicos e históricos.** Al respecto, Antonio y Walter no abordan la enseñanza de los conceptos científicos mencionados de forma aislada sino haciendo parte de un entramado conceptual de relaciones, principios, leyes y modelos. Además, hallamos reflexiones en las cuales señalan que tuvieron en cuenta el cambio representacional de los conceptos de la física clásica a la física cuántica en la enseñanza del modelo atómico desde fundamentos de la mecánica cuántica. Dichos maestros en formación dicen:

[...] los estudiantes pueden presentar dificultades al momento de asimilar conceptos de la física cuántica atendiendo a su alto nivel de abstracción y a la marcada diferencia en los modelos explicativos que presentan implícitos ambas teorías, ambas formas de interpretar la realidad atómica. Es evidente la variación o la evolución representacional entre ambas perspectivas, para ello se citarán algunos casos concretos; mientras que en la física clásica se considera el electrón como una partícula, en la física cuántica es considerado en una dualidad onda-partícula; mientras que en la física clásica los electrones giran alrededor del núcleo en órbitas estacionarias y definidas, en la física cuántica el electrón puede encontrarse con cierto nivel de certeza en una determinada región del espacio, cercana al núcleo atómico, llamada orbital atómico o nube electrónica de probabilidad; mientras que la física clásica propone modelos concretos sobre la posible estructura del átomo, la física cuántica se basa en modelos abstractos con alto contenido

matemático y estadístico (en términos de la probabilidad y de incertidumbre) para describir esa probable estructura atómica (Informe de investigación, p. 119-120)

El anterior fragmento muestra un avance en el tipo de reflexiones sobre el campo conceptual para enseñar, hay un interés de los maestros en formación por presentar a los estudiantes las diferencias entre los dos marcos teóricos de explicación y predicción sobre el átomo. Sin embargo, es necesario precisar que en la actualidad, para la física, la teoría que mejor explica la “realidad atómica” es la teoría mecánico cuántica, no “ambas teorías”. Los electrones se comportan como onda o partícula de acuerdo al experimento propuesto y la consideración de que estos giran en orbitas estacionarias y definidas se ubica hacia los inicios de la cuántica con los trabajos de N. Bohr. También es importante clarificar que los “modelos abstractos de alto contenido matemático” no son exclusivos de la mecánica cuántica, también la física clásica los plantea (por ejemplo el de cuerpo rígido).

En el informe de investigación, p. 22, hallamos reflexiones sobre la construcción del concepto de átomo. Antonio y Walter escriben: “hoy en día la concepción contemporánea del átomo es totalmente diferente, construida con una marcada influencia de la mecánica cuántica”. Ellos retoman reflexiones sobre relaciones entre perspectivas epistemológicas y consideraciones didácticas en la construcción y reconstrucción del conocimiento escolar, en las cuales referencian a Muñiz (2009) y De La Fuente y otros (2003). Asimismo, hacen revisiones de trabajos sobre dificultades halladas en la comprensión del tema de enseñanza, como el de Trinidad y Garritz, (2003), quienes señalan la existencia de dificultades en los estudiantes para comprender la naturaleza corpuscular de la materia, la existencia del vacío entre las partículas, la discontinuidad y la presencia de cargas eléctricas en los átomos. Además, adoptan reflexiones de Villaveces (2008) sobre la enseñanza del átomo, advirtiendo la inadecuada y desarticulada mezcla de conceptos clásicos con cuánticos; en este sentido, dicen: “trata a los núcleos atómicos como objetos clásicos, de formas y posiciones bien definidas, al mismo tiempo que trata a los electrones como objetos cuánticos, en una contradicción epistemológica total sobre la cual no se puede construir una teoría adecuada” (Informe de investigación, p. 23).

Respecto del abordaje del entramado conceptual relacionado con la estructura de los *materiales: propiedades físicas y químicas* no apreciamos alusiones epistemológicas e históricas.

**Referentes psicológicos y de educación en ciencias.** Walter y Antonio, en el informe de investigación (p. 24), hacen una revisión bibliográfica y un análisis sobre las formas como se ha abordado la enseñanza de los modelos atómicos, y en específico del modelo cuántico, señalan dificultades y reflexiones didácticas respecto de su aprendizaje y hacen propuestas sobre estrategias didácticas para la enseñanza de los mismos. Estos maestros en formación reportaron algunos informes de investigación, entre ellos los de: Pozo y otros (1991), Benarroch (2001), Gutiérrez y otros (2000) y Caamaño (2004). Antonio y Walter también retoman reflexiones de Moreira y Greca (2004), quienes señalan: “los significados de los conceptos cuánticos pueden no ser percibidos por los alumnos debido a la gran influencia de los significados de los conceptos clásicos ya arraigados en su estructura cognitiva, los que actúan como obstáculos representacionales mentales”.

Con respecto a la Teoría de los Campos Conceptuales, en el informe de investigación (p. 33), abordan planteamientos y conceptos básicos de esta, citan autores como Moreira, (2002, p. 2), Fanaro y Otero, (2009, p. 308) y Barrantes (2006, p. 3). Es relevante la búsqueda de nuevos referentes para documentarse sobre conocimientos científicos, reflexiones epistemológicas y estudios sobre análisis didácticos relacionados con la enseñanza de los conceptos, las nociones y los modelos que abordarían en la enseñanza desde la perspectiva de campos conceptuales.

En el análisis de las producciones (grupales e individuales) mencionadas, hallamos en Antonio un esfuerzo apreciable por tratar de interpretar e implementar planteamientos de la Teoría de los Campos Conceptuales. Por otro lado, a pesar de las dificultades mencionadas, es relevante la aproximación a la construcción de campos conceptuales como pequeños subconjuntos del campo conceptual disciplinar de referencia.

En la resolución de la situación 2, inferimos para Antonio posibles invariantes operatorios –I.O.– activados: a) conceptos-en-acción como: campo conceptual, problema, conceptos, relaciones de base -proposiciones-, procedimientos y representaciones; y b) teoremas–en–acción, como: ‘el conocimiento está organizado en campos conceptuales’; ‘la Teoría de los Campos Conceptuales es aplicable en la enseñanza de fundamentos de la mecánica cuántica, específicamente relacionados con fenómenos de interacción radiación-materia’; ‘un campo conceptual es un conjunto de problemas, cuyo dominio requiere conceptos, proposiciones, procedimientos y representaciones’; ‘las situaciones en el sentido de Vergnaud corresponden a eventos-problema cercanos a la vida cotidiana’. La última proposición que inferimos refleja su comprensión sobre el concepto situación, aunque no es adecuada desde la Teoría de los Campos Conceptuales. En el proceso de formación, Antonio se relacionó con nuevas situaciones sobre la enseñanza de conceptos científicos que le dieron la posibilidad de abordar los referentes teóricos desde una nueva mirada para su transformación didáctica en saberes de enseñanza.

#### **6.1.1.2. Planteamiento de la organización de la enseñanza**

Las producciones académicas involucradas en los desarrollos de las situaciones 1, 2 y 3 aportan información con respecto a nuevos significados en la categoría: planteamiento de la organización de la enseñanza y más concretamente en las subcategorías: estructura de la planificación, metodología y la evaluación de aprendizajes. Presentamos el análisis de dichas producciones en la resolución de la situación 3, la cual hace referencia al **“diseño del proceso de mediación para la enseñanza y la evaluación de los aprendizajes”**.

**Estructura de la planificación.** En la propuesta que elaboraron conjuntamente, Antonio y Walter complementan el cuadro relativo al campo conceptual enseñable con el diseño de su plan de enseñanza, el cual consta de la indicación de estándares básicos de competencias, de objetivos de enseñanza y de cuatro etapas de diseño: la etapa I trata sobre la indagación de conocimientos en acción mediante un cuestionario inicial; la etapa II se refiere a la intervención en las instituciones educativas; la etapa III trata

sobre la aplicación de conceptos, y la etapa IV está dedicada a relacionar los conceptos tratados con situaciones de la vida cotidiana (Informe de investigación, pp. 61-70).

**Metodología.** En la etapa II de su diseño, Antonio y Walter plantean actividades como: i) la lectura de “La teoría atómica y la estructura de la materia: evolución de los modelos atómicos” que se complementa con la observación de vídeos en el mismo sentido, y se dan como soporte las direcciones electrónicas de estos para que los estudiantes construyan su propio modelo atómico a partir de la anterior información; ii) exposición de los maestros en formación de fundamentos de la mecánica cuántica; iii) interacción de los estudiantes con aplicaciones informáticas y iv) trabajo con la primera serie de problemas.

Posteriormente, en la etapa III, proponen a los estudiantes: un trabajo con globos para representar orbitales atómicos s y p, la elaboración de un mapa conceptual para que los estudiantes identifiquen conceptos claves y relaciones entre ellos, un trabajo con la segunda serie de problemas y el desarrollo de talleres procedimentales sobre configuración electrónica y su relación con la tabla periódica. En la etapa IV, indican algunos eventos de la vida cotidiana que evidencian la aplicación de los fundamentos cuánticos y la resolución nuevamente del cuestionario inicial.

Llama la atención que en el planteamiento de la organización de la enseñanza introducen nuevos aspectos para implementar orientaciones didácticas desde la TCCV; sin embargo, también permanecen otros identificados en la primera fase de esta investigación, como el desarrollo de talleres procedimentales y la búsqueda de relaciones con asuntos de la vida cotidiana donde se apliquen los conocimientos aprendidos.

Después, en la propuesta individual, Antonio plantea el desarrollo de un proceso basado en etapas con una secuencia de actividades. Las primeras actividades corresponden a la indagación de invariantes operatorios que activan sus estudiantes con respecto a cinco problemas planteados. La segunda serie de actividades alude a: conceptualización colectiva de conceptos fundamentales, desarrollo teórico de la

temática mediante clases o exposiciones magistrales, presentaciones en PowerPoint, juegos y experiencias lúdicas, desarrollo y valoración de talleres procedimentales que implican ciertos dominios conceptuales. En la tercera serie de actividades incluye: dos prácticas experimentales, evaluaciones escritas y resolución de problemas, presentación de ejemplos de procesos cotidianos que involucren el concepto de mezcla y consulta de procesos industriales que utilicen métodos de separación de mezclas. De la misma manera, en esta fase enuncia dos problemas para proponer a su grupo de estudiantes.

**Evaluación de aprendizajes.** Con respecto a la evaluación de los aprendizajes, los maestros en formación plantean un proceso de seguimiento: i) al inicio, con la indagación de invariantes operatorios mediante cuestionarios de preguntas y problemas; ii) en el transcurso, con la realización de las diferentes actividades y problemas; y iii) al final, donde indagan los I.O. finales.

En la resolución de la situación 3, inferimos que Antonio activa conceptos-en-acción como: planificación de intervención, secuencia de problemas, secuencia de actividades de enseñanza y aprendizaje, objetivos, medios, actividades evaluativas. Los significados de estos conceptos parecen resumirse en los siguientes teoremas-en-acción: ‘el plan de enseñanza debe proponer objetivos didácticos y etapas’; ‘las etapas se organizan con series de actividades’; ‘a la par de la serie de actividades didácticas se propone la resolución de eventos-problemas’; ‘se realizan actividades evaluativas en el proceso’; ‘el plan de clases se inicia con la identificación del campo conceptual para enseñar’. Hay relevantes indicios sobre la relación entre la planificación y campo conceptual enseñable que propone.

En general, el planteamiento de la programación de la enseñanza se presenta de una forma más ordenada que la observada en la primera fase y se introducen actividades que apoyan la conceptualización y el trabajo con representaciones de los conceptos; se puede decir que hay indicios de toma de conciencia sobre las relaciones entre los problemas que propone y las actividades, los procedimientos y las representaciones. No obstante, en su propuesta de enseñanza persisten muchas de las actividades encontradas en la primera fase en el contexto de práctica y el momento en que son presentadas en el

proceso; pero es evidente el intento por presentar el plan de enseñanza de forma diferente y con mayor sentido didáctico.

Presentamos en la tabla 55 elementos de un posible esquema de Antonio, inferido del análisis realizado sobre la información aportada por sus producciones académicas en el desarrollo de las situaciones 1, 2 y 3 del contexto de formación universitaria, en la segunda fase.

Consideramos que el *esquema* contiene nuevos elementos con respecto al inferido en la primera fase, dado que las situaciones que se le plantearon a Antonio fueron novedosas; así lo fue la programación de la enseñanza atendiendo a un campo conceptual, donde los contenidos de conocimiento son considerados formando parte de una red de relaciones. Para su elaboración, con base en las fuentes consultadas, Antonio tuvo que tomar decisiones teóricas y didácticas con respecto a los conceptos a seleccionar y sus relaciones de sentido relevantes en el proceso de enseñanza, de acuerdo con el grado de escolaridad al que va dirigido. Aunque con algunas dificultades en la identificación y construcción de estos campos, como anotamos en párrafos anteriores, estas situaciones representaron tareas cognitivas para este maestro en formación, las cuales le demandaron un lugar activo y constructivo, lo que impulsó a Antonio a la búsqueda de información de apoyo en los conocimientos y procedimientos de que dispone. Es importante anotar que las programaciones no se quedaron en el diseño, fueron implementadas en las instituciones educativas donde los maestros en formación realizaban las prácticas.

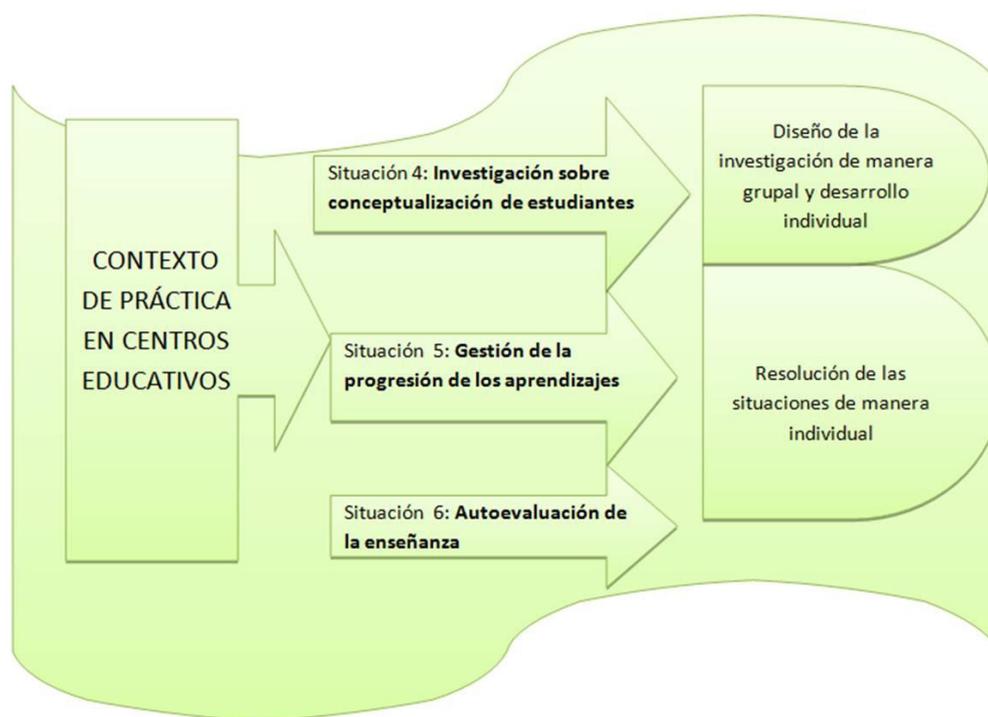
**Tabla 55.** Esquema activado por Antonio en el ambiente de formación universitaria. Segunda fase.

<b>ELEMENTOS DEL ESQUEMA ACTIVADO POR ANTONIO EN EL CONTEXTO DE FORMACIÓN UNIVERSITARIA. SEGUNDA FASE</b>	
<b>ANTICIPACIONES (metas, objetivos)</b>	<p>Seleccionar eventos-problemas, conceptos, relaciones de conceptos (proposiciones), procedimientos para configurar el campo conceptual (subcampo) para enseñar.</p> <p>Desarrollar un proceso de enseñanza y aprendizaje basado en etapas de secuencia de actividades y eventos-problema.</p>
<b>CONCEPTOS-EN-ACCIÓN</b>	<p>Enseñanza de conceptos científicos relacionada con:</p> <p>Mapa conceptual, jerarquía, conceptos inclusivos, conexiones básicas, campo conceptual, eventos-problemas, conceptos, proposiciones, procedimientos, representaciones, planificación de la intervención, objetivos didácticos, secuencia de actividades, actividades evaluativas.</p>
<b>TEOREMAS - EN - ACCIÓN</b>	<p>Los mapas conceptuales pueden representar conceptos que se van a enseñar. En mapa conceptual expresa jerarquía, los conceptos más generales o inclusivos se ubican en la parte superior.</p> <p>Solo son necesarias algunas conexiones básicas.</p> <p>La Teoría de los Campos Conceptuales es aplicable en la enseñanza.</p> <p>Un campo conceptual es un conjunto de problemas, cuyo dominio requiere conceptos, proposiciones, procedimientos y representaciones.</p> <p>Las situaciones en el sentido de Vergnaud corresponden a eventos-problema, cercanos a la vida cotidiana.</p> <p>La enseñanza de conceptos científicos como proceso de serie de problemas a la par de serie de actividades didácticas.</p> <p>El plan de enseñanza debe proponer objetivos didácticos y secuencias de actividades organizadas por etapas.</p> <p>A la par de la secuencia de actividades didácticas se propone la resolución de eventos-problemas.</p> <p>Es necesario el seguimiento al aprendizaje de conceptos desde el inicio hasta el final.</p> <p>Partícula tiene posición y momentum definidos (visión clásica)</p>
<b>REGLAS EN ACCIÓN</b>	<p>Enseñar conceptos científicos implica:</p> <p>Seleccionar conceptos, principios y teorías propios de un campo conceptual de referencia.</p> <p>Elegir y diseñar eventos-problemas donde los conceptos y relaciones (proposiciones) sean operativos.</p> <p>Plantear serie de actividades organizadas por etapas.</p> <p>Organizar en orden de complejidad eventos- problemas.</p>
<b>INFERENCIAS</b>	<p>Las situaciones son eventos-problemas relacionados con la vida cotidiana.</p> <p>El proceso de mediación para la enseñanza y evaluación debe incluir etapas de una propuesta constructivista</p>

### 6.1.2. Contexto de práctica en un establecimiento educativo

En el proceso de intervención llevado a cabo en los seminarios, les planteamos al grupo de maestros en formación tres situaciones adicionales (4, 5 y 6; ver capítulo 3, apartado 3.3) para desarrollar en el contexto de práctica en establecimientos educativos.

**Figura 18.** Situaciones propuestas en el contexto de práctica en establecimientos educativos



Recordamos que la situación 4 plantea **“la investigación de problemas relacionados con el desarrollo conceptual en el aprendizaje de conceptos científicos”**. En este sentido, Antonio y Walter proponen una investigación sobre la conceptualización de un grupo de estudiantes de grado décimo respecto del modelo de átomo desde fundamentos de la cuántica. El estudio se llevó a cabo con jóvenes cuyas edades oscilaban entre los 14 y 16 años, estudiantes de dos instituciones educativas de los municipios de Sabaneta y Bello donde los maestros en formación realizaban sus prácticas de enseñanza. La investigación se realizó utilizando una metodología cualitativa, específicamente seis estudios de caso, tres en una institución educativa y tres en la otra. Para la recogida de la información se utilizó un cuestionario, aplicado al

inicio y al final, unas secuencias de problemas, algunas grabaciones de clase y el diario pedagógico.

En coherencia con los objetivos de dicha investigación, Antonio y Walter analizaron los conocimientos en acción –invariantes operatorios– que activan sus estudiantes cuando se enfrentan a los problemas (anexo 3). También implementaron los diseños de mediación de la enseñanza y de la evaluación de los aprendizajes planificados en el contexto de formación universitaria. Para evaluar las posibles modificaciones en las conceptualizaciones de los estudiantes hicieron un análisis comparativo de los estados inicial y final de sus conceptos-en-acción y teoremas-en-acción, el cual reportaron en su informe de la investigación.

Para el análisis de la información adoptaron como referente la TCCV. En su informe reportan que el grupo de estudiantes con el que se llevó a cabo la investigación activó nuevos conceptos-en-acción y teoremas-en-acción para dar solución a los diferentes problemas planteados, aunque no en todos los casos se evidenció un acercamiento al campo conceptual esperado. En los análisis que realizan Antonio y Walter hallamos alusiones al seguimiento de niveles de representación:

En lo concerniente a la evolución de las representaciones semióticas externas de tipo pictórico, en relación a la estructura del átomo por parte de los estudiantes, tres de los seis casos analizados (E1, E2 y E3), mostraron un cierto grado de acercamiento a las representaciones o modelos planteados desde el campo conceptual de la mecánica-cuántica (nubes electrónicas de probabilidad y posibles representaciones de orbitales s y p), evidenciando una clara ruptura en sus esquemas representacionales sobre el átomo. Por otro lado, los tres casos restantes (E4, E5 y E6) mantuvieron una representación del átomo que se acerca más al modelo atómico planetario propuesto por Rutherford. (Informe de investigación de Antonio y Walter, p. 121)

Antonio y Walter también hacen análisis del proceso de conceptualización logrado por algunos de sus estudiantes.

El concepto con mejores niveles de conceptualización, atendiendo a su acercamiento al campo disciplinar de la mecánica-cuántica, fue el ‘principio de incertidumbre’, abordado desde la complementariedad entre variables (posición y velocidad) que describen el comportamiento cinemático del electrón dentro del orbital atómico o nube de probabilidad. En todos los casos se logró evidenciar la comprensión y explicación del principio de incertidumbre a partir de la complementariedad existente entre las variables posición y velocidad (informe de investigación de Antonio y Walter, p. 120).

Asimismo, Antonio y Walter refieren análisis sobre el uso de lenguaje

La comprensión de la lectura se evidenció como un factor determinante en el momento de abordar y solucionar las diferentes situaciones. Cuando un estudiante presenta niveles bajos de comprensión lectora su desempeño se ve significativamente afectado y, por ende, la respuesta o solución entregada por los estudiantes no es la más adecuada –atendiendo a lo que se espera–, ya que presentan dificultades debido al carácter representacional del lenguaje; entendido por Henao (2010) como una representación externa de tipo lingüístico debido a que requieren de la utilización de símbolos explícitos y obedecen a un conjunto de reglas que los estudiantes deben dominar o manejar (informe de investigación de Antonio y Walter, p. 121)

Antonio y Walter reportan en su informe de investigación un proceso de seguimiento riguroso sobre la conceptualización de sus estudiantes en diferentes etapas del proceso de enseñanza; por ejemplo, para la indagación de invariantes operatorios iniciales, ellos implementan un cuestionario de problemas y preguntas abiertas (pág. 167-170); para sistematizar esta información crean matrices de análisis (pág. 129-140) y realizan su interpretación (pág. 90-96). Además, durante la intervención proponen a los estudiantes una segunda y tercera serie de problemas repartidos en dos sesiones de clase diferentes, entre las cuales desarrollaron eventos didácticos. Respecto de estas series de problemas, los dos maestros en formación hacen un segundo análisis de los invariantes operatorios de sus estudiantes (pág. 141-147) y su interpretación (pág. 96-105) y, para finalizar, nuevamente implementan el cuestionario inicial y hacen un tercer análisis de la conceptualización de sus estudiantes en términos de I.O. Con la misma metodología, sistematizan información en matrices de invariantes operatorios en la etapa final (pág.

148-159) y su respectivo análisis (pág. 105-111). Por último, presentan un análisis comparativo de los seis casos estudiados (pág. 112).

Para resolver la situación 4, inferimos que Antonio y Walter activan conceptos-en-acción como: investigación, invariantes operatorios, campo conceptual, registros de datos, metodologías de investigación, métodos de análisis y conceptualización. Además, operan con posibles teoremas-en-acción, como: ‘la investigación sobre los invariantes operatorios activados por los estudiantes en la resolución de eventos-problemas contribuye a orientar la intervención en la adquisición de un campo conceptual’; ‘los registros de datos pueden ser cuestionarios, entrevistas y producciones de los estudiantes’; ‘se puede utilizar el método de análisis de contenido cualitativo’. La actividad investigativa de la conceptualización lograda por sus propios estudiantes contribuyó notablemente en la necesidad de profundizar en conceptos básicos de la TCCV. Queda por afianzar aún más la conexión entre la indagación de los I.O. de sus estudiantes y una mediación de mayor pertinencia. Respecto del desarrollo de la situación 4, las reglas de acción previstas en el campo conceptual de referencia fueron puestas en práctica.

Continuando con lo ocurrido en la resolución de la situación 5, que plantea **“la gestión de la progresión de los aprendizajes mediante el desarrollo del plan previsto en atención a un campo conceptual”**, de las fuentes de datos seleccionamos unidades de registro o enunciados que clasificamos en las categorías “acción en el aula” y “autoevaluación de la práctica”, que organizamos en el cuadro que se muestra en el anexo 5. Abordamos a continuación la interpretación de los enunciados clasificados en la primera categoría ‘acción en el aula’.

#### **6.1.2.1. Acción en el aula**

Nos adentramos en los significados de esta categoría desglosándola en las subcategorías: metodología de enseñanza” y “evaluación de aprendizajes”.

**Metodología de enseñanza.** Presentamos en este apartado las acciones más relevantes utilizadas por Antonio de manera reiterativa en la metodología, para el abordaje de la enseñanza de campos conceptuales referidos, en primer lugar, a algunos fundamentos de la mecánica cuántica y, posteriormente, a los materiales –desde la perspectiva química–. Revisamos la metodología de enseñanza teniendo en cuenta: actividades y procedimientos, uso de referencias y uso de recursos.

- Actividades y procedimientos. El proceso de enseñanza estuvo articulado al trabajo de investigación (situación 4). En congruencia, Antonio inicia con la implementación de un cuestionario que consta de preguntas abiertas y algunos problemas. Al respecto, en el diario del 17-02-2011 escribe: “el objetivo: indagar mediante un cuestionario los invariantes operatorios de los estudiantes frente al modelo atómico cuántico”. Como resultado de la indagación, Antonio infiere conceptos-en-acción y teoremas-en-acción (I.O) activados por sus estudiantes para contestar las preguntas del cuestionario, haciendo un buen acercamiento al referente teórico; del mismo modo, explicita las dificultades que percibe en ellos. Ilustramos un pequeño recorte en la tabla 56 que Antonio reporta.

**Tabla 56.** Ejemplo de matriz sobre el átomo, reportada por Antonio en el análisis de I.O. iniciales

<b>MATRIZ DE INVARIANTES OPERATORIOS IDENTIFICADOS EN LAS RESPUESTAS AL CUESTIONARIO INICIAL</b>				
<b>CASO</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>CONCEPTOS-EN-ACCIÓN</b>	<b>TEOREMAS- EN- ACCIÓN</b>
<b>E1</b>	Sustancias constituidas por partículas. Naturaleza corpuscular	C1	-Sustancia -Corrientes de aire	“Los olores están hechos de sustancias.” “Los olores se desplazan por el aire”
	Complementariedad de variables. Principio de incertidumbre.	C2	-Posición. -Velocidad.	“Si determinamos la posición no podríamos determinar a qué velocidad se encuentra viajando”
	Las ondas mecánicas se desplazan a través del aire. Naturaleza ondulatoria.	C3	-Ondas sonoras -Medio -Sonido	“El sonido que emiten las cosas puede ser transmitido gracias a las ondas sonoras”. “Cuando suena algo emite una onda que tiene que tener un medio para poder ser transmitido”.

En su intervención mediadora, relacionada con los I.O. identificados y la planificación prevista, Antonio favorece otras formas de representación además del discurso oral; es así como utiliza una simulación virtual para explicar el efecto fotoeléctrico<sup>31</sup>.

En su diario del día 13-04-2011 escribe:

Se realizó una pequeña o corta explicación del efecto fotoeléctrico por mi parte, en el tablero. Además, [se] presenta la relación o aplicación de dicho fenómeno en nuestra vida cotidiana (algunos electrodomésticos). [...] Me dirigí con el grupo hacia la sala de sistemas para observar el efecto fotoeléctrico a partir de una experiencia virtual. El applet presenta una lámpara o fuente luminosa que dispara fotones frente a una superficie metálica desprendiendo electrones. Los estudiantes tenían la posibilidad de jugar con las diferentes variables y observar los cambios en la naturaleza del fenómeno. Debían desarrollar una guía sobre la experiencia y entregarla al final de la clase.

En la primera parte de este enunciado, Antonio explicita su interés por establecer una relación entre los conocimientos científicos y su aplicación en la vida cotidiana, aspecto evidenciado en su proceso de enseñanza llevado a cabo durante la primera fase – capítulo 5–. La segunda parte evidencia la puesta en escena del diseño de la mediación prevista, en el cual proponía la interacción de los estudiantes con aplicaciones informáticas. En el siguiente enunciado, tomado de la transcripción de la clase del día 13-04-2011, Antonio explica a los estudiantes cómo operar con la situación virtual sobre el efecto fotoeléctrico:

1. Antonio: Aquí vamos a tener un tubo, que tiene un metal acá y aquí nos va a mostrar un amperaje.
2. Estudiante 1: ¿Dónde rebotan qué es?

---

<sup>31</sup> <http://www.educaplus.org/play-112-efecto-fotoelectrico.html>. Antonio y Walter también reportan las siguientes direcciones que les sirvieron de apoyo didáctico: <http://claudialdeg.blogspot.com/2010/05/modelo-mecanico-cuantico.html>  
<http://fisica-quimica.blogspot.com/2006/09/estructura-atomica-y-sistema-peridioco.html>  
<http://club.telepolis.com/anaclavero/Paginas/2bachfis/Ud5.htm> 66  
<http://www.educaplus.org/luz/lcomoparticula.html>

3. Antonio: Un metal. Entonces en la pantallita ustedes tienen un cuadro con unos metales; está el calcio, litio, potasio, cesio. Aquí tienen un cuadrado donde dice energía umbral. Con el mouse ustedes arrastran tres metales y lo colocan aquí [señala el dibujo] y les va a aparecer un valor de energía umbral; vamos a trabajar solo con tres metales, ustedes eligen.

4. Estudiante 2: Longitud de onda.

5. Antonio: Longitud de onda es el color, aquí es energía del fotón. Présteme atención para que hagamos esto bien hehecito. Para que haya desprendimiento de electrones, que es lo que nosotros pretendemos, que un fotón salga de la fuente luminosa, choque contra la superficie del metal y extraiga electrones. Los electrones deben viajar como bolitas negras hacia este lado de la pantalla, cuando choquen con esta pantalla [señala], van a ver a la derecha una agujita que muestra un amperaje, lo que señala que hay corriente eléctrica. Ustedes deben elegir con el cursor que hay aquí [señala], pero la energía del fotón debe ser igual o superior a la energía umbral, recuerden que la energía umbral es la energía necesaria para que un fotón extraiga un electrón, ¿Esta claro?

6. Estudiantes: sí

La actividad desarrollada favoreció en los estudiantes un rol más activo y participativo, puesto que además de interactuar con la herramienta también lo hacían con su profesor. No obstante, es importante analizar la intervención 5, donde la respuesta del profesor se puede prestar para una inadecuada interpretación. La longitud de onda o la frecuencia no es el color, pero a ellas se les asocia un color. Además, era necesario clarificar el término “extraer”: la energía que aporta el fotón es para cambiar el estado del electrón de un estado ligado a un estado libre. Continuando con la misma clase, Antonio dice:

7. Antonio: Si aquí la energía umbral es 240, la energía del fotón debe ser 241. Juegan de izquierda a derecha hasta lograr la energía necesaria y tengan en cuenta la longitud de onda. Y van llenando esta tablita. (Toma una hoja y señala) Miren los datos en esta tablita.

8. Estudiante 3: ¿y los de abajo?

9. Antonio: En el de abajo tenemos la intensidad de la luz y aumenta de izquierda a derecha, yo les recomendaría ponerlo en 6 ó 7 y, el último, el potencial o el voltaje, lo

ideal sería 0.8, ¿Listo?, cuando tenga esto, vayan jugando, cuando ya vean que son capaces de manejar todo el applet

10. Estudiante 4: ¿Cuándo se devuelven?

11. Antonio: cuando se devuelve, el voltaje no es suficiente para que alcance a pasar al otro lado, necesitamos un voltaje que nos pase los electrones al otro lado (clase 13-04-2011).

El profesor no explica el efecto que produce la diferencia de potencial –acelerar, frenar o disminuir la ligadura del electrón en el átomo—. A partir de la aplicación informática que utilizaba, pudo explicar que el potencial modifica la energía de ligazón del electrón y además crea una región a donde es más probable que se dirija el electrón recién extraído.

Los estudiantes pudieron relacionar las ondas luminosas con los fotones y su interacción con los electrones de un determinado metal que ellos podían elegir de entre los que proponía el applet. Igualmente, tenían la posibilidad de reconocer la energía umbral para cada metal, lo que en la teoría se denomina ‘función de trabajo’ ( $W$ )<sup>32</sup>. Un valor de la energía de las ondas luminosas ( $E=hf$ ) menor que  $W$  no logra que los electrones abandonen el metal; con valores superiores ellos observaron que salían con suficiente energía cinética para pasar de un extremo a otro de un tubo e incidir sobre un registro de amperaje que indica el alcance o choque de los electrones.

En el proceso de enseñanza, Antonio implementa acciones intencionadas para favorecer el lenguaje y las representaciones de algunos conceptos que vinculan la interacción entre radiación y materia; para esto, trabaja con los conceptos: fotón, energía umbral, energía del fotón, energía cinética, efecto fotoeléctrico. Sin embargo, no alude a la energía de la onda luminosa en términos de  $hf$  (constante de Planck por la frecuencia),

---

<sup>32</sup> De acuerdo con Einstein, la onda luminosa, al chocar con un electrón en el metal, cede su energía al electrón. La onda se comporta como una partícula y planteó el término fotón. El electrón, al aumentar de energía, intenta abandonar el metal; si tiene suficiente energía puede hacerlo; si no la tiene permanecerá en el metal. La cantidad de energía que requiere para abandonarlo varía de un metal a otro y esto se conoce como ‘función de trabajo’ ( $W$ ). Si  $hf$  ( $h$ =constante de Planck y  $f$ =frecuencia) es mayor que  $W$ , el electrón puede abandonar el metal y tendrá energía cinética remanente. Si  $hf$  es menor que  $W$  los electrones no pueden abandonar el metal. Al aumentar la intensidad de la luz se aumenta el número de fotones que inciden sobre el metal; la energía del fotón no ha aumentado y por tanto la energía del electrón no es aumentada. MALEH, ISAAC. (1977). *Física Moderna*. Editorial Labor: Barcelona.

ni a la relación de esta última en la energía que cede al electrón para poder abandonar el metal. Con esta actividad, el maestro en formación presenta una simulación virtual del efecto fotoeléctrico, aunque pudo haber profundizado más en el modelo explicativo usado.

En la resolución de la situación 5 **“la gestión de la progresión de los aprendizajes de sus estudiantes”** hallamos un aspecto importante, que es la coherencia entre la actividad didáctica, los conceptos y las proposiciones que pretendía activar en los estudiantes y la clase de problemas; por ejemplo, Antonio utiliza la estrategia de simulaciones virtuales<sup>33</sup> mediante el uso de un applet que apoya el desarrollo de I.O. para resolver el problema 6 y otros similares, que ilustramos en la transcripción de la clase del día 1-04-2011.

1. Antonio: ¿Cómo sería la forma del orbital atendiendo a ese número cuántico? Cuando el orbital es 1s –miren la nube electrónica– el electrón puede estar en cualquier parte de éstas. Jueguen con todos los orbitales. ¿Cómo sería el orbital 2s? y ¿Cuál sería la probabilidad de encontrar el electrón? Como los electrones se encuentran más cerca del núcleo y más lejos es más improbable encontrarlos, y ustedes van viendo cómo se van llenando las nubecitas.

La interacción con el applet demandaba establecer relaciones entre números cuánticos y el concepto de densidad de probabilidad electrónica.

6. Antonio: Yo lo que quiero es que vayan observando cómo se forma la nube electrónica, cuando  $l=1$ ,  $m_s=0$ .

7. Estudiante 1: ¿A dónde nos metemos ya Antonio?

8. Antonio: N es , l es cero y Ms es cero, vamos a darle en orden, vamos a cambiar, Juan N =1, l=2, ms= -1.

9. Estudiante 4: No, 2.

10. Antonio: bueno... 2, 1, -1 ó 0.

11. Estudiante 1: ¿En que más nos metemos?

---

<sup>33</sup><http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/3/Usrn/lentiscal/1-CDQuimica-TIC/applets/NumerosCuanticosyorbitales-1/NumerosCuanticos12.htm>

12. Antonio: ¿ya ustedes vieron todos los orbitales?, ¿seguro?, ¿uno por uno?

13. Estudiante 2: ¿y vamos mirando así?

14. Antonio: 1s, 2s, 2p,  $p_x$ ,  $p_y$ , lo que yo quiero es que se formen una imagen de los orbitales. Juan dale allá,  $N=3$ ,  $l=2$  y  $m_s=-1$ , para que vean esta nube electrónica como se ve graficada allí, mírenla en términos de probabilidad, tengan en cuenta que cada puntico es una probabilidad.

Es una representación de la densidad de probabilidad como densidad de puntos, en 14 hay que tener en cuenta que estos puntos no son el electrón, como lo clarifica Antonio a sus estudiantes.

15. Estudiante 2: ¿En ese espacio vacío, qué hay?

16. Antonio: El espacio vacío es porque los electrones no están junticos. Se va volviendo más densa la nube, se va volviendo más oscura. [Escribe en el tablero], ustedes tienen el plano [dibuja ejes de coordenadas], ¿ustedes están parados dónde? ¿En  $p_x$ , en  $p_y$  o en  $p_z$ ?

La herramienta informática le permitió a Antonio, en su proceso de mediación, usar un nuevo lenguaje y representaciones de los conceptos y, al mismo tiempo, le dio un rol más constructivo a sus estudiantes. Él estuvo muy atento a sus dudas, analizó constantemente valores asignados por los estudiantes –en ocasiones desproporcionados– de acuerdo con el marco teórico de referencia. Fue un ambiente que permitió la interacción de los estudiantes con el applet y el maestro en formación, quien enfatizaba continuamente que observarían la imagen:

17. Antonio: [Se acerca a un grupo de estudiante y les pregunta], ¿ustedes ya vieron la nubecita?, pero con  $N$  hasta 7, nosotros no tenemos átomos con  $N=50$ , lo que yo quiero es que miremos la representación del orbital,  $N$ = nivel, lo que yo pretendo es que nos imaginemos cómo sería la nube electrónica o el orbital con esos tres números cuánticos, entonces sabemos que si en este sector hay un electrón, en este otro sector hay otro electrón girando, no sabemos dónde.

Respecto de la dirección en que gira el electrón, parece que éste se entendiera como un objeto en el mundo clásico, aunque el electrón lleve asociado un momento –

angular– en la explicación cuántica se entiende como una nube de probabilidad. Otro aspecto importante en su mediación es que trata de intervenir en los posibles significados que podría construir el estudiante a partir de un problema; en la transcripción de la clase del 9 -03-2011, en el enunciado 15, Antonio dice a sus estudiantes:

15. Antonio: Este era el ejemplo del problema de la hélice, (realiza el dibujo en el tablero) que si podíamos ver la nubecita que deja la hélice y si las aspas eran los electrones, ¿Dónde podía estar el electrón? Puedo conocer la velocidad de la hélice, pero no sé si está acá...o acá. (Señalando el tablero), lo único que tengo seguro es en qué espacio está.

El problema al que alude el maestro en formación, hace parte del cuestionario inicial, cuyo propósito era indagar sobre el principio de incertidumbre, probabilidad y orbitales atómicos. Es necesario reconocer nuevas acciones que Antonio realiza para enfrentar la enseñanza de conceptos científicos, como la introducción de herramientas informáticas que apoyan el trabajo con las representaciones de los conceptos y la generación de ambientes de mayor interacción entre el profesor y los estudiantes. También, en esta fase se realizan actividades de “**repaso o retroalimentación**” donde se vuelve sobre el tema tratado. En el diario 30-03-2011 Antonio escribe: “Realizamos un ejercicio de repaso y de síntesis de todo lo visto hasta el momento, para retroalimentar la información y reforzar los conocimientos sobre todo en cuanto a los orbitales atómicos y nubes electrónicas”. Al proponer las actividades, motiva permanentemente al estudiante a recordar conceptos ya trabajados en el aula de clase. En la transcripción de la clase del día 9-03-2011, en el enunciado 3, este maestro en formación expresa: “...recuerden que yo les había dicho...”; con una expresión similar en la clase 30-03-2011, anticipa que ya deben saber algunos conceptos, como orbital atómico, probabilidad, posición, energía y función de onda cuando les dice a sus estudiantes, “recuerde que ya lo vimos”.

De la misma manera que Antonio implementa nuevas acciones, conserva otras ya presentes desde la primera fase. En este sentido, Vergnaud (2008) plantea un esquema contiene al mismo tiempo ideas experienciales y nuevas –posibilidad de enfrentar

nuevas situaciones—. Entre las actividades que permanecen encontramos la elaboración de talleres. Esta actividad consiste en una serie de ejercicios, en este caso centrados en procedimientos sobre la configuración electrónica y los números cuánticos. Antonio dice en su diario, día 23-03-2011, “realizamos diversos ejercicios sobre la configuración electrónica y números cuánticos (...). Sacamos varios estudiantes al tablero a realizar ejercicios, otros salían de forma voluntaria”. Pareciera que existen luchas, es decir, tensiones entre elementos de su esquema de pensamiento que inferimos en la primera fase, y la introducción de nuevos conceptos—en-acción y teoremas-en-acción para abordar las clases de situaciones referidas a la enseñanza de conceptos científicos, en la segunda fase.

Esa tensión se refleja en acciones que parecen adoptar orientaciones de la Teoría de los Campos Conceptuales y otras que son habituales en su práctica; esto lo hallamos en enunciados de los diarios 25-05-2011 y 27-05-2011. En el diario del 25-05-2011 dice: “en un segundo momento, implementé un cuestionario con cinco problemas que pretendía indagar sobre los I.O. presentados por los estudiantes con respecto a los conceptos: masa, peso, gravedad, estados de agregación, cambios de estado y materia”. Producto de la implementación de este cuestionario, Antonio realiza un segundo ejercicio de identificar I.O. iniciales de sus estudiantes. Por otra parte, escribe en su diario del 27-05-2011:

En la clase procedí a escribir unas preguntas abiertas en el tablero como: ¿qué es el la materia?, ¿qué es la masa?, ¿qué es el peso?, ¿qué es la energía?, ¿qué es una propiedad? Pedí a los estudiantes que contestaran de manera individual en su cuaderno[...] Luego traté de propiciar una discusión con una lluvia de ideas para llegar a “acuerdos conceptuales” (comillas del texto original) en el grupo, muy direccionadas y orientadas por mi parte, pues trataba de utilizar al máximo los aportes correctos de los estudiantes y direccionar la construcción o definición del mismo.

Antonio buscaba con estas preguntas una definición, consideración contraria a los planteamientos de la Teoría de los Campos Conceptuales. Por otro lado, respecto del proceso de mediación para la enseñanza de la estructura de los materiales, en el diario de 1-06-2011 relata actividades de explicación, de experiencias sencillas y de lúdica. En

las acciones mediadoras persisten actividades relacionadas con la explicación del profesor, pero, también otras que dan la posibilidad de mayor participación a los estudiantes. En el diario del 2-06-2011 Antonio dice: “Durante esta clase abordamos la explicación de los seis cambios del estado con la participación activa de gran parte del grupo, se nombraron y establecieron las condiciones de presión y temperatura necesarias para verificar un determinado cambio”.

- Uso de referencias. En este aspecto se muestra un avance importante. Antonio reporta además de los libros de texto otras fuentes, como manuales, libros de Física y de Química de nivel universitario y artículos de revistas relacionadas con el tema del átomo desde fundamentos de la cuántica y su enseñanza. Además, en el desarrollo de sus clases alude a explicaciones relacionadas con rupturas epistemológicas y a científicos que no abordaba en la primera fase, vinculados con la búsqueda de nuevas explicaciones a fenómenos que no respondían teorías anteriores.

Para ilustrar lo anterior, retomamos algunos apartes de las transcripciones de clases. En la clase del 9-03-2011 dice a sus estudiantes, en el enunciado 1, “Tenía limitaciones fundamentales que planteaba el modelo de Bohr, o sea, cosas que él no podía explicar, y surge la necesidad de construir un nuevo modelo”. Después expresa, “[...] viene este señor francés Luis De Broglie quien expone que si la luz se comporta como corrientes de partículas, que son fotones, los electrones pueden tener propiedades ondulatorias”. También, Antonio trata de mostrar rupturas en el significado de algunos conceptos en el marco de dos teorías, es decir, conceptos con significado a la luz de un marco teórico pero sin significado en otro marco.

7. Antonio: o sea, en el modelo cuántico no vamos a hablar de órbita, sino de...
8. Estudiante 3: nube electrónica
9. Antonio: nube electrónica u orbital. Desaparece el término órbita (clase 30-03-2011)

En el mismo sentido de los anteriores se pueden leer en las transcripciones de las clases 9-03-2011 y 30-03-2011 (ver anexo 5).

- Uso de recursos. Es relevante en su proceso de mediación el esfuerzo en mostrar diversas formas de representación utilizando variados recursos didácticos. Antonio acompaña sus exposiciones verbales con gráficos en diapositivas o dibujos en el tablero. En el diario escribe, “en la segunda hora instalé el Video Beam y procedí a exponerles mediante una presentación en PowerPoint, lo concerniente al modelo atómico cuántico (9-03-2011)”. Posteriormente dice: “Se esbozaron algunos gráficos en el tablero que representan la forma o posible forma de los orbitales” (30-03-2011). Asimismo, trabaja con su grupo de estudiantes una actividad lúdica con globos simulando las posibles formas de los orbitales (Clase 4-04-2011). Como se pudo leer en enunciados anteriores, se modificó en gran medida el uso de los recursos, se alude a sala de sistemas, a applets, a software de simulación de fenómenos, a globos para imitar los orbitales, a Video Beam, a tablero y a marcadores.

**Evaluación de aprendizajes.** En los instrumentos de recogida de datos hemos encontrado varias referencias sobre la evaluación. En su Diario del 17-02-2011, Antonio expresa: “al principio los estudiantes se mostraron muy predispuestos para el abordaje del cuestionario [...] a raíz de esto se les explicó que era una actividad como cualquier otra, evaluable y promediable y comenzaron a trabajar”. Parece que la evaluación se utilizó de manera coercitiva para hacer que los estudiantes realizaran la actividad planteada por Antonio. En la observación de esta clase pudimos registrar que cuando los estudiantes habían avanzado en la resolución del cuestionario, Antonio les dice: “esto tiene nota en lo actitudinal, por lo que veo todos tienen cinco” [máxima nota].

Antonio refiere la evaluación en términos no reportados en la primera fase; por ejemplo, en el diario del 3-03-2011 dice: “conocer el avance conceptual que han tenido los estudiantes con respecto a la teoría atómica y los conceptos implícitos”. Más adelante, en la reflexión de la misma clase, dice: “será un instrumento utilizado para el análisis de la información debido a la jerarquización y conceptualización que esta actividad puede evidenciar”. Posteriormente, el 29-04-2011, expresa: “se les entregó de forma individual el cuestionario inicial [...] para valorar las posibles modificaciones en

los I.O. de los estudiantes”. Se evidencia, por tanto, que hay evaluación sobre la conceptualización en diversos momentos: al inicio, durante el proceso y al final.

De igual manera, este maestro en formación alude a la indagación de I.O. con respecto al tema de los materiales, según lo expresa en la clase del 25-05-2011. En la resolución del problema M1 (ver anexo 4) Antonio señala que sus estudiantes disponen de los conceptos-en-acción: gravedad, cuerpos u objetos livianos y un teorema-en-acción: ‘en la luna hay seis veces menos gravedad que en la tierra’ y ‘en la luna los cuerpos u objetos son más livianos’. Este maestro en formación dice en su análisis: “los estudiantes tienen claro que la gravedad tiene un efecto fundamental en el peso, porque afirman que se siente más liviano”, pero no logran explicitar si lo entienden como masa o peso.

Con respecto al problema M6 (anexo 4)

Quando en tu casa colocas agua en el fogón, después de un tiempo se comienzan a presentar cambios físicos de estados de agregación ¿Cómo se denominan estos cambios?, ¿qué condiciones fueron necesarias para hacer que el agua cambiara de estado? Cuando se tapa la olla, se observa otro cambio de estado del agua, ¿cómo se denomina?, ¿en qué consiste este cambio?

En su grupo de estudiantes, frente a este problema Antonio identificó los conceptos-en-acción: condensación, evaporación, temperatura, líquido y choque y los teoremas-en-acción: ‘cuando se calienta es evaporación’; ‘si tiene la tapa, el agua vuelve a ser líquida y se llama condensación’; ‘cuando el agua llega a una temperatura de más de 100° C para arriba, se evapora’; ‘cuando se tapa la olla esto se llama condensación, que es cuando el agua se evapora, choca contra la tapa y esta se convierte nuevamente y cae a la olla’. En su análisis, Antonio considera que los estudiantes tienen claro los cambios de estado que se verifican en el problema, como son evaporación y condensación; sin embargo, solo uno de ellos, al que denominó E2, afirma que las diferencias de temperatura es una condición para que se lleven a cabo dichos cambios de estado. Antonio indica que ninguno de ellos habla o menciona la presión como condición fundamental.

Así, para cada problema, el maestro en formación indica los I.O. y el análisis al respecto. Para el final del proceso de intervención, este maestro en formación igualmente revisa los I.O. de sus estudiantes, los organiza en un cuadro por cada situación y hace comentarios sobre avances y dificultades de los estudiantes.

En la entrevista final (anexo 5), intervención 4, Antonio expresa:

[...] Entonces la evaluación basada en situaciones me parece excelente, ojalá la pueda seguir implementando, porque es una forma de evaluar que los pone a ellos [estudiantes] como a patinar<sup>34</sup>, no es una forma tan escueta, como: ¿Qué es esto?

Interpretamos que este maestro en formación empieza a asignar al concepto-acción ‘evaluación’ un nuevo significado: se trata de superar preguntas que apuntan a la definición de conceptos o fenómenos por otro tipo de cuestiones que demanden al estudiante razonar, relacionar conceptos, comparar y seleccionar opciones de respuesta. Al respecto de la evaluación, establece relaciones de esta con las formas de organización de la enseñanza mediante situaciones, conceptos y el plan previsto, Antonio en la entrevista, intervención 2 (ver anexo 5), expresa:

[...] por medio de esta teoría yo estoy previendo un posible dominio conceptual y la evolución del mismo dominio por parte de los estudiantes; con esta situación, como se supone que la debemos organizar por orden jerárquico o de complejidad, entonces yo digo con esta situación: “ellos me van a manejar estos dos conceptos” pero, si la modifico, así ya me tienen que manejar estos cuatro, entonces estoy previendo qué posibles conceptos pueden manejar o deben manejar para responderla y me estoy adelantando a los posibles teoremas o hipótesis que ellos pueden plantear [...].

Este enunciado puede dar cuenta de reflexiones suscitadas a partir del proceso de formación, que pretendía abrir las posibilidades hacia otras formas de entender la enseñanza de conceptos científicos, aunque en su lenguaje permanezcan expresiones como “manejo de conceptos” y no se refiera la conceptualización o comprensión de

---

<sup>34</sup> La expresión coloquial “poner a patinar” significa poner en una posición de alerta, que requiere prestar atención para no resbalar o equivocarse

conceptos, pues no se trata de un cambio radical. Entendemos que los procesos de transformación se dan a lo largo de grandes períodos de tiempo. Sin embargo, parece que se han integrado nuevas proposiciones en sus esquemas que están orientando sus anticipaciones, como: “estoy previendo un dominio conceptual y la evolución del mismo por parte de los estudiantes”; “estoy previendo qué posibles conceptos pueden manejar o deben manejar para responderla”; “me estoy adelantando a los posibles teoremas o hipótesis que ellos pueden plantear”. También interpretamos nuevos elementos en su esquema que orienta inferencias como la planteada en la entrevista (anexo 5), intervención 4:

[...] ya con eso, como yo tengo una planeación prevista que es el campo que yo quiero entonces mirar, ¿se me acercaron o no al campo?, ¿qué tanto fue el acercamiento?, ¿qué tan significativo fue ese acercamiento? y de pronto ser otra forma de evaluar y de evaluar mi desempeño.

Contrastando con el campo conceptual enseñanza de conceptos científicos con base en orientaciones de la Teoría de los Campos Conceptuales, que se asume como referencia en la propuesta de formación y en el análisis de la información, el maestro en formación activa en la resolución de la situación 5 conceptos como: mediación, aprendizaje, lenguaje, representaciones, metodología, actividad, recursos, evaluación, rol de maestro, rol de estudiante. También se acerca a los teoremas-en-acción, como: ‘la mediación debe dar relevancia al lenguaje, a las representaciones simbólicas, a la interacción social’; ‘el rol del maestro debe intervenir en el sentido que el estudiante asigne a las situaciones’; ‘la tarea de un maestro es ayudar a los estudiantes en la construcción de nuevos invariantes’; ‘el rol del estudiante se fundamenta en una participación constructiva que le posibilite la progresión de aprendizajes’; ‘la metodología didáctica implementada con sus actividades, estrategias y uso de recursos resulta pertinente si existe coherencia con el dominio del campo conceptual’; ‘una evaluación como indagación de invariantes operatorios –conocimiento implícito– revela indicios del proceso de conceptualización científica de los estudiantes’.

### 6.1.2.2. Autoevaluación de la práctica

En el desarrollo de la situación 6, “**autoevaluación de los procesos de práctica**”, Antonio escribe en su diario pedagógico un apartado que denomina análisis y reflexión de la práctica; en su lectura encontramos que sus reflexiones se centran en mostrar las dificultades y los avances en los procesos de enseñanza y evaluación, tanto de estudiantes como de él, como maestro y orientador. Nos centraremos en estos dos aspectos:

**Dificultades y avances de los estudiantes.** En sus reflexiones, Antonio señala dificultades relacionadas con la comprensión que tienen sus estudiantes sobre los temas; en el diario del 17-02-2011, expresa, “los principales problemas o dificultades tuvieron que ver con la comprensión de la lectura”, y al respecto infiere:

La predisposición de los estudiantes, creo yo, tuvo que ver con el temor o asombro a enfrentarse a formas de preguntar y/ o evaluar totalmente nuevas, el planteamiento de las “Situaciones” fue algo novedoso para ellos. 2. Por otra parte, el hecho de preguntarles sobre algo ajeno o extraño para ellos (por lo menos los conceptos implícitos) les causó cierta inseguridad.

El enunciado da cuenta de lo que ocurría en el ambiente cotidiano de clase, pero también de nuevas acciones que estaban siendo implementadas. En el mismo sentido, en su diario del 27-05-2011, Antonio hace una autocrítica: “fue una actividad que evidenció la dificultad de los estudiantes para contestar preguntas abiertas concretas sin ninguna orientación o contextualización previa”; a su vez, el maestro en formación hace una valoración de la opción implementada: “las situaciones se ratifican como una excelente alternativa para presentar y tratar de contextualizar los conceptos científicos a los estudiantes”. Esta reflexión nos lleva a preguntarnos: ¿qué subyace a esta posible inferencia?, ¿será que se están gestando nuevos elementos en su esquema que le posibilitan hacer esta crítica a su práctica? Creemos que ya hay un avance y es el hecho de inquietarse por las definiciones puntuales y valorar los contextos que dan sentido a los conceptos.

También hallamos en su diario enunciados que aluden a los avances de los estudiantes; en el diario del 25-02-2011 expresa: “al escuchar los aportes de los pocos estudiantes que participaron me doy cuenta de que se han logrado avances conceptuales significativos. Además, el grupo presenta una actitud muy diferente a la del año pasado”. En el diario del 2-03-2011 expresa lo bien que le fue en el desarrollo de la clase:

Para placer mío, y beneficio de los estudiantes en cuanto a su proceso de aprendizaje, esta ha sido una de las clases más amenas y dinámicas. La participación de los estudiantes fue masiva, la gran mayoría mostró interés por participar del ejercicio de retroalimentación. Durante esta actividad, muchos participaron, expusieron sus ideas, sin necesidad de utilizar su cuaderno de anotaciones.

En este enunciado se presenta una valoración positiva del proceso de enseñanza llevado a cabo y el aprendizaje logrado por los estudiantes en relación con el nivel de su participación. Posteriormente, en diario del 28-04-2011 expresa:

En sus discursos y/o aportes se evidenciaron nuevas ideas, dominio conceptual, utilización de terminología y aceptable conceptualización. Con respecto a las partículas subatómicas todavía se notan confusiones en cuanto a los nombres de las partículas, su naturaleza eléctrica y su ubicación dentro del átomo.

Los anteriores enunciados presentan reflexiones centradas en las actitudes y comportamientos de los estudiantes, pero también en la conceptualización específica de los contenidos de enseñanza. Igualmente, hallamos en sus reflexiones la alusión a conceptos orientados en la acción didáctica implementada en los seminarios, en el contexto de formación universitario. Antonio, en el diario 29-04-2011, anota:

Se observó un mejoramiento en las respuestas de los estudiantes, por otro lado abordaron de forma dispuesta y segura la solución del cuestionario. Los resultados fueron bastante satisfactorios, ya que la modificación de esquemas en la estructura cognitiva y la activación de otros, se evidenció con niveles básicos y de altos desempeños.

De la misma manera que en la autovaloración de su práctica reflexiona sobre las dificultades y avances de los estudiantes, también asume su propia práctica como objeto de análisis, asunto no tan marcado en la primera fase.

**Dificultades y avances del maestro en formación.** Antonio tiene un alto nivel de autocrítica, no tiene dificultad en reconocer sus errores. En el diario del 10-03-2011 escribe:

A pesar de la buena disposición que presentaron los muchachos el día de ayer, hoy fue un caso totalmente contrario, su disposición no fue la mejor y la clase se tornó algo pesada para mí, debido a mi preocupación por que ellos comprendieran lo mejor posible todos estos contenidos. Dialogué con ellos y me expusieron que estaban recibiendo mucha información y eso les estresaba.

En este enunciado, Antonio toma conciencia de un supuesto con el que operaba en la práctica: presentar mucha información con el propósito de mejorar la comprensión de los estudiantes. Siguiendo con la autoevaluación de su práctica, en el diario de 25-05-2011 expresa:

Con respecto al cuestionario de situaciones iniciales, considero que cometí un error, al implementarlo en parejas, ya que así no podré dar cuenta de los I.O. activados por cada estudiante, por lo que la información recogida en esta etapa no es muy confiable.

Este enunciado denota nuevas formas de asumir la evaluación de los aprendizajes y, por ende, el seguimiento sistemático de logros en la conceptualización de los estudiantes. Este maestro en formación adopta una postura didáctica reflexiva sobre el dominio teórico objeto de enseñanza y su responsabilidad en la conceptualización de los estudiantes. En el diario del 9-03-2011 expresa:

Se generaron muchas dudas y preguntas, así como confusiones, por tal motivo tuve que ser cuidadoso y recursivo a la hora de tratar de solucionar todas las dudas. Es aquí donde necesito generar mucha motivación en los estudiantes y captar de la forma más constante su atención para poder obtener buenos resultados en cuanto a la conceptualización.

El enunciado da cuenta de que los altibajos en la actitud de los estudiantes son parámetros que asume el maestro en formación, para hacer inferencias con respecto al proceso de enseñanza que está llevando a cabo. En la resolución de esta tarea, Antonio activó conceptos-en-acción como autoevaluación, práctica y reflexión crítica, y teoremas-en-acción, como: ‘la autoevaluación de las prácticas posibilita identificar aciertos y desaciertos sobre el proceso de enseñanza’ y ‘la reflexión crítica brinda mayores posibilidades de cambio’.

En resumen, algunos enunciados que Antonio expresa en la entrevista (ver anexo 5) dan cuenta de lo que podríamos interpretar como nuevos invariantes operatorios y reglas de acción para resolver clases de situaciones relacionadas con la enseñanza de conceptos científicos. Antonio valora la profundización en el dominio conceptual desde referentes que considera más válidos; aunque la fuente siguen siendo libros, el tratamiento de los temas le posibilitaría una mejor formación para luego enseñarlos. En la entrevista (enunciado 2), expresa:

Tener que ir a un referente teórico, o sea a un libro que no sea el texto propiamente dicho, sino una literatura digamos universitaria, ¿cómo diríamos?, más profunda, más profesional, más “verdadera” y tener que profundizar en toda esa serie de conceptos para yo poder explicarlos de una forma más segura y más coherente a los muchachos.

Él alude a dos categorías de referentes teóricos, uno en el cual fundamentar sus formas de enseñar y otro sobre el orden del contenido disciplinar. Plantea una reflexión sobre el uso de los manuales escolares asumidos como única fuente, aboga por una literatura más especializada. Continúa vinculando conocimiento científico con la noción de verdad. A pesar del significado dado al concepto de situación como eventos-problemas, la secuencia de estos le permitió organizar su enseñanza de una forma más coherente entre las actividades propuestas. En este sentido, en la entrevista (enunciado 2), plantea:

Yo diría que la más significativa, para mí, es la forma de enseñar basada en situaciones, entonces, al principio uno planea como ciertas situaciones que pretenden que los muchachos dominen o resuelvan; todos los talleres, los ejercicios, los laboratorios,

todo lo que haga uno dentro de la clase gira en torno a que ellos sean capaces de resolver esa situación; esa forma de enseñar basada en situaciones me pareció excelente.

Podemos interpretar que este maestro en formación organiza el proceso de enseñanza de forma más reflexiva y con acercamientos a la toma de conciencia de sus reglas de acción en el aula de clase. Él reorienta las estrategias y actividades, buscando de forma intencionada el vínculo de estas con los problemas, con los conceptos, con teoremas y con las acciones que los estudiantes requieren para solucionarlos. Por otra parte, parece que el concepto-en-acción que opera para entender “teorema-en-acción” es el de hipótesis. En la entrevista, enunciado 4, es reiterativo en afirmar:

Yo siempre he planteado situaciones; pero con esta teoría ya sé cómo plantearlas de forma más coherente y con un verdadero sentido para mí como profe, o sea, qué es lo quiero yo verdaderamente con esta situación con ellos, o sea qué conceptos quiero que dominen para manejar esta situación, qué posibles hipótesis o teoremas ellos pueden plantear para resolver la situación.

El concepto de evaluación se complementa en su significado; al respecto, dice:

Entonces la evaluación también giraría en torno a la resolución de estas situaciones: como yo te decía, yo planeo talleres que son muy procedimentales, de pronto muy tradicionales, muchos caemos en eso, y yo creo que vamos a seguir cayendo, pero la idea es que a esos talleres uno les dé como el enfoque que les permita desarrollar habilidades o destrezas cognitivas en ellos, para que ellos después me resuelvan esa situación y digan: ¡ah! es que para resolver esta situación necesito este procedimiento, y ese procedimiento me implica este, este y este otro concepto.

Es relevante la reflexión crítica y la toma de conciencia que hace este maestro frente a la forma de enseñar y, específicamente, de utilizar la resolución de talleres, aceptando que han sido tradicionales y que podría mejorarlos modificando el tipo de cuestiones presentadas a los estudiantes. Por otro lado, Antonio analiza la relación entre los conceptos y los procedimientos de una manera aproximada a los planteamientos de Vergnaud; además él dice:

Yo digo que los procedimientos no están desligados de los conceptos; yo tengo que saber qué es una fórmula empírica para ir a... ¿sí o no?, yo tengo que saber qué es una masa molecular, para poderla calcular, yo tengo que saber qué es una masa atómica para poder buscarla en la tabla; yo digo que todo procedimiento implica conceptualización, ¿cierto?

En este testimonio de Antonio encontramos reflexiones sobre su forma de enseñar, donde plantea algunas rupturas:

Bueno, yo pienso también que otra evolución o una ruptura -digámoslo en términos también de Campos- es que, primero mi forma de enseñar estaba muy enfocada a lo que es el aprendizaje significativo, centrado solo en el aprendizaje del muchacho, nunca me había detenido a pensar que ellos aprenden según como yo les enseñe; entonces la teoría de Vergnaud me puso a pensar: “es que tú planeas previendo el posible aprendizaje de ellos”. Entonces para yo prever ese aprendizaje yo tengo que diseñar las situaciones, todas las estrategias o métodos de enseñanza, entonces me pareció que ahí hubo pues ruptura, pero digamos de forma como positiva, porque fue pasar de aprendizaje significativo basado en el estudiante, en sólo el proceso del estudiante, a la Teoría de Campos donde me centro en la forma como yo enseño para potenciar el aprendizaje significativo en ellos, entonces ahí hubo también algo de transformación en mi forma de enseñar.

El enunciado da cuenta que en el proceso de formación se desestabilizaron elementos del esquema de Antonio para enseñar conceptos científicos. Se muestra indicios de deconstrucción de invariantes operatorios, que interpretamos como un estado de proceso hacia reconstrucciones de sus esquemas. También hay otros I.O. que aún presentan problemas, por ejemplo, su idea de que tomar como referente el aprendizaje significativo (no especifica de cuál autor) es ocuparse del aprendizaje y no de la enseñanza. Planear la enseñanza para potenciar el aprendizaje no es independiente del referente; al igual que otros referentes, la TCCV orienta cómo hacer dicho plan, asunto que él dice al final.

En la tabla 57 presentamos la síntesis de los elementos discutidos anteriormente que creemos configuran elementos de su esquema.

**Tabla 57.** Elementos de esquema usado por Antonio para enseñar conceptos científicos en el contexto del establecimiento educativo. Segunda fase

<b>ELEMENTOS DEL ESQUEMA ACTIVADO POR ANTONIO PARA ENSEÑAR CONCEPTOS CIENTÍFICOS. SEGUNDA FASE</b>	
<b>ANTICIPACIONES</b> (metas, objetivos, efectos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Organizar la enseñanza con base en un dominio conceptual y de la evolución del mismo por parte de los estudiantes, prever qué conceptos deben “manejar”.</li> <li>- Anticipar los posibles teoremas o hipótesis de los estudiantes.</li> <li>- Identificar el sentido de un problema, qué se quiere con él, qué conceptos se quiere que dominen, qué posibles hipótesis o teoremas ellos pueden plantear para resolver el problema.</li> </ul>
<b>CONCEPTOS-EN-ACCIÓN</b>	<p>Enseñanza de conceptos científicos relacionada con conceptos como:</p> <p>Plan, simulaciones virtuales, problemas, actividades, recursos, repaso, explicación, talleres, evaluación, estudiantes, investigación, invariantes operatorios, campo conceptual, registros de datos, metodologías de investigación y métodos de análisis, conceptualización, mediación, aprendizaje, lenguaje, representaciones, metodología, actividad, recursos, autoevaluación, práctica y reflexión crítica.</p>
<b>TEOREMAS-EN-ACCIÓN</b>	<p>Las simulaciones virtuales permiten a los estudiantes interactuar con los conocimientos trabajados.</p> <p>Los problemas y procedimientos no están desligados de los conceptos.</p> <p>La explicación, las actividades y recursos apoyan la conceptualización y la interiorización de representaciones.</p> <p>El repaso o la retroalimentación y los talleres permiten reforzar los conocimientos.</p> <p>La evaluación se lleva a cabo durante el proceso.</p> <p>El papel de los estudiantes es que traten de movilizar lo que se les enseña.</p> <p>Los registros de datos pueden ser cuestionarios, entrevistas y producciones de los estudiantes.</p> <p>La mediación debe dar relevancia al lenguaje, a las representaciones simbólicas, a la interacción social.</p> <p>La tarea de un maestro es ayudar a los estudiantes en la construcción de nuevos invariantes.</p> <p>La metodología didáctica implementada con sus actividades, estrategias, uso de recursos resulta pertinente si existe coherencia con el dominio del campo conceptual.</p> <p>Una evaluación como indagación de invariantes operatorios –conocimiento implícito– revela indicios del proceso de conceptualización científica de los estudiantes.</p> <p>La autoevaluación de las prácticas posibilita identificar aciertos y desaciertos sobre el proceso de enseñanza.</p> <p>La reflexión crítica brinda mayores posibilidades de cambio.</p>
<b>REGLAS DE ACCIÓN</b>	<p>La enseñanza de conceptos científicos implica:</p> <p>Buscar un referente teórico, en un libro que no sea el texto propiamente dicho, sino, una literatura universitaria, más profunda.</p> <p>Explicar los conceptos a los estudiantes.</p> <p>Presentar los conceptos en el contexto de un problema</p> <p>Realizar la actividad de repaso y de retroalimentación de la información.</p> <p>Planear ciertas situaciones-problema que se pretende que los estudiantes dominen o resuelvan.</p> <p>Analizar evolución conceptual de los estudiantes mediante sus invariantes operatorios y otras actividades.</p> <p>Evaluar desde el principio hasta el final del proceso de enseñanza.</p>

	Relacionar los conceptos a enseñar con la vida cotidiana
<b>INFERENCIAS</b>	<p>La participación activa y la motivación indican que la clase estuvo bien.</p> <p>La parte visual mejora el aprendizaje de los estudiantes, el vídeo y las simulaciones les muestra representaciones.</p> <p>Con una planeación prevista, se puede mirar qué tanto fue el acercamiento y lo significativo de ese acercamiento. Es otra forma de evaluar y de evaluar el desempeño docente.</p> <p>“Nunca me había detenido a pensar que ellos aprenden según como yo les enseñe, entonces la teoría de Vergnaud me puso a pensar: es que tú planeas previendo el posible aprendizaje de ellos. Entonces para yo prever ese aprendizaje tengo que diseñar las situaciones, todas las estrategias o método de enseñanza, me centro en la forma como yo enseño para potenciar el aprendizaje significativo en ellos”.</p> <p>No sé si será pecado o error comenzar siempre con la explicación de parte de uno o de pronto podría variar esta estructura que uno ya tiene como implícita en sí mismo.</p>

Con respecto a la segunda pregunta que orientaba la segunda fase, consideramos que Antonio se encuentra en el proceso de acercarse a una enseñanza de conceptos científicos que asume orientaciones de Gérard Vergnaud. En su planificación de la fase dos, anticipa un proceso más organizado y con la intencionalidad de incluir orientaciones tomadas de este referente, como la configuración de un campo conceptual para enseñar con la selección de problemas de contenido disciplinar, la identificación de conceptos y relaciones de base para operar en ese dominio teórico y representaciones. Aunque se continúa con anteriores formas de asumir la enseñanza, encontradas en la fase uno, se incluyen otras nuevas.

Antonio reconoce las ventajas de pensar y seleccionar problemas, encontrando sentido para él como docente y para sus estudiantes en el avance de mayor dominio del número de conceptos. Es relevante la orientación que da a las actividades de clase buscando que sus estudiantes accedan a mejores niveles de comprensión. Su esquema para enseñar conceptos científicos no presenta rupturas con anteriores reglas de acción, encontramos que se complementa con otras nuevas desde la perspectiva teórica en que se orientaba. Las anticipaciones y las inferencias son elementos de los esquemas que muestran ser más flexibles, están directamente relacionadas con los I.O. y con las reglas de acción, pero también con los contextos y momentos específicos del ambiente escolar.

A continuación abordamos el análisis del segundo caso, que corresponde al maestro en formación Walter, quien, como ya lo hemos dicho, conformó con Antonio uno de los subgrupos de trabajo.

## **6.2. CASO WALTER**

De la misma manera que en el caso anterior, emprendimos el estudio de Walter analizando los datos de las respuestas a tres situaciones planteadas en el contexto de formación universitaria y a otras tres en el contexto de práctica. El maestro en formación Walter realiza su práctica pedagógica en grado décimo de Educación Media.

### **6.2.1. Contexto de Formación Universitaria**

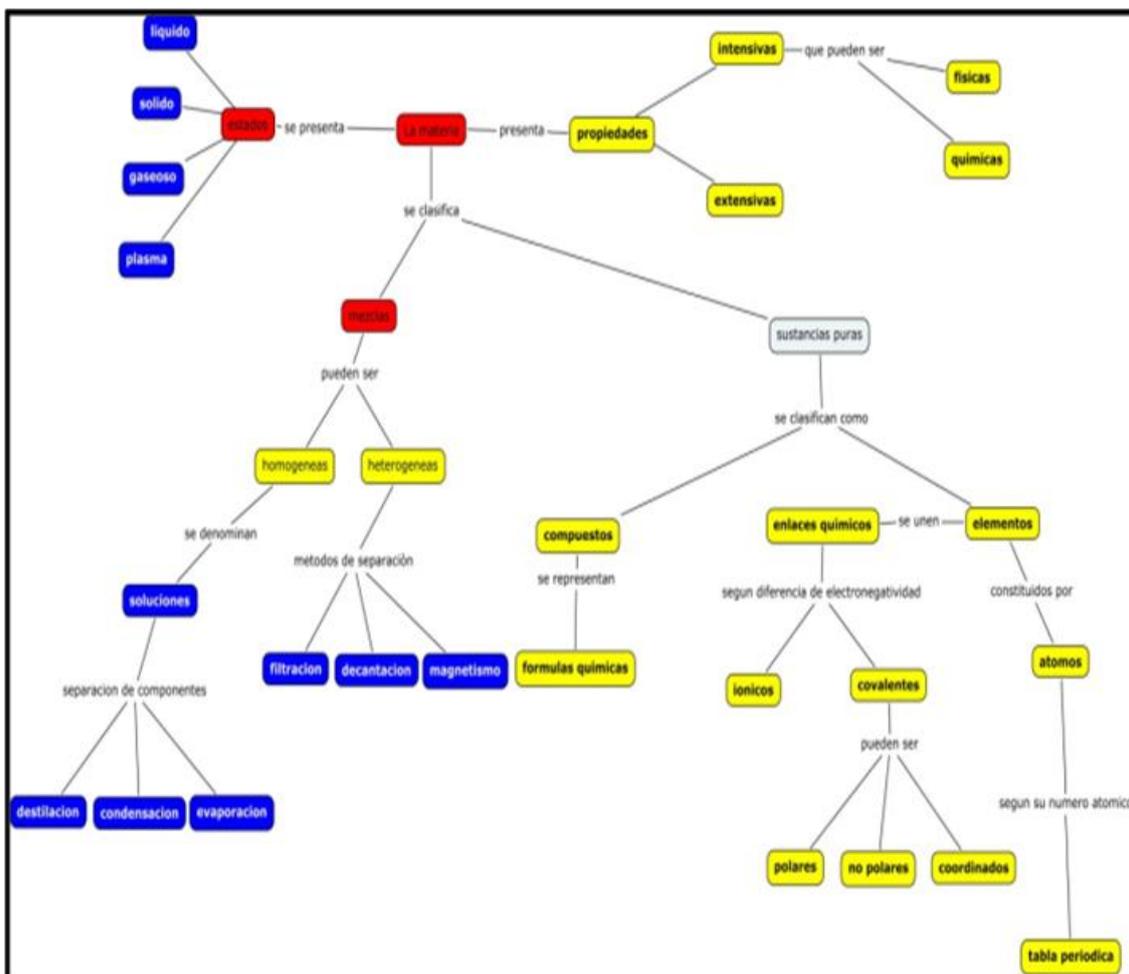
Siguiendo el proceso de análisis de contenido relativo a este caso, clasificamos los enunciados en las categorías establecidas en este estudio.

#### **6.2.1.1. Referentes teóricos de enseñanza**

Abordamos el análisis sobre los referentes teóricos utilizados o considerados por Walter para fundamentar la enseñanza, desglosándolos en los supuestos teóricos disciplinares, históricos y epistemológicos y desde aportes de la psicología y otros estudios en educación en ciencias, a partir de las producciones generadas en la resolución de las situaciones 1 y 2.

**Referentes disciplinares.** Conviene recordar que el mapa conceptual (figura 17) elaborado en subgrupo por Walter y Antonio ya fue analizado en el estudio del caso anterior; aquí solo haremos referencia al mapa conceptual elaborado por Walter de forma individual – figura 19 – en la búsqueda de la comprensión de sus referentes teóricos.

**Figura 19.** Mapa conceptual sobre la materia elaborado por Walter (individual)



En el mapa conceptual (figura 19), Walter organiza los conceptos y las relaciones que serán abordados en una segunda experiencia de enseñanza. En este mapa conceptual se muestran avances con respecto al anterior (véase figura 11), especialmente en la cantidad de conceptos y relaciones involucrados y en la utilización de los conectores para dar significado a las relaciones entre los conceptos. No obstante, hay algunos conceptos y relaciones que muestran confusiones, como el concepto de materia que no diferencia del de materiales, al que le corresponden las propiedades que le asocia; de la misma manera, parece confundir el concepto de elemento con el de sustancia simple, que no incluye en el mapa. Desde el referente del conocimiento químico el elemento químico tiene el estatus de sustancia básica que designa una clase de núcleos atómicos, no susceptible de experiencia directa, mientras que la sustancia simple está constituida

de una clase de elemento y es un concepto de naturaleza teórica y operatoria. En este sentido, Walter confunde una entidad de representación submicroscópica con una de nivel macroscópico, dadas las relaciones que establece en el mapa conceptual. Además, carece de conceptos que permitan entender los “estados” de agregación en condiciones de presión y temperatura.

Es importante clarificar que las sustancias puras no se obtienen de modo natural, se requieren procedimientos de separación en contextos definidos de presión y temperatura. También, al referirse al enlace químico, solo considera el criterio de electronegatividad para diferenciar los tipos de enlace; no alude, por ejemplo, a la forma como se organizan electrones que participan en cada tipo de enlace. Algunas de estas distinciones entre los conceptos químicos y sus niveles de representación<sup>35</sup> mental no son usuales en los manuales escolares, referente que por varios años ha orientado la selección de contenidos de este participante, quien también se desempeña como docente en ejercicio.

Inferimos que para resolver la situación 1, de acuerdo con el campo conceptual de referencia (TCCV), Walter activó conceptos como: mapa conceptual, jerarquía, conceptos inclusivos, proposiciones y teoremas-en-acción, como: ‘los mapas conceptuales expresan jerarquía, de los conceptos más inclusivos se desglosan otros más específicos’; ‘los mapas conceptuales representan conceptos y relaciones entre ellos’; ‘los conceptos se unen con palabras formando proposiciones’. En la elaboración del mapa conceptual Walter no opera con la idea de conexiones cruzadas y la posibilidad de relacionar diferentes segmentos del mapa.

Respecto al desarrollo de la situación 2, en la cual se indica “configurar el campo conceptual referido al concepto científico a enseñar, incluyendo situaciones, conceptos, relaciones, representaciones y reglas de acción necesarias para operar con los conceptos y resolver las situaciones propuestas”, Walter, de manera individual configura un campo conceptual para la enseñanza de propiedades y clasificación de los materiales; un fragmento de este se presenta en el anexo 6. Los problemas presentados tienen cierto

---

<sup>35</sup> Johnstone citado en Galagovsky (2003, p. 107) propone tres niveles de representación mental para los fenómenos naturales y para la química en particular: *macroscópico*, *submicroscópico* y *simbólico*.

orden de complejidad según el nivel de abstracción de los conceptos. Walter parece relacionar la complejidad con el nivel de escala de análisis del fenómeno.

Al referirse a la complejidad, Vergnaud expone que la Teoría de los Campos Conceptuales le asigna un papel esencial a los propios conceptos matemáticos. Para él “los enunciados y el número de elementos puestos en juego son factores pertinentes de la complejidad, pero su papel es subordinado” (Vergnaud, 1990, p. 8). Vergnaud considera la complejidad vinculada con los conceptos y relaciones asociadas a cada concepto, la cual se expresa con un lenguaje matemático con más variables y funciones. Para la química lo micro y submicro (molecular e iónico) e inclusive en la física (moderna, cuántica o en conceptos como el de energía) la complejidad se vincula con el grado de abstracción de conceptos y relaciones, que además se relacionan con los constructos teóricos.

En la subtarea A, el maestro en formación plantea dos clases de problemas: los primeros, relacionados con la identificación de propiedades en eventos de la vida cotidiana de los estudiantes, en los cuales la meta es el análisis de la relación entre los estados de agregación de algunas mezclas de sustancias químicas y las condiciones específicas de temperatura; y en el segundo tipo de problemas se busca la explicación del proceso de descomposición de una sustancia compuesta, en el caso específico del agua.

Respecto de la subtarea B, los conceptos y relaciones expresados en proposiciones son adecuados en el ámbito disciplinar. No obstante, pudo agregar otros conceptos también fundamentales como: interacción, energía calorífica, presión, fuerzas de cohesión, fuerzas de repulsión, conservación de la naturaleza química de las sustancias y relaciones básicas involucradas con estos conceptos. Falta mayor especificidad disciplinar química en las representaciones que puede utilizar para la enseñanza de estos conceptos; estas están expresadas de forma general aludiendo al lenguaje natural.

En la segunda clase de problemas, Walter incluyó también los conceptos de cambio químico, reacción de descomposición, conductividad eléctrica, aniones y cationes. En los teoremas o proposiciones faltó aludir a la presencia de electrolitos que posibilitan la conductividad eléctrica para que pueda ocurrir la descomposición y así abordar explicaciones desde la categoría eléctrica del sistema conceptual de la química. En la subtarea C, Walter propone procedimientos relacionados con la solución de los problemas. De acuerdo con la TCCV, una clase de problemas se aborda con esquemas, los cuales contienen significados, representaciones y reglas de acción; pareciera que Walter continúa separando significados de procedimientos y, como hemos visto, fueron varios los conceptos que no incluyó en la configuración del campo conceptual.

Para dar respuesta a la situación 2 (véase anexos 3 y 6), Walter requirió conceptos-en-acción como: campo conceptual, situación problema, conceptos, proposiciones, procedimientos, y teoremas-en-acción como: ‘la Teoría de los Campos Conceptuales es una teoría que explica el proceso de conceptualización aplicable en la enseñanza’; ‘un campo conceptual es un conjunto de situaciones problema, conceptos, proposiciones, procedimientos’; una situación es un caso problema relacionado con el tema’; la complejidad de las situaciones está en función de la escala de análisis –macro, micro– del fenómeno. Falta afianzar el concepto de situación como tarea en el sentido psicológico y la comprensión de la relación entre el desarrollo cognitivo y las situaciones y conceptualizaciones específicas.

**Históricos y epistemológicos.** No hay referencia a reflexiones o a asuntos históricos o epistemológicos.

**Psicológicos o de estudios en educación en ciencias.** En esta fase, Walter trata de implementar los planteamientos de Vergnaud para configurar la propuesta de enseñanza en términos de la selección y organización de campos conceptuales para enseñar.

### 6.2.1.3. Planteamiento de la organización de la enseñanza

Esta categoría fue interpretada a la luz de los trabajos académicos anteriores, donde se implementa una organización de la enseñanza basada en la selección del campo conceptual para enseñar, y la resolución de la Situación 3 que indica plantear el proceso de mediación para la enseñanza y la evaluación de los aprendizajes.

**Estructura de la planificación.** A pesar de las dificultades en la comprensión de algunos conceptos propios de la Teoría de los Campos Conceptuales, como la selección de situaciones y de la apropiación disciplinar química, se presentan acciones alternativas a su forma habitual de planear la enseñanza. En este sentido, es relevante la consideración de los conceptos a enseñar formando parte de un conjunto, buscando que estos conceptos y relaciones estén vinculados con problemas que demanden a los estudiantes un rol activo y constructivo al enfrentar preguntas. De la misma manera, estos inicios en la construcción de campos conceptuales plantean un reto a este maestro en formación para ser coherente con las actividades que va a proponer y los procesos de mediación y evaluación. En su plan individual propone indicadores de logro, descripción de actividades y criterios para la evaluación.

**Metodología de enseñanza.** Para el segundo campo conceptual desarrollado de forma individual, Walter propone una serie de actividades organizadas en tres momentos del proceso de enseñanza, donde privilegia: i) la implementación de situaciones-problema para indagar invariantes operatorios, ii) la discusión con el grupo en pleno sobre las respuestas del cuestionario de situaciones problema, iii) la explicación y aclaraciones, iv) la exposición sobre conceptos básicos de propiedades físicas de los materiales, mediante diapositivas en Video-Beam, v) una práctica demostrativa de laboratorio sobre electrólisis del agua, cuya finalidad era descomponer una sustancia compuesta en otras simples y vi) en grupos, la resolución de un problema (lápiz y papel), referido a la electrólisis del agua. La secuencia que Walter propone presenta dificultades para implementar orientaciones de Vergnaud pues ésta incluye una exposición del maestro sobre el tema después de explicar las respuestas del diagnóstico y al final propone resolver un problema, lo que es coherente con lo que analizamos

sobre su propuesta de campo conceptual donde parecía separar el significado de la situación al inicio para luego aplicarlo.

**Evaluación de aprendizajes.** En la evaluación propone la resolución del cuestionario de casos/problemas relacionados con los estados de agregación de la sustancias y con la estructura de los materiales del campo conceptual que consideró, además su socialización y análisis con el grupo en pleno. También plantea aspectos a tener en cuenta en la autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación; en esta última enuncia: “análisis de situaciones problema, talleres evaluativos de los diferentes temas, comprensión lectora, evaluaciones parciales y evaluación acumulativa”.

En la resolución de la situación 3, inferimos que Walter activa conceptos como: planificación de la enseñanza, indicadores de logros, actividades, evaluación y medios, y teoremas-en-acción, como: ‘en la planificación se proponen actividades como: un cuestionario inicial, socialización, exposición del maestro, laboratorio y problemas’; ‘los indicadores de logros, las actividades, la evaluación y los medios hacen parte de un proceso’; ‘las representaciones relacionadas con los conceptos hacen referencia al lenguaje científico’.

En la tabla 58 presentamos los elementos de un posible esquema de Walter en la resolución de las situaciones 1, 2 y 3 del contexto de formación universitaria.

**Tabla 58.** Elementos de esquema activado por Walter. Contexto de formación universitaria. Segunda fase.

<b>ESQUEMA ACTIVADO POR WALTER EN EL CONTEXTO DE FORMACIÓN UNIVERSITARIO</b>	
<b>ANTICIPACIONES</b>	Construir casos problemas relacionados con conceptos a enseñar. Organizar el campo conceptual para enseñar.
<b>CONCEPTOS-EN-ACCIÓN</b>	Enseñanza de conceptos científicos relacionada con conceptos como: Mapa conceptual, jerarquía conceptos inclusivos, proposiciones, campo conceptual, situaciones problema, conceptos, proposiciones, representaciones, procedimientos, planificación de enseñanza, indicadores de logro, actividades, evaluación y medios.
<b>TEOREMAS-EN-ACCIÓN</b>	Los mapas conceptuales expresan jerarquía, de los conceptos más inclusivos se desglosan otros más específicos. Los conceptos se unen con palabras formando proposiciones. La Teoría de los Campos Conceptuales es una teoría que explica el proceso de conceptualización aplicable en la enseñanza de conceptos científicos. Un campo conceptual es un conjunto de situaciones problema, conceptos, proposiciones, procedimientos. En la planificación se proponen actividades como: un cuestionario inicial, socialización, exposición del maestro, laboratorio y problemas? Una situación es un caso problema relacionado con el tema. Los indicadores de logros, las actividades, la evaluación y los medios forman parte de un proceso de enseñanza. Las representaciones relacionadas con los conceptos hacen referencia al lenguaje científico.
<b>REGLAS EN ACCIÓN</b>	La enseñanza de conceptos científicos implica: Organizar el contenido de enseñanza en un mapa conceptual Expresar la relación de significados. Diseñar casos-problemas relacionados con los conceptos a enseñar, proposiciones y representaciones. Proponer actividades de enseñanza y de evaluación y los medios relacionados con el campo conceptual a enseñar.
<b>INFERENCIAS</b>	Las situaciones en el sentido propuesto por la Teoría de los Campos Conceptuales son casos problemas relacionados con la vida cotidiana. Los estudiantes deben tratar de explicar los problemas.

En el contexto de formación universitaria, Walter plantea un proceso de enseñanza más organizado en relación con el que se evidenció en la primera fase: toma decisiones sobre los contenidos de enseñanza haciendo una selección de casos-problemas, conceptos, proposiciones y representaciones; también diseña una secuencia de actividades de enseñanza y aprendizaje para intervenir en la conceptualización de sus estudiantes. Asimismo, propone actividades para favorecer la interiorización de representaciones de los conceptos trabajados. En general, hallamos en la información aportada por Walter un cierto interés en profundizar en la fundamentación teórica, en plantear a sus estudiantes una propuesta innovadora en relación con la enseñanza del

mismo tema de años anteriores, aunque presenta dificultades en la conceptualización de los conocimientos objeto de enseñanza; este ejercicio movilizó sus propios invariantes operatorios al respecto. Se presentaron avances en relación con la primera fase, donde Walter hacía alusión a listados de temas y actividades puntuales, sin criterios de secuenciación definidos.

## **6.2.2. Contexto de práctica en establecimientos educativos**

En este contexto analizamos e interpretamos los datos que provienen del contexto de prácticas clasificados en las categorías: acción en el aula y autoevaluación de la práctica.

### **6.2.2.1. Acción en el aula**

Emprendemos esta parte del estudio haciendo una revisión de los enunciados que aluden a la forma como Walter despliega acciones para favorecer los procesos de la conceptualización en sus estudiantes.

**Metodología de enseñanza.** En primer lugar nos referimos a las actividades y procedimientos desarrollados por Walter en la mediación del proceso de enseñanza del átomo desde fundamentos de la mecánica cuántica. Recordamos que la implementación en el aula del trabajo grupal, producto de las situaciones 1, 2 y 3, se realizó de manera individual en los establecimientos educativos donde desarrollaban la práctica. En la lectura de los diarios 17-02-2011, 07-04-2011 y 14-04-2011, (véase anexo 7), hallamos clases expositivas, pero también encontramos clases que incluyen otras actividades como la observación de vídeos sobre teorías atómicas y algunos aspectos de inicios de la mecánica cuántica, la discusión en subgrupos y elaboración de un mapa conceptual, lo que se evidencia en las clases de 24-02-2011 y 28-02-2011 del mismo anexo. Aunque no estaban en el marco del abordaje de alguna situación problema, sí están relacionadas con los conceptos y relaciones descritas en el campo conceptual (anexo 3).

También notamos que Walter trata de implementar nuevas acciones en su práctica; en el diario 05-04-2011, dice: “se les aplicó la segunda serie de situaciones-problema referentes a la radiación de cuerpo negro y ondas”. En el diario del 26-04-2011 escribe en la descripción de clase: “las estudiantes presentaron la tercera serie de situaciones problema” (configuración del campo conceptual, anexo 3). En el siguiente fragmento de la transcripción de la clase 14-04-2011, se presenta la intervención del maestro en formación con respecto al problema planteado relacionado con ideas de cuerpo negro:

1. Walter: Como estamos hablando de una esfera metálica, exacto, ¿los metales qué propiedad tienen?
2. Estudiante 1: Reflejan la luz.
3. Walter: Los metales reflejan la luz, es decir, este rayo que entra aquí ¿qué empieza a hacer? Empieza a reflejarse en la otra pared, en la pared contraria, en un ángulo igual; de pronto ustedes han visto en años anteriores en física que el ángulo....
4. Estudiante 2: No lo hemos visto.
5. Walter: Pero sí han visto algunos temas, porque yo también he participado en la elaboración de programas anteriores, que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión, este rayo entra, se refleja, ¿entonces qué pasa? Esto es un cuerpo negro, estas paredes dejan que el rayo se refleje, ¿pero qué pasa? van absorbiendo una cantidad de esa radiación, es decir, que cuando este rayo de luz vuelve a salir, ¿es qué?
6. Estudiante 3: Es menor

Al final en el enunciado 5, la pregunta es poco precisa, Walter pudo indagar sobre cuál fue el cambio del objeto/sistema en cuestión, ahondando en algunas propiedades –energía, dirección de propagación, intensidad, amplitud–. En 6, el estudiante responde señalando el cambio, pero no logra decir en qué, debido a la formulación de la pregunta.

7. Walter: Es menor, el rayo incidente es mayor que el rayo reflejado, entonces este cuerpo negro... a nivel de laboratorio se ha trabajado esto como un cuerpo negro... ¿Qué puedo hacer con esta información que sale de la esfera?
8. Estudiante 4: Nada.

La intervención 7 presenta varias confusiones, en primera instancia no se precisa el concepto de cuerpo negro asumiéndose que el estudiante comprende dicho concepto; tampoco hace claridad sobre la ley de la reflexión a que hizo referencia. Para que este objeto se comporte como un cuerpo negro toda la radiación incidente en la cavidad debe ser absorbida por las paredes (Serway, 2006, p.68)

9. Walter: Yo puedo analizar esa información, para mirar qué longitudes de onda se presentan, ¿cierto?, ¿recuerdan el cuadrado de las longitudes de onda? Este rayo que entró es muy parecido al rayo que sale, lo que pasa es que para que esto sea un cuerpo negro perfecto yo tendría que pintar de negro las paredes, ¿cierto?, por eso es difícil encontrar en la naturaleza un cuerpo negro perfecto.

En 9, el término “parecido” es muy impreciso, no tiene sentido en el experimento que plantea: hacer la medida de la longitud de la onda reflejada. Walter debería interesarse en cómo cambia la intensidad individual de cada frecuencia, para demostrar que la esfera metálica sí se comporta como cuerpo negro, es decir, recrea la distribución de Plank para cada frecuencia. No hay necesidad de pintar las paredes; el rayo que incide por el agujero en la cavidad se refleja aleatoriamente hasta dispersar la energía en las paredes de la cavidad. La probabilidad de que este rayo de luz salga es muy baja para la primera reflexión y va aumentando con cada reflexión, es decir, el rayo que podría salir por el agujero de la cavidad tendría muy poca energía. (Serway, 2006, p.68. Figura 4)

9. (...) más o menos de eso era lo que trataba la situación problema de la última vez; recuerdan cuando se les preguntó, ¿por qué en una habitación donde entra un rayo de luz no alcanzaba a alumbrar toda la pieza?, ¿por qué puede ser eso muchachas?

No es similar el fenómeno de comparación, la explicación de este último está asociado a la dispersión y difracción de la luz visible no a la radiación/absorción de un cuerpo negro; la dispersión tiene relación con el material que atraviesa y cómo afecta a la velocidad de propagación de la onda monocromática y la difracción se refiere al comportamiento de la luz cuando un frente de onda alcanza un obstáculo.

10. Estudiante 5: R: porque no hay qué refleje

11. Walter: Primero porque la oscuridad no es perfectamente un cuerpo negro, pero ¿qué hace la oscuridad?, absorbe parte de esa radiación, ustedes han visto cuando de pronto está en una finca que uno alumbró con una linterna, ¿ese rayo de luz llega hasta el infinito muchachas?

En 11, el término “oscuridad” usado en esta explicación se presta a confusión, no se refiere a un objeto; el significado alude a la falta de luz para percibir las cosas, sería más pertinente referirse a la atmósfera.

12. Estudiantes: No.

13. Walter: llega hasta cierta parte, ¿por qué?, porque el medio se comporta como un cuerpo negro pero no perfecto, va absorbiendo una cantidad de energía, entonces el rayo no puede llegar hasta el infinito, ¿sí? Niñas, ¿alguna pregunta?

14. Estudiantes: No

Si bien se observa un intento por mantener un debate con las estudiantes, predomina la verbalización del docente; los discursos de las estudiantes corresponden a respuestas cortas, no dan cuenta de significados. Además, el discurso del maestro es impreciso conceptualmente, involucra conceptos que presume forman parte de los esquemas de los estudiantes. El trabajo con situaciones y problemas de un campo conceptual demanda adecuados niveles de conceptualización del maestro; en ocasiones, esta es la razón por la cual algunos prefieren seguir con la transmisión de una información memorizada sin debate con los estudiantes. A pesar de las dificultades señaladas, es necesario resaltar la voluntad de Walter por incorporar nuevas acciones en su práctica y fortalecer el uso de otras ya implementadas: nos referimos a la utilización de herramientas tecnológicas o informáticas para favorecer los análisis de posibles representaciones de los conceptos.

En el diario de 11-04-2011, Walter alude al uso de un applet que apoya el trabajo didáctico sobre representaciones del concepto de “nube de probabilidad electrónica”. Con la actividad interactiva planteada, las estudiantes pudieron observar aproximaciones de los orbitales atómicos cuando asignaban valores de números

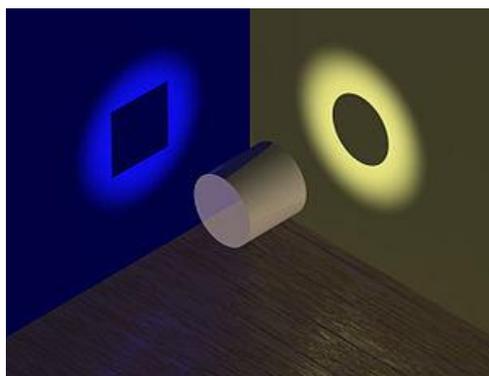
cuánticos a un programa virtual. Igualmente, en la clase del 12-04-2011 hicieron una práctica virtual en grupos de dos o tres estudiantes sobre el fenómeno del efecto fotoeléctrico. Se trataba de seleccionar de un listado el nombre de un metal y asignarle valores de energía umbral para observar la forma como interactúa la radiación electromagnética con el metal, haciendo pasar o no electrones de un estado ligado a uno libre. El maestro les plantea un cuestionario de preguntas sobre esta actividad virtual, que luego culminan en la clase del 14-04-2011, de la cual presentamos apartes:

21. Walter: Entonces en estos veinte minutos que faltan, yo les entrego este cuestionario sobre el laboratorio del efecto fotoeléctrico, de forma individual lo resuelven.

22. ¡Acuérdese que el electrón se movía! ¿Se podía entender como una onda o como una partícula? ¡Como una onda! ¿por qué como una onda?, porque se le puede asociar una longitud y una frecuencia ¿Y por qué como una partícula?

Cabe anotar, respecto del enunciado 22, que la relación de Broglie es perfectamente aplicable a ‘bosones’ libres, como el fotón; aunque el electrón es un ‘fermión’, es masivo y normalmente ligado a un átomo. El comportamiento como onda o como partícula es aparente; una imagen<sup>36</sup> que representa un hecho similar se observa en la figura 20

**Figura 20.** Imagen que expresa dualidad



---

<sup>36</sup> <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/64/Dualite.jpg/300px-Dualite.jpg>

23. Estudiante: [Le enseña una de las respuestas]

24. Walter: [le dice que está mal y le muestra el texto donde está el contenido que interesa para el tema]... Así, Einstein planteó que los electrones solo absorbían un cuanto energía.... A ver, Niñas, ¿cómo así que no están asociando cosas? Ustedes podrían mirar acá, ¿qué dice acá?, que ¿la energía de un cuanto es igual a la energía de qué? ¡A la energía de un fotón! ¡Muchachas... más recursivas pues!

25. Walter: ¡María la he visto en todos los puestos!

26. Walter: A ver muchachas: en el tercer punto, ¿con qué longitud de onda se logró desprender mayor número de electrones? Ustedes en algún momento tuvieron que decir longitudes de onda. [Profesor continúa acompañando a los estudiantes en la solución del cuestionario].

En 26, el desprendimiento de electrones del material – efecto fotoeléctrico– depende de la longitud de onda incidente y el número de electrones desprendidos depende la intensidad del campo electromagnético – luz –. Aunque hallamos nuevos elementos en la forma de asumir la enseñanza de conceptos científicos con el uso de actividades virtuales que le posibilitaron otras formas de representación de los conceptos. Walter continúa respondiendo a las preguntas que él mismo plantea, sin promover la interacción y verbalización de los estudiantes; asimismo, persiste en la realización de ejercicios de aplicación para que las estudiantes practiquen determinados temas, según se puede leer en los diarios del 28-04-2011 y 29-04-2011. Igualmente, se aprecian rasgos de su perspectiva transmisionista del conocimiento, cuando expresa en la reflexión del 29-04-2011 “se dictó una buena clase, ya que las estudiantes participaron, hicieron ejercicios y salieron al tablero”, pero estos no se presentan de forma tan reiterativa como en la primera fase

A continuación nos referiremos a las actividades relacionadas con la segunda experiencia de enseñanza orientada en la Teoría de los Campos Conceptuales. En la clase del 18-08-2011, el maestro en formación trata de mejorar la mediación incluyendo problemas y posibilitando a sus estudiantes el análisis de las actividades.

Walter: problema 1: Si tenemos dos sustancias: agua con una densidad de  $1.0 \text{ g/cm}^3$  y mercurio (el único metal líquido a temperatura ambiente) con una densidad de  $13,6 \text{ g/cm}^3$ . Al introducir en un vaso de vidrio, sabiendo que son insolubles, insolubles quiere

decir que no se van a mezclar, y si usted de pronto los agita, ellos tratan como de mezclarse pero finalmente cuando lleguen a un equilibrio...

2. Estudiante 1: se separan

3. Walter: vuelven y quedan insolubles, no se mezclan ¿qué podríamos esperar en cuanto a su distribución en él?

4. Estudiante 1: el más pesado va abajo

5. Estudiante 2: el más denso

6. Walter: Eso que usted me dice que el más pesado va abajo, ¿cómo sabe usted que es más pesado?, supongamos que tomamos 20 gramos de este [señala el tablero] y 20 gramos de este.

La estudiante 1 responde de manera incorrecta desde el conocimiento disciplinar, confunde peso con la densidad. Al respecto, el maestro en formación busca hacerle entender que no se trata del peso; sin embargo, le explica refiriéndose a unidades de masa y no de peso.

7. Estudiante 3: se suma la densidad

8. Walter: No. Entonces no es el más pesado, ¿si no el más?...

9. Estudiante 1: el más denso.

10. Estudiante 3: ah, pero puede ser que se equivocó.

11. Walter: y bueno que lo dijo, porque muchas veces nosotros confundimos el peso con la densidad. Eso es como el ejemplo que nos ponen sobre un kilo de hierro y el kilo de algodón ¿cuál pesa más?

Vemos que el maestro se expresa utilizando unidades de masa como equivalentes a las de peso; el ejemplo lo da con unidades de masa.

12. Estudiante 1: los dos pesan igual

13. Walter: los dos pesan lo mismo, porque los dos son un kilo, pero ¿cuál es el más denso?

14. Estudiante: el hierro

15. Walter: el hierro es más denso porque ocupa menos espacio. En el algodón, quién nos garantiza que el algodón está ocupando todo el espacio posible?

16. Estudiantes: nadie

17. Walter: el algodón se puede comprimir, pero entre las partículas quedan espacios vacíos. Nosotros vimos el modelo mecánico cuántico, y sabemos que de por sí la materia tiene espacios vacíos. La gran mayoría de los átomos son espacio vacío. Aquí lo importante es que ustedes sepan que el más denso...La densidad es una relación de la masa y el volumen, ¿las unidades de volumen son diferentes o son las mismas?, ¿los kilogramos son unidades de volumen?

18. Estudiantes: no

19. Walter: no, son unidades de masa, en cambio los metros cúbicos son unidades ¿de qué?

En el enunciado 19, Walter aclara que hablaba de unidades de masa y continúa indagando a sus estudiantes sobre las unidades en las que se puede expresar variables masa y volumen. Busca precisar el concepto de densidad en términos de la cohesión de partículas, pero pudo haber complementado con explicaciones que indicaran la relación de proporcionalidad en la comprensión del concepto.

20. Estudiantes: de volumen

21. Walter: entonces aquí me están diciendo que en un centímetro cúbico de agua tenemos un gramo de agua, un gramo de agua está presente en un centímetro cúbico de agua y en cambio en este, por cada centímetro cúbico hay 13.6 gramos ¿entonces cuál es más denso?

22. Estudiante ¿no es el mercurio?

23. Walter: el mercurio tiene menos espacio vacío, por lo tanto las partículas que hacen parte de él están más unidas, ¿entonces se ve ubicado arriba o abajo?

24. Estudiantes: [unas responden arriba y otras abajo]

25. Walter: usted echa, por ejemplo, una bolita de icopor al agua y un balón, ¿cuál se va para el fondo?

26. Estudiantes: el balón se hunde, porque está hecho de acero y el acero es más denso que el agua. Aquí pasa lo mismo, como este [muestra el tablero] entonces se distribuye en la parte de abajo.

27. Estudiante: profe entonces, ¿en el caso del aceite?

28. Walter: en el caso del aceite, este es menos denso que el agua entonces no se hunde dentro del agua, queda en la parte de arriba. Por ejemplo cuando usted se mete en una piscina y se coloca un flotador, ¿ese flotador que cambia?, ¿qué cambia de la persona?, ¿cambia la densidad?, ¿cambia el volumen? o ¿cambia la masa?

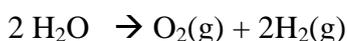
En las intervenciones 26 y 28, el maestro en formación se apoya en un ejemplo de la vida cotidiana para explicar el concepto de densidad. Es relevante la acción de favorecer los análisis del problema buscando la participación de sus estudiantes. Walter continúa haciendo lectura del siguiente problema:

En una clase de química, el docente decía a sus estudiantes que los elementos químicos constituyen la parte más básica de las sustancias y que sustancias compuestas, utilizando diversas técnicas de laboratorio, podían separarse en sustancias simples.

[El en formación continúa con la lectura sobre el segundo problema],

Luisa, una de las estudiantes del curso, le pidió al profesor que ilustrara sobre estas técnicas de una mejor manera, utilizando ejemplos tangibles. El docente les explicó la hidrólisis del agua (reacción de descomposición de  $\text{H}_2\text{O}$  en  $\text{H}_2$  y  $\text{O}_2$ ) y pregunta, ¿por qué este proceso le ayudaría a Luisa a comprender la relación entre la sustancia compuesta, la sustancia simple y elemento?, ¿quién es el que se va a descomponer?

Esta reacción de descomposición, en el nivel de representación molar, produce oxígeno e hidrógeno como sustancias simples,  $\text{O}_2$  y  $\text{H}_2$ :



45. Estudiante: el hidrógeno.

46. Walter: Hidrólisis del agua, quiere decir que el agua, por una técnica de laboratorio, se va a descomponer en sus elementos constitutivos. Entonces la pregunta, ¿por qué cree que este proceso le ayudaría a Luisa a comprender la relación entre la sustancia compuesta y los elementos químicos?, ¿por qué creen ustedes que con este ejemplo la niña ya va a entender lo que el profesor les estaba diciendo o ustedes creen que no hay suficiente ilustración ahí?.

47. Estudiante 3: sí, sí hay

48. Walter: ¿pero por qué creen que hay suficiente ilustración?

49. Estudiante 4: porque el agua es un compuesto, que está formado por dos elementos; entonces el profesor, al mostrar esto como ejemplo, le está explicando parte por parte cómo es este compuesto desde el inicio, y entonces ella va a entender más fácil qué es lo que el profesor le está hablando, que el agua está compuesta por el hidrógeno y por el oxígeno.

50. Walter: quiere decir que con este compuesto, al yo llevar a cabo el proceso de hidrólisis, les puedo mostrar que esto se puede llevar a cabo; entonces acá uno sí puede ver una relación entre compuesto y elementos, el problema es que no todos los compuestos se pueden descomponer tan fácil.

(...) 54. Walter: ¡Pilas pues! con esta segunda pregunta, muchachas.

“Un día una madre de familia se disponía a lavar la nevera, ya que estaba presentando fallas técnicas; lo primero que se le ocurrió fue desconectar el electrodoméstico, su hijo que estaba presente al momento de hacerlo se dio de cuenta que minutos después el hielo que estaba en el congelador comenzaba a fundirse hasta quedar convertida en agua líquida; el niño le preguntó a la madre el porqué de esta situación, ¿Cómo le explicarían al niño lo que ocurrió con el hielo?”

55. Estudiante 7: el agua cambia de estado, al cambiar la temperatura, ¿por qué el hielo se derritió?, porque estaba en una temperatura mayor y al cambiar la temperatura el agua pasa de estado sólido a líquido.

56. Walter: pero, ¿sí paso de una temperatura mayor a una menor?

Walter continuó con el análisis del problema, sobre la relación entre los estados de agregación de las sustancias y las condiciones específicas de temperatura. La estudiante relaciona incorrectamente el cambio de la temperatura con la fusión del agua. El maestro en formación interviene buscando que la estudiante entienda su error.

57. Estudiante 8: No, pues al desconectar la nevera dejó de hacer el proceso que ella hace que el agua esté a cero grados para estar congelada, y al dejar de hacer el proceso el agua pasó a otro estado, pasó a una temperatura ambiente.

La estudiante supone que la temperatura a la que se encuentra el hielo es de  $0^{\circ}\text{C}$ , no precisa que puede estar a esta temperatura o incluso bajo  $0^{\circ}\text{C}$ , lo mismo, que al pasar al estado líquido no necesariamente tiene que alcanzar la temperatura ambiente. Faltó hacer referencia a otras variables como la presión.

58. Walter: Esta es una buena explicación para darle a un niño, pero nosotros sabemos que hay una explicación científica, el agua absorbe energía y las partículas de hielo se separan. A un niño yo podría explicárselo así, pero también podría hablarles de absorción y emisión de energías. Vamos con otra pregunta: más tarde la mamá estaba cocinando

una sopa y le agregó todos los ingredientes al agua que estaba hirviendo; una parte del vapor que salía desde el interior de la olla alcanzó a tocar el brazo de la madre y ésta, en este momento, alcanzó a sentir un dolor muy fuerte, tanto que le causó una quemadura; el niño le preguntó a la madre de dónde se originó el humito, ¿qué le podría responder la madre y que fuera aceptado como una explicación científica?

Es importante recordar que el agua en fase sólida tiene menor densidad que el agua en fase líquida; la organización espacial de las moléculas forma redes cristalinas de diferentes formas según la temperatura y la presión. Las moléculas interactúan por medio de enlaces de hidrógeno e interacciones dipolo-dipolo y forman una red hexagonal, que hace que el agua en estado sólido pueda flotar en el agua líquida. El maestro en formación no profundizó en las características del agua, diferentes a lo que ocurre en los metales respecto de la separación de sus partículas; tampoco hizo aclaraciones con respecto a la absorción de energía.

59. Estudiante 8: que el vapor se produce debido a que el agua se encuentra a una temperatura superior al punto de ebullición y al estar tan caliente le quemó la piel.

60. Walter: ¿Cuál es el punto de ebullición del agua?, bueno la temperatura es entre 96o y 98oC.

61. Estudiante 9: ¿esa es la temperatura que hay en el fogón?

62. Walter: no, en un fogón hay mucha más energía; si usted le acerca un termómetro podría estar a 115o, 120o o más; lo que pasa es que el agua, cuando llega a esta temperatura, las moléculas de agua que están en la superficie empiezan a cambiar de estado, y de estado líquido a, ¿cuál estado?, bueno estudiante 8 ¿qué explicación nos podrías dar para este proceso?

63. Estudiante 8: Como se aumenta la temperatura cambiaría a estado gaseoso y por ende sería el vapor que suelta el agua, el vapor también está a la temperatura hirviendo, por eso es que la mamá siente el ardor al entrar en contacto con él.

64. Walter: ¿Quién tiene mayor temperatura, el agua caliente o el vapor de agua?

65. Estudiante 8: el vapor.

66. Walter: el vapor tiene mayor temperatura y esto nos llevaría a hablar a nivel de partículas, ¿las partículas del gas cómo están?, ¿están muy dispersas? , ¿están muy lentas o cómo están?

67. Estudiante 8: están muy dispersas.

68. Walter: Están muy dispersas, eso ya me lo dijeron, aquellas ¿qué hacen contra el recipiente que las contiene? Las partículas de gas se están moviendo y toman la forma del recipiente que las contiene y, ¿qué pasa cuando tienen mucha velocidad?

69. Estudiante 8: Se salen del recipiente

El maestro en formación pudo haber precisado el concepto de temperatura en relación con la energía cinética promedio de las partículas del sistema. Además, hacer énfasis en la presión de vapor del agua y la presión atmosférica en este fenómeno de ebullición.

70. Walter: en un momento dado ellas adquieren mayor movilidad. Continuando con el problema, “llegó una vecina y le preguntó a la madre si estaba preparando sopa. El niño le preguntó a la madre que ¿por qué la vecina lo supo, sabiendo que no estaba en la casa?”

71. Estudiante 8: Porque como es un gas, él se esparce por todo el espacio.

[En ese momento sonó el timbre que indicaba la finalización de la clase]

Hallamos en esta clase algunos cambios en la metodología desarrollada por el maestro en formación, donde plantea la estrategia de analizar una serie de problemas con preguntas que les demandaba a los estudiantes pensar y explicar sus ideas. El maestro en formación intervenía para cuestionar algunas respuestas y ayudar en la comprensión de los fenómenos estudiados. En algunas intervenciones pudo haber sacado mejor provecho, permitiendo a sus estudiantes mayor tiempo para pensar y expresar sus ideas. En ocasiones se apresuraba y él mismo respondía. No obstante, podemos decir que observamos otra actitud en el maestro en formación y sus estudiantes, así como la práctica de nuevas acciones. En la entrevista (anexo 7), Walter refiere cuestiones relacionadas con la metodología.

1. Profesora: ¿Qué te aportaron los seminarios en la formación como maestro?

2. Walter: me aportaron mucho, porque uno tiene otra forma diferente de planear sus clases, lógicamente la clase tradicional, la clase ‘tiza –tablero’ nunca se va a acabar; pero, me aportó que puedo utilizar otras nuevas tecnologías en las explicación de muchos otros conceptos, y más si son complejos como los que fueron objetivo de nuestra práctica.

3. Profesora: Y, ¿cómo cambió el plan de clase?

4. Walter: El plan varió en que simplemente ya no es el hecho de planear una clase tradicional, sino que hay que tener en cuenta laboratorios virtuales y discusiones en grupo de las estudiantes que me parece que yo no lo implementaba antes y ahora sí lo implemento mucho; incluso, hace poco que volví a la docencia, el trabajo mío ya es que los estudiantes aporten, que de eso se trata ¿cierto?, no simplemente de hacer una transmisión, si no que ellos puedan dar su propio punto de vista y convertirme en un aportante [sic] más.

El maestro en formación hace un reconocimiento de otras estrategias y actividades que implementó tanto en los planes como en el desarrollo de sus clases, como fueron el uso de herramientas tecnológicas en la enseñanza de los conceptos y las discusiones en grupo con base en los problemas propuestos. Identifica aciertos y desaciertos en su práctica de enseñanza de conceptos científicos, incluso acepta que no terminará con la clase expositiva, ni tampoco es el objetivo, mas valora positivamente nuevas acciones como la de dar mayor participación a sus estudiantes.

5. Profesora: Pero desde la planificación ¿hubo alguna modificación?,

6. Walter: bueno, de todas maneras uno se tiene que acoplar a la Institución donde trabaja, ¿cierto?, yo sí tuve que trabajar los dos formatos. Pero me parece que en cuanto a las reflexiones me sirvieron mucho para llenar los formatos del colegio, porque uno primero lo que hacía era: donde decía descripción, colocar, yo había planeado por ejemplo enseñar el modelo atómico mecánico-cuántico, en la observación era poner sí, simplemente, se enseñó el modelo atómico mecánico cuántico. Ahora lo que gané con esto fue que uno debe estar pendiente de todos los aspectos de una clase, es decir, cómo estuvo la actitud de los estudiantes, cómo estuvo la actitud de uno mismo como docente y uno mismo pensarse todos los días, hoy fallé en esto, hoy gané en esto, que es una de las ganancias más grandes que uno tiene como docente, saber en qué está bien y en qué está mal, y retroalimentar eso.

En la intervención número 6, Walter expresa un problema que suelen enfrentar los profesores cuando tratan de incluir en sus prácticas nuevas propuestas de enseñanza y aprendizaje: la obligatoriedad de cumplir con políticas o directrices institucionales, lo que hace que el maestro en formación actúe en dos sentidos, es decir realizando dos

planes para evitarse contratiempos en el contexto de práctica y en el laboral. Sin embargo, se observa que los procesos de formación de los seminarios impactan la forma de enfrentar el formato de planificación institucional, generando la toma de conciencia de los aspectos allí considerados. También encontramos clases expositivas, tal como lo señalaba el maestro en formación, solo que ahora implementa ayudas didácticas como el Video Beam y diapositivas, además de una explicación abierta a preguntas, pero de todos modos sigue siendo explicativa; un ejemplo de ello es la clase de 22-09-2011:

Walter: Vamos ahora a hacer un repaso sobre los estados de la materia. Los sólidos, que son los que presentan una forma definida, geométrica o no. Un sólido es muy difícil de comprimir, en general, donde habrá sólidos más fáciles que otros para comprimir; por ejemplo, una piedra es difícil de comprimir, y se explica porque las partículas están muy juntas; también se pueden expandir en un porcentaje muy pequeño, por ejemplo, una puerta metálica que está al sol y yo voy a abrirla, no se abre tan fácil.

Se deja leer que la compresibilidad en los líquidos es moderadamente mayor que en los sólidos, en los líquidos pudiera decirse que el poder de compresibilidad es muy bajo.

2. Estudiante 2: Se expande.

3. Walter: Se expande, ese metal que está ahí ha tomado otro volumen, como si dijéramos que se hinchó, pero esa no es la palabra, entonces da más lidia abrir la puerta. Tiene alta fuerza de interacción entre las partículas, si ustedes ven este dibujo, ¿cómo están las partículas?

4. Estudiante 2: Muy juntas

5. Walter: Casi con una distancia prácticamente nula, eso es lo que le da la rigidez y la forma a los sólidos. Casi todos los sólidos tienen forma cristalina, no sé si ustedes han mirado con una lupa un granito de sal.

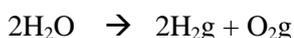
6. Estudiante 2: Sí.

En los enunciados 7, 8, 9, 10 y 11 (anexo 7) Walter continúa explicando los estados sólido y gaseoso. En la anterior transcripción se muestran acciones interiorizadas de las formas de enseñar, como es la clase explicativa, además consideramos que no se trata de abolirla, dado que los procesos de cambio no suceden de

un día para otro, se presentan a lo largo de grandes periodos de tiempo. Posteriormente, en la clase del 3-10-2011, plantea una práctica de laboratorio que gira alrededor de una situación problema; Walter realiza el montaje y explica cómo funciona y genera una serie de preguntas al respecto. El profesor tiene dificultades para asumir un rol de mediador, de tal manera que favorezca un ambiente de interacción social entre él y las estudiantes y entre ellas mismas, aunque se observó que un mayor número de estudiantes participó en el análisis y que se dio relevancia al lenguaje químico y algunas representaciones -ecuaciones, fórmulas, símbolos.

### Clase 3 -10-2011

1. Walter [escribe en el tablero la siguiente situación problema:



Y pregunta, ¿creéis que se pueden producir combustibles más amigables para el medio ambiente a partir del agua y de mejor rendimiento que los hidrocarburos, como el petróleo y sus derivados? Explicarlo.

Van a escribir eso que aparece en el tablero, que es una situación problema.

2. Estudiante 1: ¿Cada uno lo copia?

3. Walter: claro, y lo que debe salir de esta clase es una discusión de lo que está ocurriendo ahí. La situación problema se las voy a definir, aunque ustedes ya conocen lo que hemos hablado aquí, sobre la hidrólisis del agua.

4. Estudiante. ¿Lo escribimos en el cuaderno?

5. Walter: En una hojita, porque me la debo llevar. No necesitan copiar la situación problema, la toman del tablero y en unos segundos la vamos a socializar. La situación problema dice... se la voy a leer, tenemos dos moléculas de agua, mediante el proceso de hidrólisis se transforman en dos moléculas de hidrógeno y una molécula de oxígeno... como sabemos, el agua es líquida y el hidrógeno y el oxígeno son dos gases. Recuerden: la reacción química se llama hidrólisis, hidro (agua) lisis (rompimiento). Walter: [señala el tablero] esto que aparece aquí se llama hidrólisis, el agua mediante un proceso llamado hidrólisis se va a convertir en hidrógeno y oxígeno, es decir, va a producirse una separación, es una reacción de descomposición, ustedes ya saben lo que es una reacción de descomposición, uno grande se parte en dos pequeñitos, el agua tiene dos elementos, el hidrógeno y el oxígeno. La pregunta es, ¿creéis que se pueden producir, a partir de agua,

combustibles más amigables con el medio ambiente y de mejor rendimiento que los hidrocarburos como el petróleo y sus derivados? Explicarlo.

[Walter continúa] Con esta práctica de laboratorio que vamos a implementar aquí, que no nos funcionó la vez pasada y que ya me he asegurado de que funcione, vamos a ver cómo el agua se puede separar en hidrógeno y oxígeno; entonces en este momento nos vamos a acercar todos aquí y vamos a observar lo que sucede. Les explico qué es esto, es un aparato de hidrólisis, son dos tubitos por separado, tienen en común el tubo de la mitad, que se llama bulbo, porque se ensancha arriba; resulta que esos tubitos están conectados a unos electrodos, y estos están conectados a una fuente de voltaje. Lo que va a hacer esa fuente de voltaje es suministrarle energía para que esa energía pueda producir la reacción de hidrólisis, o sea esta reacción necesita energía, no es exotérmica, sino endotérmica. Aquí hay agua, a la que se le añadió un poco de ácido sulfúrico para que mejore la conductividad del agua.

6. Estudiante 1: ¿el ácido sulfúrico no afecta el agua?

7. Walter: No, el ácido aumenta la conductividad, entonces vamos a poner a funcionar el montaje. El burbujeo, lo que significa es que el agua se está separando en hidrógeno y oxígeno, ¿qué pasa? el hidrógeno queda en uno de los tubos y el oxígeno va a quedar en otro tubo. El lado positivo con el oxígeno, ¿Cuál creen muchachas que es el lado positivo? El lado positivo es ese, el que está de color verde, y en el lado negativo, ¿qué debe quedar?

8. Estudiantes: el hidrógeno

9. Walter: en el otro lado el hidrógeno, recuerden que ahí ya no hay agua pura sino dos elementos diferentes; ahora dejamos que reaccione.

10. Estudiante 2: Walter uno no puede diferenciar a simple vista cuál es cada uno.

12 Walter: niñas, vamos a hablar sobre la pregunta.

13. Estudiante 7: ¿no es en la hoja?

14. Walter: pero hablemos también, ¿creen ustedes que se pueda crear un combustible? Las que dicen que sí, ¿por qué creen que si?

La transcripción completa de la clase anterior se encuentra en el anexo 7

38. Estudiante 12: Walter nos dijo que las naves espaciales podrían hacerlo, podrían mover un carro, pero no tenemos como bien la respuesta [un estudiante se lo dice a sus compañeras]. Espere, usted nos dijo el hidrógeno y ¿dónde queda el oxígeno?

39. Walter: bueno, el oxígeno es un restante, otro producto, ¿será problema que el carro por el mofle bote oxígeno?
40. Estudiante 12: bueno, pero para que se pueda convertir en combustible, se tendría que complementar con la hidrólisis y el otro producto que se le echó.
41. Walter: o sea, al carro se le adapta ese aparato, usted solo lo tanquea con agua, sabiendo que el hidrógeno es un combustible ¿ese carro podrá funcionar?
42. Estudiante: como usted pone el ejemplo que el hidrógeno puede impulsar una nave espacial, sí se puede utilizar.
43. Estudiante 12: funcionaría como un carro de gas, ¿no?
44. Walter: sería como un carro que funciona con gas. [El maestro en formación se acerca a otro grupo de estudiantes] ¿Ustedes que opinan? ¿El carro podría funcionar o no?
45. Walter: Felisa, funcionaria ¿sí o no?
46. Estudiante 13: sí, claro que podría funcionar.
47. Walter: de hecho hay algunos, pero tendrían que tener un sistema que los haga funcionar.
48. Estudiante 14: ¿o sea que otorga más potencia al automóvil?
49. Estudiante 15: pero, qué pasa con el rendimiento, se le pondría más potencia al automóvil y se tendrían que crear otro tipo de motores.
50. Walter: exacto, debe crearse otro tipo de motores
51. Estudiante 15: puedo leerle la respuesta.

Walter trata de acompañar a las estudiantes en la resolución del problema, relacionado con la reacción de descomposición llevada a cabo en la práctica demostrativa. Algunas se interesan y buscan que las escuche. El maestro en formación incluyó otras actividades que dan cuenta de otras formas de llevar a cabo la enseñanza, en las cuales se procura que las estudiantes tengan un rol más constructivo hacia la progresión de aprendizajes.

52. Walter: sí
53. Estudiante 15: sí, porque se le puede instalar un aparato de hidrólisis, en el cual se utiliza agua e hidrógeno, pues si el hidrógeno puede mover una nave espacial también puede mover un carro, pero creo que no es beneficioso para el medio ambiente, porque se agota el agua
54. Estudiante: pues daría oxígeno, pero ¿el agua?
55. Estudiante 15: se agota el agua

56. Walter: tendría un efecto secundario, pero de todas maneras...
57. Estudiante 15: ¿qué más le puedo colocar a la respuesta?
58. Walter: no así está bien. [Walter se acerca a otro grupo de estudiantes] ¿Ustedes que opinan?
59. Estudiante 16: sí se podría.
60. Walter: y para complementar la respuesta, ¿qué le colocaría a su carro para que funcionara con agua?
1. Estudiante 16: aquel cosito.
62. Walter: ah, un mecanismo que haga la hidrólisis del agua y que empiece aprovechar el hidrógeno.

No obstante, al margen de las dificultades conceptuales señaladas, se hallan cambios en la manera en que Walter aborda la enseñanza de conceptos científicos, los cuales fueron presentados en una red de relaciones entre conceptos –enunciado número 5–, buscando favorecer otras formas de representación de los conceptos y utilizando recursos como simulaciones virtuales, equipo de laboratorio entre otros, en un esfuerzo apreciable por articular los eventos didácticos con las situaciones problemas que diseñó para sus estudiantes. Sin embargo, no parece tomar conciencia de que la mediación que hace, ayudado por los diversos recursos, es para lograr que los estudiantes construyan significados.

- Uso de referencias. En este aspecto se presenta un relativo avance. En su diario personal, sobre la implementación en el aula del trabajo grupal, además de realizarse en el marco de la investigación, Walter reporta diversidad de fuentes como manuales, libros de Física y de Química de nivel universitario y en su informe de investigación (pág. 24) artículos de revistas que se anotaron en la descripción de dicho trabajo grupal; sin embargo, en el desarrollo individual del segundo campo conceptual Walter solo reporta libros de nivel universitario e internet.
- Uso de recursos. Con el propósito de mostrar diversas formas de representación, el maestro en formación utilizó variados recursos didácticos: diapositivas, dibujos,

Video Beam, globos, sala de sistemas, applets, software de simulación de fenómenos, equipo de laboratorio, tablero y marcadores.

**Evaluación de aprendizajes.** En varios de sus diarios Walter alude a un proceso sistemático de valoración de los aprendizajes; por ejemplo, en el diario del 15-02-2011 alude a la implementación de un cuestionario para indagar invariantes operatorios de sus estudiantes respecto del modelo mecánico cuántico. En la misma fecha Walter expresa la preocupación de sus estudiantes por la “desastrosa nota que iban a recibir”; entonces el profesor tiene que optar por otro tipo de valoración, que es la actitud y compromiso frente a la actividad y no dar una calificación por sus respuestas; se trataba de identificar sus invariantes operatorios para iniciar un proceso educativo.

En el diario del 26-4-2011 Walter refiere que: “los estudiantes presentaron la segunda serie de situaciones problema, se les dio un tiempo de una hora, para resolverlos de manera individual”; el día 17-05-2011 presentaron la tercera serie y el 19-05-2011, señala: “las estudiantes presentaron el cuestionario de invariantes operatorios aplicado al comienzo de la intervención, con el objetivo de comparar y analizar los logros adquiridos de manera general”. Los análisis de lo que Walter consideró como invariantes operatorios los reportamos en la tabla 59.

**Tabla 59.** Muestra del reporte de invariantes operatorios que hace Walter

<b>MATRIZ DE LOS INVARIANTES OPERATORIOS EN LA ETAPA FINAL DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN PARA EL CASO E4</b>				
<b>CASO</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>CONCEPTOS- EN- ACCIÓN</b>	<b>TEOREMAS- EN- ACCIÓN</b>
<b>E4</b>	Naturaleza dual de la materia explicada a través del efecto fotoeléctrico.	C1	Fotones. Electrones. Intensidad. Efecto fotoeléctrico. Energía. Emitir (emisión). Radiación electromagnética Temperatura. Metálico. Conductor de energía.	“Las gotas de lluvia pueden ser reemplazadas por los fotones y la calle y el polvo con los electrones; al aumentar o cuando sea más intensa la lluvia se va a esparcir el polvo o los electrones”. “El efecto fotoeléctrico se basa en la producción de energía. Este televisor produce y necesita electrones de gran intensidad para ser proyectados al pasar por una placa. Dependerá de esta emitir o no electrones”. “El microondas es un aparato que emite una radiación electromagnética. Al introducir un vaso en este aparato, tiende a aumentar su temperatura pues el vaso metálico es un conductor de energía”.
	La radiación absorbida por un cuerpo negro es igual a la radiación emitida.	C2	Atraen (atracción). Calor. Luminosidad. Expande. Rayo de luz.	“Las prendas oscuras (negras) atraen o dan a la persona más calor”. “Desaparece el rayo de luz por dentro de la esfera”.
	Complementariedad entre variables (Principio de incertidumbre).	C3	Movimiento. Electrón. Emite (emisión). Energía. Ubicación exacta. Probabilidad. Velocidad. Exactitud. Tiempo. Ubicación.	“No se podrá saber la ubicación exacta del electrón como de la polilla, pero si se podrá tener una idea y probabilidad de dónde esta se podría encontrar”.

En el cuadro de I.O. se observa un seguimiento a la conceptualización y en sus análisis la utilización de conceptos de la TCCV. Sin embargo, para algunos conceptos-en-acción no tiene un teorema-en-acción que dé cuenta del significado del estudiante frente a ese concepto. Además, los teorema-en-acción son afirmaciones textuales de los participantes, no se indica la inferencia frente a posibles I.O. Walter hace esfuerzos por

hacer un seguimiento a la conceptualización de sus estudiantes, indagando los invariantes operatorios iniciales y finales y también haciendo un ejercicio de revisar cambios en el proceso. Con respecto a la evaluación, refiere en la entrevista:

7. Profesora: ¿Cómo fue el proceso de evaluación de los aprendizajes?

8. Walter: pues, al inicio yo si implementaba mucho exámenes escritos; después no me regí tanto por estas evaluaciones, sino que más bien traté de tomar evidencias de lo que hacíamos, tanto de las situaciones problemas como de los laboratorios que hacíamos. No solo preguntando ¿qué es esto?, sino que argumenten ¿por qué se da este fenómeno? Me parece que en mi evaluación hubo cambios, ya no tanto que el estudiante responda, como yo quiero que responda, sino que lo pueda argumentar con sus propias palabras.

En la intervención 8, Walter acepta que ha modificado un poco el proceso evaluativo llevado a cabo, valorando el avance conceptual de los estudiantes en el proceso y, específicamente, en la resolución de las situaciones problema.

Inferimos que Walter opera, para resolver la situación 5 referida a la gestión de la progresión de los aprendizajes mediante el desarrollo de la planificación prevista en atención a un campo conceptual, con conceptos-en-acción como: mediación, rol del maestro, rol del estudiante, aprendizaje, lenguaje, representaciones, metodología didáctica, estrategia, actividad, recursos, evaluación, campo conceptual, problemas, invariantes operatorios, conceptualización. Además, activa teoremas-en-acción como: ‘en el dominio de un campo conceptual contribuye la mediación del maestro, en tal sentido se debe favorecer la interacción social’; ‘la mediación debe dar relevancia al lenguaje y a las representaciones simbólicas’; ‘el rol del maestro es proponer situaciones problema e intervenir en el sentido que el estudiante asigne a estas’; ‘la tarea de un maestro es ayudar a los estudiantes en la construcción de invariantes operatorios’; ‘el rol del estudiante se fundamenta en una participación constructiva que le posibilite la progresión de aprendizajes’; ‘evaluación como seguimiento a las respuestas de los estudiantes’.

Continuamos con el análisis interpretativo de los enunciados que hacían referencia a la reflexión, crítica y autoevaluación de la enseñanza de este maestro en formación.

### 6.2.2.3. Autoevaluación de la enseñanza

Alusiones a una experiencia de enseñanza orientada en la Teoría de los Campos Conceptuales.

En los diarios, Walter narra su experiencia con la implementación de acciones en la práctica, fundamentadas en el referente TCCV, las cuales desestabilizaron a los estudiantes en su quehacer cotidiano escolar. En el diario del 05-04-2011 expresa: “las estudiantes trabajaron bien pero a regañadientes pues no querían saber más de situaciones problema, ya que las consideraban difíciles de leer y responder”. Este enunciado da cuenta de cambios en la metodología llevada a cabo por Walter y de la responsabilidad que se requiere también del estudiante. Sin embargo, a pesar de las dificultades que al inicio presentaban las estudiantes con el trabajo de situaciones y problemas, en un diario posterior (26-04-2011) Walter expresa que en la tercera serie de problemas sus estudiantes no manifestaron tantos inconvenientes.

También en la entrevista Walter hace alusión a la implementación de la Teoría de los Campos Conceptuales.

13. Profesora: Bueno, ahora hablabas de la importancia de las TIC, ¿qué relación encuentras entre las Tecnologías de la Información y de la Comunicación y la Teoría de los Campos Conceptuales?

14. Walter: Lo que nos va a facilitar las TIC en esto es que el estudiante tenga una representación de lo que puede llegar a ser un concepto científico e interactuar con él como lo hicimos con el efecto fotoeléctrico. Pues, eso es difícil de mostrar en la realidad, pero con la interacción que las estudiantes tuvieron sobre ese efecto en el laboratorio virtual que hicimos, me parece que entienden más el concepto. Bueno, el concepto de Campos Conceptuales de Vergnaud hace alusión a las tareas que deben desarrollar los estudiantes. Nosotros mismos, como docentes, tenemos que prepararnos mucho para crear a los estudiantes una tarea específica que puedan tener, como ese desequilibrio, y [que las

motive] a hacer las cosas, porque es que muchas veces uno coloca cosas muy teóricas que al estudiante no le gustan y va llenando eso así, va contestando cualquier cosa; en cambio, una situación virtual, tal como la del efecto fotoeléctrico, los invita a que hagan las cosas, porque les gusta, no simplemente por una imposición, eso les motiva.

Walter vio la importancia del uso de la Teoría de los Campos Conceptuales y su implementación en la enseñanza, por la relación que se puede establecer con herramientas de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación, en la búsqueda de mediadores didácticos que contribuyan a mejorar la conceptualización, tanto por la motivación que genera en los estudiantes como por el trabajo intencionado de plantearle tareas que lo desestabilicen cognitivamente, como también porque les permite relacionarse con diferentes formas de representación de los conceptos. En esta relación de la Teoría de los Campos Conceptuales y las TIC hay un gran potencial para el planteamiento de situaciones en la perspectiva de Vergnaud.

Para Walter, la actitud de los estudiantes fue un asunto relevante en sus reflexiones. En el diario 07-04-2011 dice: “nos fue bien, trabajamos calculando dichas energías con la fórmula  $\Delta E = hv = RH \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$ , con la cual se puede calcular la energía que queda después del paso de un electrón de un nivel a otro o, en su defecto, la que debe absorber para que ese paso se dé. Las estudiantes trabajaron con mucho entusiasmo”. En su reflexión del día 11-04-2011, enuncia algo similar: “Las estudiantes trabajaron con mucho entusiasmo, lástima la poca duración de las clases de estas últimas dos semanas, ya que están ensayando una serie de cantos para la eucaristía de la semana institucional”. Este enunciado muestra la preocupación de Walter por la obligatoriedad de directrices institucionales, que inciden en los procesos didácticos previstos.

En la reflexión que hace en el diario 12-04-2011, día en el cual los estudiantes trabajaron una simulación virtual, Walter valora la buena participación de sus estudiantes y su disposición para aprender y preguntar. En el mismo sentido, en el diario 25-04-2011, se expresa: “este día fue muy productivo [...] con comprensión de por lo menos el 80% de las estudiantes”. En la observación directa que se hizo de sus de clases, se evidencia que se trata de un grupo al que le cuesta centrar la atención en el

trabajo de clase, son frecuentes las conversaciones inoportunas, charlas y risas en los subgrupos de estudiantes. De este modo, una inferencia reiterativa está relacionada con la disciplina –comportamiento– como se lee en el diario 28-04-2011, donde dice: “[...] ya que si no prestan atención, pueden perder la pista”. También se plantea anticipaciones en ese sentido, cuando dice: “pensé que iba a ser más difícil, pero hubo muy buena disposición, incluso las indisciplinadas trabajaron”

Hallamos también alusiones sobre análisis relacionados con las dificultades de conceptualización de las estudiantes. Walter señala que el concepto de mayor dificultad de comprensión fue el de cuerpo negro. Además, acepta la dificultad que tiene como maestro en formación, para realizar una adecuada o pertinente transposición didáctica, debido a que se requiere cierto grado de conocimiento sobre termodinámica, espectros de absorción y emisión, radiación electromagnética, cuantización de la energía, entre otros, los cuales considera son requisitos conceptuales para una adecuada comprensión del fenómeno que se pretende presentar.

Si bien la reflexión sobre su práctica está centrada en factores externos a él mismo, no podemos dejar de reconocer las implicaciones profundas de los contextos en las prácticas de profesores: por un lado, estos pueden posibilitar el despliegue de múltiples acciones que favorezcan los procesos en educación en ciencias desde perspectivas como la que se plantea en este estudio y, por otro, pueden limitar sus desarrollos. Esto nos llama a reflexionar sobre la formación impartida en las facultades de educación; en este sentido, es necesario dotar a los estudiantes de mejores recursos para la toma de decisiones y posturas políticas para la defensa de sus propias iniciativas.

En la resolución de la situación 6, Walter activó conceptos como: autoevaluación, práctica, reflexión crítica, enseñanza de conceptos científicos, maestro, resignificación, y teoremas-en-acción, como: ‘la autoevaluación de las prácticas posibilita identificar aciertos o desaciertos sobre las estrategias que plantea y desarrolla’; ‘la reflexión crítica brinda mayores posibilidades de cambios y resignificación de las prácticas de enseñanza’; ‘es necesario que el maestro revise su propia conceptualización sobre los contenidos a enseñar y el proceso de enseñarlos’.

A partir de estos registros de datos y la interpretación realizada según las categorías mencionadas, inferimos los componentes del esquema para enseñar conceptos científicos activado por Walter en este proceso estudiado, que presentamos en la tabla 60

**Tabla 60.** Esquema activado por Walter para enseñar conceptos científicos. Contexto de práctica. Segunda fase.

<b>ELEMENTOS DEL ESQUEMA ACTIVADO POR WALTER EN EL CONTEXTO DE PRÁCTICA EN ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS. SEGUNDA FASE</b>	
<b>ANTICIPACIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Plantear la resolución de casos-problema y su socialización.</li> <li>-Seleccionar aplicaciones tecnológicas y actividades experimentales para proponer a los estudiantes.</li> </ul>
<b>CONCEPTOS-EN-ACCIÓN</b>	Enseñanza de conceptos científicos asociada a: conceptos a enseñar, diálogo, preguntas, herramientas tecnológicas de la información, situaciones problema, directrices institucionales, evaluación, rol del maestro, aprendizaje, estrategia, actividad, recursos, campo conceptual, invariantes operatorios, conceptualización, autoevaluación, práctica, reflexión crítica.
<b>TEOREMAS-EN-ACCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Las herramientas tecnológicas apoyan las representaciones de los conceptos y motivan a los estudiantes.</li> <li>-Las actividades muy teóricas no les gustan a los estudiantes.</li> <li>-Las directrices institucionales son de obligatoriedad.</li> <li>-El rol del maestro es proponer situaciones problema e intervenir mediante preguntas.</li> <li>-La tarea de un maestro es ayudar a los estudiantes en la construcción de invariantes operatorios.</li> <li>-Una evaluación como indagación de invariantes operatorios (conocimiento implícito y explícito) revela indicios del proceso de conceptualización científica de los estudiantes.</li> <li>-La autoevaluación de las prácticas posibilita identificar aciertos o desaciertos sobre las estrategias.</li> <li>-La reflexión crítica brinda mayores posibilidades de cambios y resignificación de las prácticas de enseñanza.</li> </ul>
<b>REGLAS DE ACCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Propiciar espacios de discusión en grupos y en plenaria.</li> <li>-Acompañar a las estudiantes en el proceso de resolución de cuestionarios, problemas y otras actividades.</li> <li>-Poner en juego acciones mediadoras: por ejemplo, explicaciones, discusiones, resolución de problemas, desarrollo de cuestionarios, utilización de herramientas tecnológicas, ejercicios de aplicación.</li> <li>-Analizar información para identificar invariantes operatorios de sus estudiantes.</li> <li>-Escribir en los diarios descripciones y reflexiones sobre sus procesos de prácticas de enseñanza de conceptos científicos.</li> </ul>
<b>INFERENCIAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-El proceso va bien, si las estudiantes tienen buena actitud.</li> <li>-Los docentes tienen que prepararse para crear una tarea específica para que los estudiantes puedan tener desequilibrio y quieran hacer las cosas.</li> <li>-No repetir tanto para evitar que las estudiantes que ya comprenden el tema generen indisciplina.</li> </ul>

En la segunda fase es relevante el esfuerzo e interés de Walter por tratar de involucrar más a sus estudiantes en el proceso de enseñanza, mediante preguntas y la socialización de las soluciones a los problemas. Sus explicaciones se orientaron más a llevar a sus estudiantes a pensar y tratar de clarificar algunos conceptos. También es importante el uso de herramientas tecnológicas con mayor pertinencia a un proceso que favorezca la conceptualización, desde el análisis de problemas y la representación de fenómenos y conceptos, además el maestro en formación las percibe como estrategias que agradarán a sus estudiantes. Walter presenta filiación con algunos elementos del esquema que inferimos en la primera fase, respecto del rol de docente transmisor de información mediante exposiciones o explicaciones que él mismo acepta en la entrevista cuando dice: “la clase tradicional (...) nunca se va acabar”.

Hallamos cambios moderados en la manera de efectuar la mediación en el aula, pasando de clases muy expositivas, con gran predominio de la tiza y el tablero, a otras actividades; por ejemplo, algunas que acercaron a sus estudiantes a formas de representación en formatos multimedia (videos, applets), otras que permitieron a los estudiantes expresar sus ideas y tratar de esbozar argumentos, como los casos/problemas del segundo campo conceptual que planteó a sus estudiantes. Todavía queda por superar la forma de interrogar a sus estudiantes, es necesario que se muestre más calmado para esperar que sus estudiantes piensen y darles tiempo para responder, puesto que se observaba en sus clases que planteaba preguntas y él mismo las respondía.

Un nuevo elemento en el esquema inferido del proceso de la segunda fase fue la inclusión, en la organización de la enseñanza y en la mediación de series de casos problemas que si bien pudieron tener dificultades en su planteamiento como situaciones en la perspectiva de Vergnaud, permitieron a los estudiantes percibirlos como problemas y tratar de generar soluciones; esto posibilitó una mejor comprensión, en contraste con otras clases donde las alumnas escuchan al maestro y en ocasiones se distraen en conversaciones con las compañeras del curso. El maestro en formación pedía a sus estudiantes la solución escrita y argumentada y también se acercaba a escuchar sus ideas.

Respecto de la pregunta de la investigación, ¿Cuáles son los elementos en los que los esquemas inferidos revelan una aproximación al campo conceptual enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos con base en la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud?, apuntamos lo siguiente:

En relación con la enseñanza del átomo desde fundamentos de la mecánica cuántica, inferimos que Walter amplió sus invariantes operatorios respecto de la primera fase, donde el propio maestro en formación expresaba que hacía un “híbrido” de modelos. En la segunda fase, presenta un proceso mejor fundamentado desde una perspectiva más contemporánea, donde se incluye el análisis de algunos fenómenos de interacción radiación-materia y de significados de conceptos en el marco teórico mencionado. Hizo construcciones de diseños didácticos en los cuales se articula la delimitación hecha de los contenidos en subconjuntos de conceptos, subconjuntos de proposiciones y subconjunto de representaciones en coherencia con los diseños de la mediación didáctica y con el seguimiento a la conceptualización en términos de invariantes operatorios.

En la práctica de enseñanza de conceptos científicos, Walter se acerca al campo conceptual de referencia en esta investigación, sobre todo en los espacios donde trató de favorecer la interacción social con alusiones continuas al lenguaje, representaciones y uso de símbolos, tanto en su discurso oral explicativo como con el uso de herramientas tecnológicas de la información. Aunque se alejó en la interpretación del significado de situación de Vergnaud, en sus intervenciones sobre el sentido que sus estudiantes daban a los problemas por él planteados sí se dieron apreciables aproximaciones al rol esperado del maestro. También se acerca al mismo al asumir el estudio del desarrollo conceptual sobre fundamentos de la mecánica cuántica mediante la investigación de invariantes operatorios; para ello, conjuntamente con Antonio, desplegó acciones fundamentadas en una metodología cualitativa, específicamente de estudio de caso. En ese marco metodológico, ambos desarrollan instrumentos de indagación de invariantes operatorios, señalando el dominio conceptual que les interesaba investigar. Asimismo, utilizan procedimientos rigurosos de sistematización y análisis de la información.

### 6.3. CASO FEDERICO

Como en los casos anteriormente referidos, haremos la interpretación de los datos aportados por Federico como respuestas a las situaciones de enseñanza propuestas en este trabajo.

#### 6.3.1. Contexto de formación universitaria

De la resolución de las tareas 1, 2 y 3 realizamos el análisis interpretativo de acuerdo con las categorías del estudio: *referentes teóricos de enseñanza y planteamiento de la organización de la enseñanza*.

##### 6.3.1.1. Referentes teóricos de la enseñanza

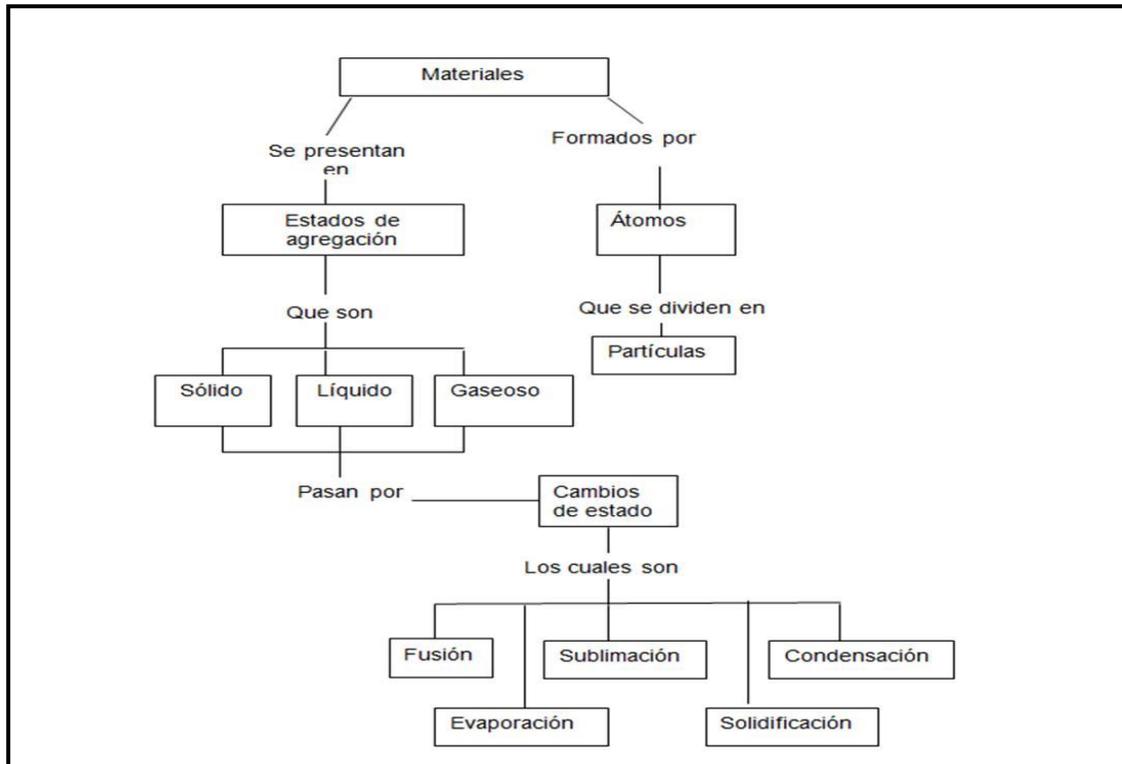
Recordamos que la situación 1 plantea la representación de los conceptos y relaciones que serán objeto de enseñanza en mapas conceptuales. Revisamos en esta tarea los referentes en los cuales se fundamentó Federico.

**Referentes disciplinares.** El maestro en formación Federico trabajó inicialmente en subgrupo con Edna el tema “los materiales” de la categoría molar del conocimiento químico y, luego, de forma individual, la “nutrición” del dominio teórico de la biología. Ilustramos ambos mapas conceptuales en la figura 21 y 22 respectivamente.

El mapa conceptual trazado en subgrupo presentado en la figura 21 indica un subconjunto de conceptos y relaciones seleccionados por Federico y Edna alrededor de los cuales se orienta el proceso de enseñanza. Respeto de la estructura, el mapa conceptual muestra organización jerárquica, diversos niveles de especificidad de los conceptos y palabras de enlace que expresan proposiciones. En relación con el contenido, presenta conceptos y relaciones desde una interpretación macroscópica del cambio físico, no se evidencian significados que vinculen el concepto ‘estado de agregación’ con el concepto de ‘átomo’, fundamental en su explicación. Además, faltaron otros conceptos como moléculas, presión, temperatura, fuerzas de cohesión y

repulsión en relación con los cambios físicos que posteriormente fueron incluidos en la configuración del campo conceptual, una vez que Federico y Edna avanzaron en la propia comprensión de los conceptos.

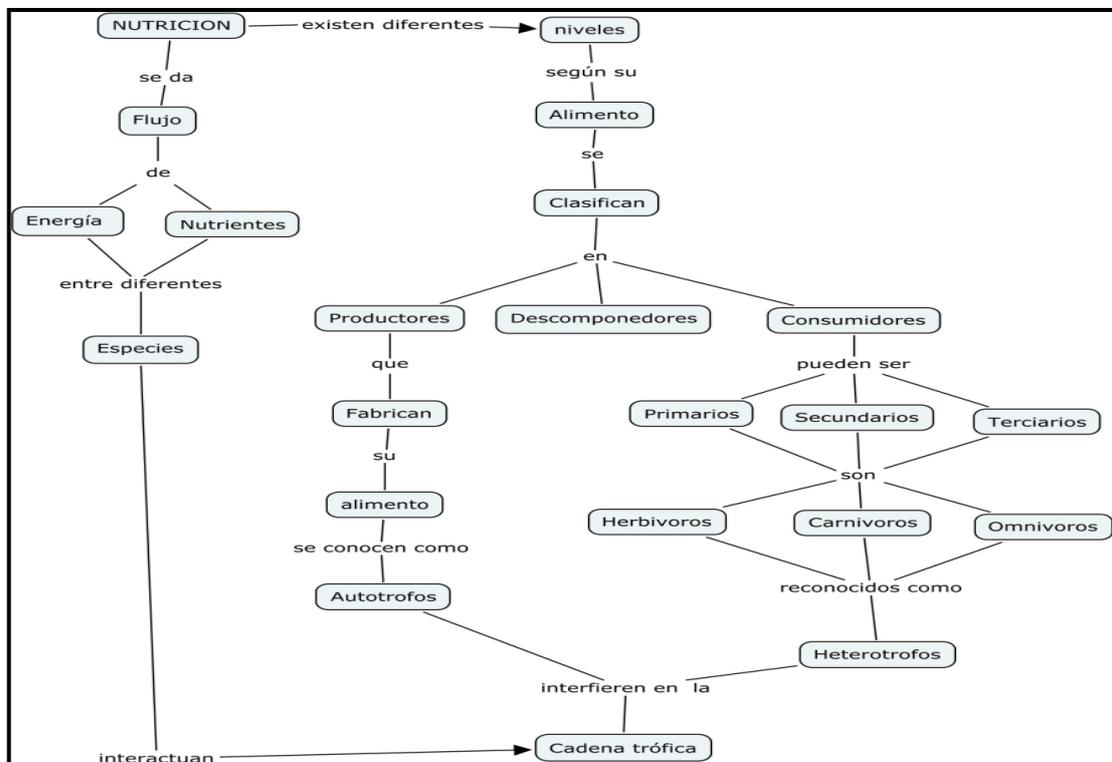
**Figura 21.** Mapa conceptual sobre los materiales, elaborado por Federico y Edna (subgrupo). Segunda fase



El mapa conceptual de la figura 22, Federico de manera individual, representa una red de conceptos y proposiciones pertinentes para el grado de cuarto de educación primaria, al cual está dirigido; sin embargo, carece de conexiones cruzadas entre conceptos, lo que hace que repita algunos de estos; además, el criterio de clasificación que se muestra a la derecha del mapa conceptual pudo ser complementado para dar mayor claridad; igualmente ocurre con los conectores entre consumidores primarios, secundarios y terciarios y los conceptos herbívoros, carnívoros y omnívoros.

Los mapas conceptuales (figuras 21 y 22) muestran, sin embargo, una forma diferente de asumir la enseñanza de un concepto científico, con un acercamiento a la red conceptual donde está inmerso. Esta tarea, a pesar de las dificultades señaladas, le demandó a Federico el reconocimiento de conceptos y relaciones de significado entre ellos. Consideramos que pudo activar a) conceptos-en-acción como mapa conceptual, jerarquía, conceptos inclusivos, conexiones básicas, proposiciones, y b) teoremas-en-acción como: ‘los mapas conceptuales expresan jerarquía’; ‘los mapas conceptuales pueden representar conceptos y relaciones que se van a enseñar’, ‘los conceptos se unen con palabras formando proposiciones’; ‘en un mapa conceptual se muestran los conceptos más generales o inclusivos y otros más específicos’. La carencia de conexiones cruzadas da cuenta de dificultades en relación con el uso del conocimiento científico.

**Figura 22.** Mapa conceptual elaborado por Federico sobre el tema ‘nutrición en un ecosistema’



Con respecto a la resolución de la situación 2, Federico y Edna plantean la configuración de un campo conceptual enseñable sobre el cambio de estado de los materiales donde se observa coherencia entre los problemas que plantean, los conceptos y relaciones entre conceptos, las representaciones y los procedimientos para resolver los problemas (ver anexo 8). Con respecto al problema 1, falta el concepto de interacción que aparece expresado en las proposiciones; en los problemas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 es apropiada la selección de conceptos y relaciones básicas que se vinculan con los problemas propuestos. En el problema 4, 5, 6 se escribe como concepto ‘estado de agregación’ y no aparece su significado en las proposiciones.

En relación con la configuración del segundo campo conceptual elaborado por Federico de manera individual, es necesario reconocer que hace un esfuerzo por plantear su propio diseño, en comparación con la primera fase de esta investigación donde no hacía una planificación de la enseñanza de manera autónoma. Este maestro en formación selecciona problemas, conceptos y afirmaciones de conocimiento necesarios para resolver casos/problema. Sin embargo, aparecen dificultades en el planteamiento de algunas proposiciones, planteando ejemplos que no serían los más adecuados para la comprensión de los conceptos, por ejemplo, si los consumidores primarios son los herbívoros, sería mejor referirse a otros organismos que den mayor claridad y no solo a los ácaros y a los pulgones. En la afirmación respecto del problema de 5 expresa confusión al decir que hay dos tipos de seres vivos. Algunas relaciones las deja en términos de definiciones y no logra superar la idea de que esto es lo que deben aprender los estudiantes; incluso tiene problemas en la definición misma, no deja claro el concepto de nutrición en relación con la transferencia de energía desde las plantas o los productores a los diferentes niveles de consumidores.

En la construcción del primer campo conceptual enseñable, los maestros en formación Federico y Edna reportan, en la fundamentación teórica de su propuesta, la Teoría Cinético Molecular, como el marco que explica cómo están conformados los materiales y cómo es la dinámica en su interior. Ellos plantean y explican la teoría y sus postulados. Citan autores de libros universitarios de química y también autores de investigaciones que han reflexionado sobre la enseñanza de los conceptos considerados

por ellos, como Pozo y Gómez (2006); sin embargo, en la redacción de las proposiciones relacionadas con la nutrición, Federico utilizó como fuente a Wikipedia.

**Epistemológicos e históricos.** En la fundamentación teórica de su propuesta de enseñanza, Federico y Edna adoptan planteamientos de Toulmin; enuncian reflexiones sobre el alumno como constructor activo de conocimientos y su relación con el rol del maestro, la educación y el contexto, en la formación de conceptos (informe de investigación, 43). También retoman algunas citas como la siguiente:

“(...) los conjuntos particulares de conceptos que aprendemos reflejan formas de vida y de pensamiento, comprensión y expresión, corrientes en nuestra sociedad. (...) nuestra herencia conceptual es recreada en cada nueva generación mediante todos los procesos de ‘enculturación’, sea por imitación, por instrucción o por educación formal (Toulmin, 1971, p. 52-53)” (Informe de investigación de Federico y Edna, p. 45).

Acerca del tema, retoman de Toulmin ideas sobre la forma como se adquiere el dominio del lenguaje y el pensamiento conceptual en el curso de la educación y el desarrollo.

**Referentes Psicológicos y de estudios en educación en ciencias.** En esta fase se asumen los planteamientos de Vergnaud para configurar la propuesta de enseñanza en términos de la selección y organización de campos conceptuales para enseñar.

En la resolución de la situación 2, inferimos que Federico activó conceptos-en-acción como campo conceptual, concepto, procedimientos y representaciones, y teoremas-en-acción como ‘un campo conceptual es un conjunto de problemas, conceptos, procedimientos y representaciones’; ‘la Teoría de los Campos Conceptuales es una teoría aplicable en la enseñanza’; ‘un concepto se forma mediante una variedad organizada de problemas y actividades’; ‘las situaciones en el sentido de Vergnaud corresponden a problemas’.

### 6.3.1.2. Planteamiento de organización de la enseñanza

Las acciones realizadas para responder a las situaciones 1, 2 y 3 aportaron información relacionada con esta categoría.

**Estructura de la planificación.** En este aspecto se presentaron cambios respecto de la primera fase, en la cual este maestro en formación manifestaba que no realizaba un plan de enseñanza de manera autónoma. Producto de la resolución de la situación 3, Federico y Edna proponen una unidad didáctica que incluye indicadores de desempeño, objetivos de aprendizaje, series de problemas iniciales, actividades, series de problemas finales y criterios de evaluación. En el plan de enseñanza que elabora de forma individual, e indica estándares, logros y competencias, series de problemas y eventos didácticos para mediar en la construcción de nuevos conceptos.

**Metodología.** Federico y Edna proponen una secuencia de actividades fundamentadas en los principios del modelo de partículas, actividades relacionadas con la idea de que la materia es divisible, con la idea de que las partículas tienen movimiento, y de que las partículas presentan fuerzas de atracción y repulsión. Luego plantean: la clasificación de imágenes en un cuadro de acuerdo al estado de agregación, la relación de objetos y su representación a nivel submicroscópico, la observación de un vídeo sobre la teoría cinética molecular, la realización de actividades prácticas, el análisis del ciclo del agua, la proyección de nuevos videos sobre estados de la materia, la elaboración de modelos de moléculas con plastilina y la implementación de ocho situaciones problema finales.

Respecto del tema de la nutrición, de forma individual Federico propone realizar diferentes actividades como: coger una planta, sembrarla en una maceta y anotar lo que ocurre cada día; observar un vídeo sobre la fotosíntesis; realizar un dibujo donde se explique el proceso de la fotosíntesis; analizar diapositivas sobre la fotosíntesis; realizar una consulta sobre la cadena alimenticia, un taller sobre los consumidores, un cuadro comparativo sobre consumidores y productores, una discusión sobre los descomponedores, una consulta y exposición por equipos, sobre los descomponedores,

un vídeo sobre el flujo de energía, una explicación teórica sobre la cadena alimenticia y la organización de las imágenes en la cadena alimenticia con las correspondientes flechas que indican el flujo de energía. En general, propone eventos didácticos acordes con el propósito de promover la construcción de contenido disciplinar involucrado en los problemas (anexo 8).

**Evaluación de los aprendizajes.** Se alude a un proceso de seguimiento durante el desarrollo de las actividades y resolución de problemas.

Inferimos que el maestro en formación Federico activó conceptos como: plan de enseñanza, secuencia de actividades, medios, actividades evaluativas, y teoremas-en-acción como: ‘el plan de enseñanza debe proponer estándares, logros y competencias’; ‘series de problemas y eventos didácticos para mediar en la construcción de nuevos conceptos’; ‘se realizan actividades evaluativas en el proceso’. Hay relevantes indicios sobre la relación entre la planificación y el campo conceptual enseñable que propone.

A continuación, tabla 61, presentamos elementos de un esquema inferido a partir de la información aportada en la resolución de las situaciones 1, 2 y 3 del contexto de la formación universitaria en la segunda fase.

**Tabla 61.** Esquema activado por Federico en el Ambiente de formación universitaria.  
Segunda fase

<b>ESQUEMA ACTIVADO POR FEDERICO EN EL CONTEXTO DE FORMACIÓN UNIVERSITARIA. SEGUNDA FASE</b>	
<b>ANTICIPACIONES</b>	<p>Redactar problemas, conceptos, relaciones de conceptos (proposiciones), procedimientos para configurar el campo conceptual para enseñar.</p> <p>El plan de enseñanza de conceptos científicos debe orientar el desarrollo de un proceso basado en la resolución de problemas.</p>
<b>CONCEPTOS-EN-ACCIÓN</b>	<p>Enseñanza de conceptos científicos relacionada con:</p> <p>Mapa conceptual, jerarquía, conceptos inclusivos, conexiones básicas, campo conceptual, casos-problemas, conceptos, proposiciones, procedimientos, representaciones, plan de enseñanza, secuencia de actividades, medios, actividades evaluativas.</p>
<b>TEOREMAS-EN-ACCIÓN</b>	<p>Los mapas conceptuales expresan jerarquía.</p> <p>Los mapas conceptuales pueden representar conceptos que se van a enseñar.</p> <p>En un mapa se muestran cuáles son los conceptos más generales o inclusivos y cuáles los secundarios o específicos.</p> <p>La Teoría de los Campos Conceptuales es aplicable en la enseñanza de cambios físicos y de la nutrición.</p> <p>Un campo conceptual es un conjunto de problemas, conceptos, proposiciones, procedimientos y representaciones.</p> <p>Las situaciones en el sentido de Vergnaud corresponden a problemas.</p> <p>El plan de clases se inicia con la identificación del campo conceptual para enseñar.</p> <p>Se realizan actividades evaluativas en el proceso.</p>
<b>REGLAS EN ACCIÓN</b>	<p>Enseñar conceptos científicos implica:</p> <p>Seleccionar conceptos, definiciones y representaciones propios de un campo conceptual de referencia.</p> <p>Elegir y diseñar situaciones problemas donde los conceptos y relaciones (proposiciones) sean operativos.</p> <p>Plantear una serie de problemas iniciales y series de problemas finales y actividades relacionadas.</p>
<b>INFERENCIAS</b>	<p>Las situaciones a las que hace referencia la Teoría de los Campos Conceptuales son problemas relacionados con la vida cotidiana.</p> <p>Las actividades y medios didácticos son acordes con los problemas planteados.</p>

Para este caso particular de Federico, el avance más relevante fue la construcción de un diseño didáctico para abordar la enseñanza de conceptos científicos, en particular sobre el cambio de estado y luego sobre la nutrición. En la información recogida hallamos un proceso que se fue configurando con el desarrollo de cada una de las tareas propuestas; el primer mapa de la figura 22 abarca una red conceptual y de relaciones generales para el ejercicio que se proponía en el grado cuarto de escolaridad. La

segunda situación ayudó a hacer una delimitación de los contenidos a abordar. Además, trascendía de la selección de conceptos y proposiciones a la concreción en una clasificación de problemas, posibles representaciones y procedimientos en los cuales centrar la mediación didáctica, lo que a la vez orientaba actividades de mayor pertinencia. En general, Federico emprendió un proceso de diseño de la enseñanza de conceptos científicos desde una perspectiva diferente, involucrándose en una nueva experiencia didáctica.

### **6.3.2. Contexto de práctica en establecimientos educativos**

En la resolución de la situación 4, que trataba sobre la investigación de problemas relacionados con el desarrollo conceptual en el aprendizaje de conceptos científicos, Federico y Edna realizan un estudio sobre posibles modificaciones en los conocimientos en acción de un grupo de estudiantes de cuarto grado de Educación Básica Primaria, cuando se enfrentan a problemas que involucran el concepto de cambio físico y otros relacionados. Estos maestros en formación se trazaron como objetivos: a) describir el estado inicial de los conocimientos en acción que presenta el grupo de estudiantes; b) plantear un proceso de intervención didáctica orientada en la Teoría de los Campos Conceptuales hacia el progresivo dominio del concepto de cambio físico; c) valorar las modificaciones en el proceso de conceptualización, mediante los análisis de las rupturas y filiaciones entre los invariantes operatorios de los estudiantes y el dominio conceptual.

La investigación se desarrolló siguiendo una metodología cualitativa de tipo estudio de caso, en la cual participaron cuatro estudiantes de cuarto grado de Educación Básica Primaria, dos por cada una de las instituciones donde realizaban los maestros en formación el periodo de prácticas. La metodología se planteó tomando en cuenta un momento inicial en el que se indagó por los conceptos-en-acción y teoremas-en-acción empleados por los estudiantes para luego implementar una propuesta de intervención didáctica, y un momento final en el cual se analizaron algunas modificaciones en tales conocimientos.

En su reporte, señalan que dicha intervención permitió movilizar algunos de los invariantes operatorios iniciales activados por los estudiantes hacia explicaciones más cercanas a las propuestas por la ciencia, como los conceptos: partículas, cambios de estado, estados de agregación, temperatura y calor. También señalan que los estudiantes continuaron con dificultades en la comprensión de conceptos como: ‘vacío entre partículas’, ‘presión’ y ‘movimiento de partículas en el estado sólido’.

En sus análisis, Federico y Edna aluden a un proceso sistemático de exploración de conocimientos previos, por ejemplo:

E3 presenta respuestas que hacen referencia a uno de los sentidos, como es el olfato, lo que evidencia un desconocimiento de que los materiales están formados por partículas que presentan movimiento continuo y en interacción y, además, que entre ellas puede existir un vacío. Por otra parte, no hay una representación de las partículas y la forma como estas se desplazan; además, no logran identificar que los gases ocupan el volumen del recipiente que los contiene y, por su movimiento, chocan contra sus paredes, ejerciendo una presión (informe de investigación de Federico y Edna, p. 85).

Además, indican que en la categoría de situaciones 2, E3 tiene:

Ausencia total del concepto de temperatura, de la identificación de los estados de agregación y, por ende, de su comportamiento submicroscópico; explica los fenómenos desde experiencias relacionadas con frío y calor como descongelar, congelar, calentar y secar; sin embargo, no toma en cuenta que el calor fluye de un cuerpo que posee mayor a otro de menor temperatura y cómo esta determina los cambios de estado (informe de investigación de Federico y Edna, p. 85).

Es importante resaltar las aproximaciones a la Teoría de los Campos Conceptuales que hacen Federico y Edna para el seguimiento de la conceptualización de sus estudiantes, al respecto plantean:

E3, en las situaciones 1 y 2, logra identificar fenómenos realizando una representación de los materiales en sus tres estados; es importante anotar que en el momento inicial se evidenciaban dificultades en la conceptualización de que los

materiales están formados por partículas y que estas presentan movimiento continuo encontrándose en interacción. Revisando las respuestas, se encuentra una filiación solo para el movimiento de las partículas en el estado líquido donde considera que “las partículas en los líquidos se pueden movilizar porque están un poco separadas”. Sin embargo, todavía presenta problemas en la conceptualización de la noción de vacío entre partículas, pues no se pueden identificar conocimientos en acción sobre este y se presentan dos conceptos que no corresponden a la teoría de las propiedades de los sólidos “en la arena las partículas son más pesadas y están quietas” y “las partículas en los sólidos no se pueden movilizar porque están muy pegadas”.

En la tabla 62 se ilustra la síntesis de los conceptos-en-acción y teoremas-en-acción que infieren Federico y Edna en sus estudiantes.

**Tabla 62.** Respuestas a las situaciones iniciales de los estudiantes de Federico y Edna:

CATEGORÍA	CONCEPTOS	TEOREMAS	CASOS
C1. Interpretación de fenómenos con explicaciones que hacen referencia a partículas.	Aire Olor Olfato	Los perfumes se pueden oler. El aire se lleva el perfume. El aire hace que el globo se infle y aumente de tamaño.	E1 E2 E3 E4 E5 E6
C2. Identificación del estado de agregación desde la teoría cinética molecular, utilizando las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado.	Calor Frío Derretir Congelar	El calor hace derretir. El calor hace secar el agua. El frío hace congelar los líquidos. El frío hace congelar.	E1 E2 E3 E4 E5 E6
C3. Identificación de relaciones entre presión, temperatura y calor con el movimiento de partículas y cambio de estado.	Calor Aire	Dentro de la olla hace más calor y por eso los alimentos se cocinan más rápido. En el interior de la olla hay aire.	E2 E3 E4 E5 E6

Fuente: Informe de la investigación, p. 39

A continuación presentamos un fragmento de su análisis, que alude a conceptos básicos de la TCCV:

A pesar de ser estudiantes de tres contextos diferentes, se pudo identificar que éstos operan con invariantes similares para dar respuesta a las situaciones planteadas para las

tres categorías, para lo cual establecen relaciones conceptuales entre aire-olor, calor-derretir y frío-congelar, construyendo teoremas-en-acción considerados como proposiciones verdaderas sobre los fenómenos percibidos desde un nivel macroscópico (Informe de investigación de Federico y Edna, p. 40).

También ilustramos, a modo de ejemplo (tabla 63), el ejercicio de indagación de los I.O. de sus estudiantes.

**Tabla 63.** Respuestas de los estudiantes de Federico y Edna a las situaciones finales

CATEGORÍA (Clase de situación)	CONCEPTOS –EN- ACCIÓN-	TEOREMAS-EN-ACCIÓN	CASOS
C1. Interpretación de fenómenos con explicaciones que hacen referencia partículas.	Partículas Movimiento Gaseoso Líquido Sólido Cambio	Los materiales están formados por partículas. En los líquidos las partículas están separadas y tienen movimiento. En los sólidos las partículas están juntas y no se mueven. En el estado gaseoso las partículas están muy separadas por lo cual se pueden mover más. Las partículas cambian por el calor o el frío.	E1 E2 E3 E4 E5 E6
C2. Identificación del estado de agregación desde la teoría cinética molecular, utilizando las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado.	Partículas Movimiento Líquido Sólido Gaseoso Calor Temperatura Evaporación Cambio Frío	Los materiales están formados por partículas. Los sólidos, líquidos y gases tienen diferentes características en cuanto a movimiento y conformación. El calor hace que los materiales cambien. La temperatura puede ser frío o calor. Por el calor sube la temperatura lo que hace que las partículas se dispersen y se evaporen.	E1 E2 E3 E4 E5 E6
C3. Identificación de relaciones entre presión, temperatura y calor con el movimiento de partículas y cambio de estado.	Partículas Calor Temperatura Movimiento Líquido Sólido Gaseoso	Las rocas se derriten por el calor. Las partículas se mueven más ligeras por el calor. En el interior del volcán hay una temperatura alta y calor.	E1 E3 E4 E5 E6

Fuente: Informe de investigación de Federico y Edna, p. 43

Al respecto, Federico y Edna precisan lo siguiente en el análisis que realizaron:

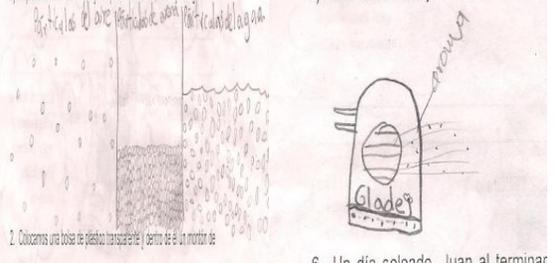
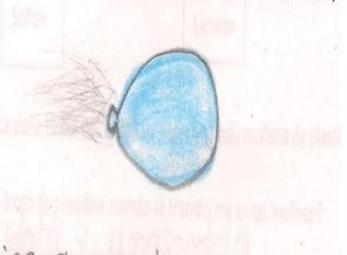
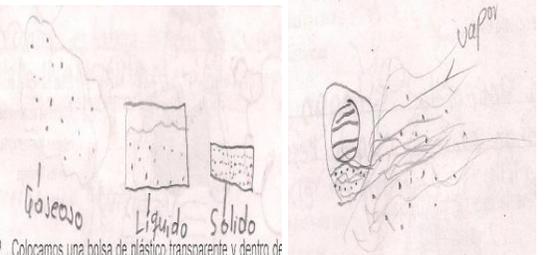
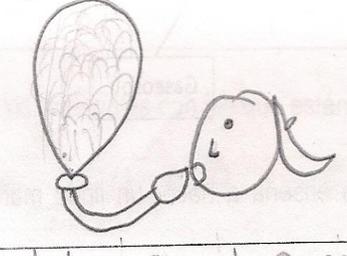
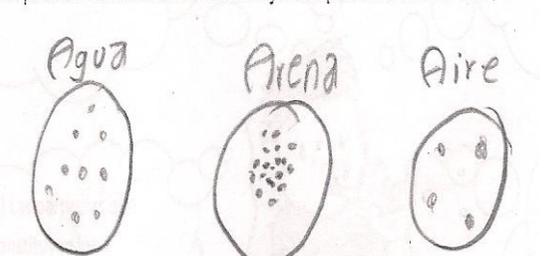
En el caso de la C1, en la cual se dan explicaciones considerando el aire y los olores, se aprecia una modificación importante hacia la explicación con conceptos como: presencia de partículas, estados de agregación y movimiento. Igual ocurre con nuevos teoremas-en-acción, los cuales dan cuenta del fenómeno a explicar desde nociones más cercanas a las propuestas por la disciplina científica. Los casos E1, E2, E3, E4, E5 y E6 mostraron avances significativos en los invariantes operatorios, e igualmente presentan similitudes en estos.

En la C2 se observa un progreso similar en todos, pues emplean varios conceptos-en-acción en común, como es el caso de: partículas, estados de agregación, calor, temperatura y evaporación; en cambio, sus teoremas presentan algunas diferencias en cuanto a la manera como usan los conceptos. En este caso, E1, E2, E3, E4, E5 y E6 dejan ver un progreso conceptual en la medida que identifican las variables de un cambio. Por otra parte, continúan empleando los conceptos de calor y frío para explicar el efecto de la temperatura.

En C3 las respuestas a las situaciones finales que presentan mayor complejidad, los estudiantes participantes incorporaron nuevos conceptos y teoremas-en-acción en sus explicaciones, desde una perspectiva cercana a la propuesta por la disciplina científica. En general, E1, E3, E4, E5 y E6 ampliaron sus invariantes operatorios con los conceptos necesarios para esta categoría, logrando de esta manera operar con teoremas cada vez más complejos. Por su parte, E2 usa solo algunos de los conceptos, lo cual hace que su progreso no sea tan significativo, como en los otros casos.

También hallamos reflexiones sobre las representaciones de los conceptos utilizadas por sus estudiantes, como plantean en la tabla 64

**Tabla 64.** Representaciones iniciales y finales de los estudiantes de Federico y Edna

ESTUDIANTE	REPRESENTACIÓN INICIAL	REPRESENTACIÓN FINAL	COMENTARIO
E1			<p>Puede apreciarse cómo el estudiante en las últimas representaciones hace alusión al mundo submicroscópico y emplea éste en la explicación de cambios de estado, lo que en las situaciones iniciales no identificaba</p>
E2			<p>Se resalta cómo el estudiante ha avanzado en la representación de la teoría corpuscular, identificando la estructura de los tres estados a nivel submicroscópico y graficando su cambio, lo cual no realizaba en las situaciones iniciales</p>
E3			<p>Se puede observar en la primera representación que E3 comprende que el globo se puede extender si se le agrega aire, pero no hay una representación de la presencia de partículas para este concepto. En las situaciones finales identifica la presencia de partículas, pues logra reconocer los tres estados de agregación y especificar para cada elemento su nombre y representación. Sin embargo no se evidencia la idea de vacío.</p>

Fuente: Informe de investigación: “análisis de los conocimientos en acción de estudiantes de cuarto grado de educación básica primaria sobre el cambio físico, de Federico y Edna, p. 44

Edna y Federico, en la resolución de la tarea 4, hicieron un proceso de seguimiento a la conceptualización de sus estudiantes sobre el tema de cambio físico. Dicha tarea favoreció el acercamiento de los profesores participantes al análisis de información en términos de invariantes operatorios, filiaciones y rupturas, y progresividad conceptual. Dichos conceptos y procedimientos no estaban presentes en la primera fase de este estudio.

Inferimos que en la resolución de la situación 4 Federico y Edna pudieron activar conceptos como investigación, invariantes operatorios, campo conceptual, registros de datos, indagación, metodologías de investigación, métodos de análisis y teoremas-en-acción como ‘la investigación sobre los invariantes operatorios informa sobre el progreso en el dominio de un campo conceptual’; ‘investigar sobre el dominio de un campo conceptual implica nuevas prácticas pedagógicas’, ‘los registro de datos pueden ser cuestionarios y producciones de los estudiantes’; ‘las metodologías de investigación pueden ser cualitativas o cuantitativas’; ‘se pueden utilizar diversos métodos de análisis pertinentes a los objetivos de la investigación’.

#### **6.3.2.1. Acción en el aula**

**Metodología de enseñanza.** Respecto de esta subcategoría, retomamos información sobre las actividades y procedimientos orientados por el maestro en formación de manera individual en su ejercicio de la práctica. En la transcripción de la Clase 12-08-2011, hallamos el trabajo de aula centrado en la resolución de situaciones problema donde Federico busca la interlocución con su grupo de estudiantes a través de cuestionamientos para provocar el análisis y la participación.

1. Federico: Bueno ahora vamos a hacer una socialización de las situaciones problemas que cada uno resolvió. Voy a leer el problema y entre todos vamos a tratar de darle respuesta, para ver que dice cada uno y para ver qué argumentos tenemos, si estamos bien o mal, a ver qué tan acertados son.

Problema:

La mamá de Juanito tiene en su casa una planta y este observa que todos los días la pone en la ventana al sol y le echa agua, pero no entiende para qué hace esto, y además por qué la planta se mantiene bonita y cada vez crece un poco más. ¿De dónde obtendrá la planta el alimento? Bueno, ¿qué dicen?

2. Alumnos: De las hojas.

3. Federico: Las hojas, ¿qué es lo que absorben?

4. Alumnos: La luz solar.

5. Federico: Pablo, ¿qué absorbe la raíz?

6. Alumnos: El agua, minerales y los nutrientes.

7. Federico: Bueno, entonces recordemos que una planta necesita agua, minerales y abono. La luz solar y dióxido de carbono, con estas cosas produce su alimento. ¿Cómo se llama este proceso?

8. Alumnos: Fotosíntesis.

9. Federico: Fotosíntesis, por eso es que las plantas no necesitan alimento, sino que ellas mismas lo producen, porque por medio de la fotosíntesis es que ellas pueden hacerlo. Entonces toman la luz solar, el agua y los minerales por medio de la raíz y el dióxido de carbono, y por medio de la fotosíntesis, elaboran su alimento. ¿Qué necesita una planta para poder vivir?

10. Alumnos: Agua, minerales, luz solar, nutrientes, dióxido de carbono.

Este maestro en formación trata de orientar la clase de una manera diferente con respecto a cómo lo hacía en la primera fase, donde -la mayor parte del tiempo- los estudiantes leían su cartilla. Ahora el maestro plantea mayor interacción con sus estudiantes, mediante preguntas que llevan a posibles análisis. De esta manera continua la clase:

39. Federico: El segundo problema. Lucas va de vacaciones a la finca de su abuela que queda en un pueblo; la última vez que fue, se encontró una oveja muerta. Días después fue a verla y solo había unos cuantos huesos. Bueno, aquí está la imagen de la ovejita muerta y luego cuando ya solo encontró los huesos. ¿Qué ocurrió con la oveja?

40. Alumnos: Se descompuso y se la comieron los gallinazos, los gusanos.

41. Federico: ¿Quiénes serán los encargados de aprovechar los restos de la oveja?

42. Alumnos: El gallinazo, los gusanos, el buitire.

43. Federico: ¿Los hongos no aprovecharán esto?

44. Alumno: No. ¿Cómo se van a comer un animal que está muerto?, ¿de qué manera un hongo se va a comer un animal?

45. Federico: Bueno, lo que pasa es que hay unos organismos que son descomponedores, que son los que se encargan de que los desechos de los cuerpos de los animales se descompongan y toda esa energía que ellos tenían vuelva, ¿a dónde?

46. Alumnos: A las plantas.

47. Federico: A la tierra, y ya de la tierra la energía vuelve a las plantas. En este caso, ¿por qué desaparece?, porque hay unas bacterias o también pueden ser hongos que ayudan a descomponer y hacen que esto ocurra, por eso es que no se queda ahí el cuerpo de los animales. Los gallinazos también son descomponedores porque comen, pero no se comen todas las partes, quedan otras. Lo mismo sucede con la basura cuando uno la entierra, días después uno va y ya se ha descompuesto, es porque hay unas bacterias y también hay unos hongos [...], también en el caso de los árboles. Cuando un árbol se cae, no han visto que hay unos honguitos o unas sombrillitas a los lados, ellos están ayudando a descomponer y hacen que esto se desintegre mucho más rápido y vuelva otra vez a la tierra. ¿Será que los restos de esta oveja no le hacen bien a la naturaleza?

48. Alumnos: Sí, le son útiles.

49. Federico: ¿Por qué?, ¿para qué le servirán a la naturaleza?

50. Alumnos: La energía.

51. Federico: La energía regresa a la naturaleza, ¿y le servirán de abono?, también se vuelven a recuperar los nutrientes que tenía, le pasan a la tierra y ya estos son absorbidos por las plantas.

52. Federico: Observa las siguientes imágenes y organízalas según consideres cómo se debe alimentar a los animales y a las plantas. Bueno, es para organizarlo desde donde proviene la energía.

53. Alumnos: Del sol.

54. Federico: ¿Luego del sol a quién le pasa?

55. Alumnos: A las plantas.

56. Federico: Ya después la energía pasa a las plantas.

57. Alumnos: A los animales.

58. Federico: Al búfalo que se come las plantas. Y después ya el león se lo come, y ya cuando el león se muere, los descomponedores se comen lo que queda. Ese sería el proceso, y ya vuelve otra vez la energía de los restos que sobraron a la tierra, ya vuelve y es absorbido por la planta y es algo cíclico o sea que se repite. ¿Cuál es la diferencia entre la planta y el búfalo de acuerdo a la forma en cómo se alimenta?

59. Alumno: El búfalo es grande y la planta es pequeña.
60. Federico: Alimentan, ahí están preguntando sobre el alimento.
61. Alumnos: Del sol, del sol a la planta y después el búfalo se lo come.
62. Federico: ¿Qué era lo que estábamos diciendo ahora de las plantas? ¿Las plantas que es lo que pueden hacer?
63. Alumnos: Dar frutos.
64. Federico: ¿Qué es lo que producen las plantas?
61. Alumnos: Alimento.
62. Federico: Mientras que el búfalo, ¿puede producir alimento?
63. Alumnos: No, carne.
64. Federico: Pero para producir carne tiene que alimentarse él, ¿o sino qué pasa?
65. Alumnos: Se muere.
66. Federico: Entonces hay tenemos que las plantas producen su alimento, y el búfalo ¿Qué?
67. Alumnos: La carne.
68. Federico: El búfalo se alimenta de las plantas o sea que es diferente. El búfalo sí necesita alimentarse de algo que ya está hecho, que en este caso son las plantas. Después, el hombre se alimenta del búfalo. El búfalo se alimenta de las plantas, si no existieran las plantas, no se hubiera podido alimentar el búfalo y nosotros tampoco del búfalo. ¿Para qué sirve el sol?
69. Alumnos: Para dar energía a las plantas y a los animales.
70. Federico: A las plantas, igual el sol nos da calor a nosotros, pero nosotros no podemos aprovechar la energía para producir alimento. La energía la aprovechan las plantas, porque ellas tienen en sus hojas cloroplastos que les ayudan, nosotros no tenemos cloroplastos. Ahora, ¿Cómo podríamos clasificar la planta y el hongo?
71. Alumnos: Reino vegetal y reino animal.
72. Federico: ¿Pero las plantas cuál es la característica que tienen?
73. Alumnos: Que son grandes, que se descomponen.
74. Federico: ¿Las plantas que es lo que pueden hacer?
75. Alumnos: Dan alimento.
76. Federico: Las plantas son productoras ¿Por qué?
77. Alumnos: Porque producen alimento.
78. Federico: ¿Y los hongos qué es lo que hacen?
79. Alumnos: Descomponen.

80. Federico: Entonces, ¿cómo podemos clasificarlos? Las plantas son productoras y los hongos descomponedores. ¿Queda más claro?

81. Alumnos: Sí

En el diario pedagógico del día 3-06-2011 escribe:

1. En la clase de hoy se aplicaron las situaciones problemas iniciales sobre la cadena alimenticia.
2. Los estudiantes estuvieron trabajando en las situaciones, tranquilos; aunque fue necesario explicar algunas veces la pregunta y generarles inquietud.
3. Hubo buen trabajo y esta vez estaban más tranquilos con las situaciones, ya que las relacionaron con las pasadas.

En la descripción del desarrollo de la clase, Federico refiere una nueva acción didáctica del planteamiento de problema para iniciar la enseñanza de “*la nutrición en un ecosistema*”, y hace una reflexión sobre la actitud de los estudiantes frente al trabajo con las situaciones, señalando que no estaban habituados a este tipo de actividades en clase. En el diario del día 12-08-2011 dice:

4. El proceso de intervención se inició con una experiencia práctica que consistía en sembrar una plantita y luego llenar un cuadro en el cual se completaba una información [...]
5. Luego, también se desarrolló una consulta, para la cual se dividió el grupo en dos equipos. Uno de ellos debía consultar sobre la fotosíntesis, y el otro sobre las partes de la planta y sus funciones.
6. [...] cuando terminaban la consulta, a cada equipo le correspondía hacer una cartelera explicando la consulta y luego socializar con los demás. Esta actividad no se logró terminar en la primera clase.

El enunciado 5 puede prestarse a que los estudiantes solo consideren un único tipo de plantas, no abre la posibilidad a una profundización conceptual al respecto. Encontramos también acciones que pertenecen al esquema identificado en la fase 1, como: “realizar experimentos prácticos”, “consultar temas”, “dibujar”. Otras acciones que se pudieron observar, y que el mismo maestro en formación menciona de manera

reiterada en su diario de clases, están relacionadas con “explicar”, “socializar”, “discutir”, “resolver situaciones problema”. Se pudo evidenciar, por tanto, inicios de modificaciones en la interacción con los estudiantes, al permitirles mayor participación y expresión verbal de sus ideas en las clases plenarias. En el diario del 16-08-2011, expresa:

1. [...] Se inició con la explicación de las carteleras que habían quedado pendientes.
2. [...] algunos cuando explicaron aún les faltaban “cositas” y yo completé la explicación.
3. [...] empezamos a trabajar el siguiente nivel de la nutrición, que eran los herbívoros, luego los carnívoros, los descomponedores, cada uno de estos se consultaron, lo trabajamos, los socializamos y también realizaron algunos dibujos relacionados con lo que habíamos trabajado.
4. [...] observaron algunos vídeos en los cuales identificaron las relaciones de nutrición, el flujo de energía, y se discute sobre el papel que cumple cada ser vivo, sobre cómo pasa el flujo de energía de las plantas a los herbívoros o a los carnívoros.
5. Uno de los vídeos que los estudiantes observaron fue el de leopardos cazando los ñu. Los estudiantes ya identifican que el sol es el que da la energía a las plantas, luego los ñu por ser herbívoros se alimentaban de hierba y los leopardos se alimentaban de ellos y, finalmente, están los descomponedores que aprovechaban los restos que quedaban.
6. Para finalizar, organizamos unas fichas en las cuales los estudiantes dibujaban diferentes animales y organizaban cadenas o pirámides trópicas, identificando el flujo de energía desde las plantas, a los herbívoros o carnívoros y finalmente a los descomponedores.

En la descripción del diario del 18 Agosto, señala:

Como actividad final, se realizó la aplicación del cuestionario final y se notó mucho progreso a nivel conceptual, adquirieron conceptos nuevos, como herbívoros, carnívoros y descomponedores, que en las situaciones iniciales nunca aparecieron; ahora los identificaban y, lo más importante, identifican como es el flujo de energía desde el sol a las plantas y a todos los animales; y luego, como los descomponedores regresan mucho de los nutrientes a la tierra, que es aprovechado luego por las plantas; entonces siempre está ese ciclo de energía.

El maestro en formación hace alusión a una interpretación diferente del proceso de aprendizaje en los estudiantes, mencionando términos como progreso conceptual y nuevos conceptos. En este proceso de reflexión, aparecen indicios de mayor toma de conciencia sobre el proceso de mediación con los estudiantes y sus logros a nivel conceptual. Hace una comparación entre el conocimiento de los conceptos que utilizaban sus estudiantes para resolver las situaciones iniciales con el conocimiento que emplean para resolver las situaciones al final del proceso de enseñanza.

- Uso de referencias. Con respecto a referenciales que sirven de soporte para fundamentar el proceso de enseñanza de conceptos científicos, Federico menciona en su diario 03-06-2011 otras fuentes:

También hay que consultar en varias partes, estar pendiente de muchas cosas, tener lo que es bueno de internet, los vídeos, los libros; todo eso me ha ayudado mucho para trabajar, y más como es para primaria. Para trascender en la guía fue necesario complementar varias cosas teniendo en cuenta que no es teoría muy elevada para primaria, ni que tampoco fuera muy básico, sino un nivel intermedio y que supiera la necesidad de los muchachos.

Si bien el maestro en formación no refiere literatura especializada, sí muestra un cambio con respecto al momento inicial, cuando recurría al módulo como única fuente de consulta, y el cual dirigía su trabajo al definir los temas y el nivel de profundidad. Ahora, observamos un acercamiento a otras fuentes bibliográficas y también a decisiones didácticas con respecto al tratamiento del tema, según el nivel de escolaridad al que se dirige.

**Evaluación de aprendizajes.** Con respecto a cómo se asume el proceso de evaluación, el maestro en formación dice en su diario del 18-08-2011:

La evaluación fue durante todo el trabajo. Cuando estuvimos en la intervención, en todas las discusiones ellos iban aportando, a algunos les decía si estaba bien o estaba mal, así iba evaluando el nivel que adquirirían. También la explicación de las carteleras me

permitió evaluar, porque había algunos alumnos que habían logrado una mayor comprensión del tema.

También en los vídeos:

Siempre que veíamos un vídeo nos poníamos a discutir sobre su contenido, con preguntas como, ¿por qué pasa esto?; toda la participación es como una evaluación constante. Igual en la situación final, para poner diferentes cadenas trópicas del medio, entonces ya ellos identificaban: que si tengo un conejo ¿qué se lo puede comer?, luego ¿qué sigue del conejo? Todas esas discusiones permitían ir evaluando constantemente y también las situaciones finales como la evaluación escrita donde uno puede recoger mucha más información sobre el avance que tuvieron.

Presentamos en la tabla 65 un recorte de la identificación de I.O. que realiza Federico.

**Tabla 65.** Ejemplo de invariantes operatorios identificados por Federico

CASO	CATEGORÍA	SITUACIÓN	CONCEPTOS -EN-ACCIÓN	TEOREMAS-EN-ACCIÓN
E6	C1. Interpretación de fenómenos con explicaciones que hacen referencia partículas.	S1	Partículas Gaseosa Aire Unidas	Las partículas en un gas están más separadas. Las partículas de un líquido están un poco más separadas y en el sólido están más unidas.
		S2	Líquida Separadas Partículas Unidas Movimiento Quietas	En los líquidos las partículas están separadas y en los sólidos unidas. En el líquido las partículas se mueven, están más separadas. En los sólidos las partículas se quedan quietas.
	C2. Identificación del estado de agregación desde la teoría cinética molecular. Utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado. No utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado	S3	Quietas Movimiento Cambio Atracción	Las partículas de los sólidos están quietas. Las partículas se mueven. Las partículas se atraen.
		S4	Gaseoso Calor Movimiento de partículas	El calor hace mover las partículas. Las antipolillas están en las nubes.
		S5	Evaporación Dispersión Partículas Calor	Las partículas se dispersan por el calor.
		S6	Líquido Frío Unión Partículas	En el líquido por el frío se unen las partículas.
	C3. Identificación de relaciones entre presión, temperatura y calor con el movimiento de las partículas y el cambio de estado.	S7	Partículas Unión Aire Separación.	En el adobe las partículas están unidas. En el aire las partículas están más separadas y se puede comprimir. En el sólido las partículas están unidas y es más difícil unir las.
		S8	Sólido Líquido Gaseoso Calor Derretir Partículas Movimiento	La roca es sólida, la lava líquida y las nubes están en estado gaseoso. La roca por el calor se derrite y las partículas se mueven más rápido. Las partículas se mueven más rápido por el calor.

Respecto del trabajo con representaciones, Federico y Edna señalan: i) en S4: se da una representación gráfica de los estados de agregación de líquido y gas; en S5: hay una presentación del paso de líquido a gas llamado evaporación; en S6: su representación se da con el estado de agregación de líquido y gas. También se acercan a

un análisis sobre los posibles I.O. identificados; por ejemplo, con base en lo considerado en la tabla 65, dicen:

En E6 inferimos que hay una representación e identificación de los estados de agregación, además reconocen algunas características propias de cada uno de estos y las relacionan con diferentes materiales. E6 presenta dificultades para establecer relaciones entre los conceptos de vacío, cohesión y repulsión para los cuales expresa afirmaciones desde conceptos como “unidas”, “separadas” y afirma que “en los sólidos las partículas se quedan quietas”, lo cual indica que hay falencias en la conceptualización de vacío y movimiento en sólidos. Comparado con el momento inicial emplea varios invariantes operatorios nuevos como calor, presencia de partículas y movimiento, necesarios para dar respuesta a las situaciones planteadas, ya que solo usaba el concepto de “aire” para explicar los fenómenos relacionadas con las partículas y su movimiento.

Las respuestas dadas en la C2, dejan ver un avance en la conceptualización relacionada con calor, movimiento de partículas, estados de agregación, su representación y la identificación de los cambios de estado para explicar fenómenos físicos, aunque aún hay ciertas dificultades en cuanto a sublimación y condensación, ya que solo se limitan a mencionar el proceso más no reconocen el cambio presente desde un nivel submicroscópico. Lo mismo ocurrió con el concepto de temperatura el cual mantiene los teoremas iniciales cómo se encuentra en la siguiente afirmación “en el líquido, por el frío, se unen las partículas”, infiriendo que este concepto para E6 está relacionado con frío o calor.

En el anterior apartado, se alude a un proceso orientado por un método para estudiar la conceptualización lograda por los estudiantes, asimismo, sus análisis están apoyados en un marco teórico de referencia. En la resolución de la situación 5, correspondiente a la **gestión de la progresión de los aprendizajes mediante el desarrollo de la planificación prevista**, inferimos que Federico activa conceptos como mediación, rol del maestro, rol del estudiante, aprendizaje, lenguaje, representaciones, estrategia, actividad, recursos, evaluación, invariantes operatorios, conceptualización. Y teoremas-en-acción, como: ‘la gestión de la mediación permite la puesta en escena del plan previsto’; ‘en el dominio de un campo conceptual contribuye la mediación del maestro y la de otros estudiantes’; ‘el rol del maestro es buscar favorecer la

conceptualización, debe intervenir en el sentido que el estudiante asigne a los problemas'; 'la tarea de un maestro es ayudar a los estudiantes en la construcción de invariantes operatorios contenidos en los esquemas y representaciones'; 'el rol del estudiante se fundamenta en una participación constructiva que le posibilite la progresión de aprendizajes'; 'una evaluación como indagación de invariantes operatorios –conocimiento implícito– revela indicios del proceso de conceptualización científica de los estudiantes'.

### 6.3.2.3. Autoevaluación de la enseñanza

**Alusiones a una experiencia de enseñanza orientada en la Teoría de los Campos Conceptuales.** En las reflexiones consignadas en su diario, Federico se centra en los procesos de conceptualización de sus estudiantes. Alude, por ejemplo, a conceptos y a representaciones para expresar avances y dificultades de sus estudiantes:

29-03-2011

El trabajo de hoy permitió reforzar la idea de partículas y las características que estas presentan en cuanto a movimiento y esparcimiento. Todos participaron en las actividades.

6-04-2011

Se pudo observar buen dominio conceptual de la noción de partículas, pero falta complementar las nociones de cambio y cambios de estado. Manejan la representación y diferenciación de los estados de agregación y los relacionan con algunas variables como temperatura.

En el diario, también hace referencia a la actitud de los estudiantes frente a la actividad para resolver las situaciones problema.

3-06-2011

Los estudiantes estuvieron trabajando tranquilos en las situaciones problemas iniciales, aunque fue necesario explicar algunas veces la pregunta y generarles inquietud. Hubo buen trabajo y esta vez estaban más tranquilos con las situaciones ya que las relacionaron con las pasadas.

Respecto a su práctica, en la entrevista (ver anexo 10) Federico hace análisis de su propia metodología de enseñanza y evaluación, comparando las implicaciones del trabajo con las guías y la implementación de la nueva propuesta para la enseñanza de conceptos científicos y el método de antes.

No es tanto como dejar que los estudiantes desarrollen algo que ya está planeado, sino que nosotros como docentes busquemos nuevas alternativas acordes a las necesidades de los estudiantes. Con las situaciones problema iniciales, se puede ver cuáles son las fortalezas y debilidades y a partir de ahí diseñar una intervención didáctica. Además, cuando uno está trabajando con ellos, mediante las discusiones o el diálogo uno está más cerca de ellos, puede ir direccionando todas esas actividades como alejarse o centrarse o buscar otras nuevas que le puedan suplir esas necesidades: Entonces es más como un trabajo del docente, estar como ligado a los estudiantes. Estar pendiente sobre lo que necesitan, es un trabajo de uno propiamente como docente, de buscar estrategias, de ver si los estudiantes están aprendiendo con todo esto. Bueno, con el campo conceptual es otra forma de planeación diferente, porque requiere que busque unos conceptos, estar consultando la teoría, que si sea esto. No es tanto centrarnos a lo que tiene la cartilla, sino ir buscando los conceptos, los teoremas, la forma en que puede ver las representaciones, todo eso (entrevista, 16-09-2011).

En la transcripción anterior, Federico narra el proceso metodológico que él interpretó o que él cree se debe desarrollar para aplicar una enseñanza con base en la TCCV, en términos de este marco teórico de referencia. Llama la atención su valoración de un proceso de mayor pertinencia de acuerdo a las necesidades específicas de su grupo de estudiantes y la importancia de conocer las dificultades de los estudiantes a través de la interacción permanente, para plantear una intervención didáctica oportuna. Asimismo, menciona que la nueva propuesta favorece la interacción con los estudiantes.

8. Federico: La interacción con el estudiante fue muy buena durante este trabajo, porque nos permite estar más en contacto con ellos, conocer qué piensan, las explicaciones que dan a los diferentes fenómenos o situaciones. Fue como un trabajo más bien obligado. Son tan pocos los estudiantes que puede uno conocer muy bien lo que piensan o el porqué de esas explicaciones, y más como ya llevo mucho tiempo trabajando con ellos, ellos ya tienen mucha confianza conmigo y explican las cosas sin sentir vergüenza. Entonces la

participación fue muy buena, fue uno de los elementos que resalto más sobre esta propuesta, además que a ellos les gustaba mucho lo del computador, entonces esa fue una herramienta que yo utilice mucho para que hicieran consultas, para que vieran vídeos y estuvieron haciendo diferentes actividades que son de su interés y que uno puede aprovechar.

Inferimos posibles conceptos-en-acción, como: autoevaluación, reflexión crítica y teoremas-en-acción, como: ‘la autoevaluación de las prácticas posibilita identificar aciertos o desaciertos sobre las estrategias que se plantean y desarrollan’; ‘la reflexión crítica brinda mayores posibilidades de cambios y resignificación de las prácticas de enseñanza’.

En la tabla 66 presentamos los componentes del esquema ‘enseñar conceptos científicos’ de Federico, los cuales hemos inferido a partir del análisis de la información recogida en el contexto de su práctica en el centro educativo.

**Tabla 66.** Elementos de esquema activado por Federico en el contexto de la práctica segunda fase

<b>ELEMENTOS DE ESQUEMA ACTIVADO POR FEDERICO EN EL CONTEXTO DE PRÁCTICA. SEGUNDA FASE</b>	
<b>ANTICIPACIONES</b>	Posibilitar la construcción del concepto científico mediante el acercamiento a diversas formas de representaciones físico-naturales, imágenes en vídeo, dibujos, textos escritos. Es necesario consultar en otras fuentes como internet, vídeos, libros para complementar lo tratado en el módulo de Escuela Nueva. La teoría tratada debe estar graduada para el nivel del estudiante.
<b>CONCEPTOS EN ACCIÓN</b>	Enseñanza relacionada con conceptos, como: Investigación, invariantes operatorios, campo conceptual, registros de datos, indagación, metodologías de investigación, métodos de análisis, explicación, participación, socialización, discusión, series de problemas, evaluación, nuevos conceptos, mediación, rol del maestro, rol del estudiante, aprendizaje, representaciones, estrategia, actividad, recursos, evaluación, conceptualización, autoevaluación, la reflexión crítica.
<b>TEOREMAS EN ACCIÓN</b>  (Establecimiento de relaciones entre conceptos).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Investigar sobre el dominio de un campo conceptual implica nuevas prácticas pedagógicas.</li> <li>- Los registros de datos pueden ser cuestionarios y producciones de los estudiantes.</li> <li>- El proceso de intervención debe incluir experimentos, consultas y socializaciones, discusiones y resolver situaciones problema, explicación, participación.</li> <li>- La gestión de la mediación permite la puesta en escena del plan previsto.</li> <li>- En el dominio de un campo conceptual contribuye la mediación del maestro y la de otros estudiantes.</li> <li>- El rol del maestro es buscar favorecer la conceptualización, debe intervenir en el sentido que el estudiante asigne a los problemas.</li> <li>- La tarea de un maestro es ayudar a los estudiantes en la construcción de invariantes operatorios contenidos en los esquemas y representaciones.</li> <li>- La evaluación se desarrolla durante todo el proceso, aprovechando diversas posibilidades de conocer lo que los estudiantes piensan.</li> <li>- La autoevaluación de las prácticas posibilita identificar aciertos o desaciertos sobre las estrategias que se plantean y desarrollan.</li> <li>- La reflexión crítica brinda mayores posibilidades de cambios y resignificación de las prácticas de enseñanza.</li> </ul>
<b>REGLAS DE ACCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseñar situaciones iniciales para enseñar la cadena alimenticia en un ecosistema y desarrollarlas con el grupo de estudiantes.</li> <li>- Realizar experiencia práctica (sembrar una semilla).</li> <li>- Orientar a la búsqueda de información respecto al tema.</li> <li>- Favorecer la explicitación de ideas mediante dibujos, esquemas, explicaciones, discusiones y respuestas escritas a situaciones problema.</li> </ul>
<b>INFERENCIAS</b>	Con el desarrollo de las situaciones finales se puede recoger mucha más información sobre el avance que los estudiantes tienen.

En esta fase, se observan modificaciones en el esquema que Federico activa para enseñar conceptos científicos. Recurre a otras fuentes diferentes al módulo preestablecido para fundamentar dicho proceso y construir las situaciones problema que plantea a sus estudiantes. También, se observa un proceso de mediación más consciente y con la intención de facilitar la expresión escrita y verbal de sus estudiantes, como se lee en los fragmentos tomados de su diario: explicación, socialización, discusión. De

igual manera, en su proceso de mediación didáctica presenta a sus estudiantes diversas formas de representación visual práctico (siembra, germinación y observación de crecimiento de la semilla), visual gráfico (proceso de fotosíntesis y funciones de las partes de un tipo de planta observado en el ordenador, dinámicas de la cadena alimenticia en el ecosistema observado en los vídeos, realización de dibujos, carteleras). Se observó una modificación importante en la manera de asumir la evaluación de los aprendizajes, pasando de la evaluación propuesta en el módulo de escuela nueva al final de la unidad, a otra donde considera necesario realizarla en diferentes momentos del proceso de enseñanza.

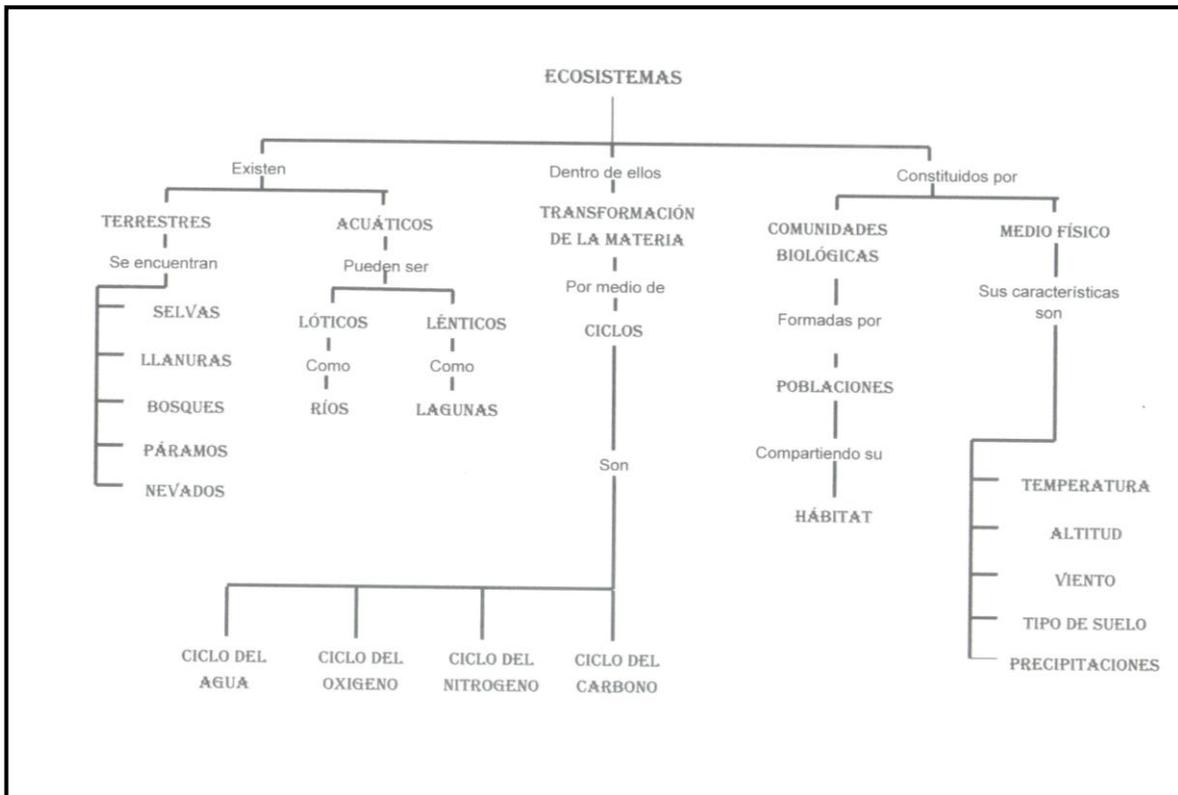
#### **6.4. CASO EDNA**

Edna es una maestra en formación que realiza la práctica con un grupo de niñas de educación Básica Primaria. Hicimos un estudio de sus producciones en el contexto de formación universitaria y en el establecimiento educativo de práctica que a continuación presentamos.

##### **6.4.1. Contexto de formación universitaria**

Para resolver la situación 1, Edna elabora de forma individual el mapa conceptual de la figura 23, sobre el concepto ecosistema, el cual asume como ejemplo concreto para abordar su enseñanza en el grado cuarto de educación primaria, con base en la TCCV. A partir de dicho mapa conceptual y del cuadro donde Edna plantea el campo conceptual enseñable (ver anexo 11), producto de la resolución de la situación 2, analizamos la categoría referentes teóricos.

**Figura 23.** Mapa Conceptual sobre los ecosistemas presentado por Edna. Segunda fase.



#### 6.4.1.1. Referentes teóricos de la enseñanza

**Referentes disciplinares.** De la misma manera que en los casos anteriores, revisamos el mapa conceptual desde dos aspectos: su estructura y su contenido. Con respecto a la estructura, muestra jerarquía de conceptos destacándose el concepto de ecosistema y otros conceptos inclusivos y más específicos; también, plantea relaciones entre algunos conceptos con conectores formando proposiciones; sin embargo, no presenta relaciones cruzadas que pudieran expresar relaciones significativas entre conceptos ubicados en diferentes segmentos del diagrama, por ejemplo, entre los ecosistemas terrestres y acuáticos y el medio físico. A pesar de que Edna participó en la formación de la elaboración de mapas conceptuales con ayuda de programas software, no hizo uso de dicha herramienta; no obstante, hay un avance apreciable si lo comparamos con el diagrama de la figura 14, realizado también por ella.

Con respecto al contenido, Edna destaca los tipos de ecosistemas acuáticos y terrestres, las transformaciones de la materia que se dan en ellos y los componentes fundamentales: comunidades biológicas y medio físico. Faltan conceptos clave como nicho, especie, biótico, abiótico, interacción, reproducción y cadena alimentaria, que si incluyó en el campo conceptual enseñable. Es una selección de conceptos y relaciones medianamente apropiada de acuerdo al grado de escolaridad al que va dirigido. Inferimos para la resolución de la situación 1, los conceptos-en-acción de: mapa conceptual, jerarquía, conceptos, relaciones, palabras de enlace, conceptos inclusivos y los teoremas-en-acción: ‘los mapas conceptuales expresan relaciones significativas entre conceptos de un dominio conceptual’; ‘los conceptos se unen con palabras formando una proposición’; ‘los mapas conceptuales expresan jerarquía’; ‘en un mapa conceptual se muestran cuáles son los conceptos más inclusivos en la parte superior’.

En la configuración del campo conceptual (anexo 11) referido al concepto científico a enseñar, Edna identifica clases de situaciones, la primera referida a la clasificación de componentes bióticos y abióticos de los ecosistemas, la segunda al análisis de relaciones entre factores bióticos y abióticos y su importancia en los ecosistemas y la tercera, al análisis de relaciones alimentarias en un ecosistema y el efecto de condiciones adversas (ver anexo 11). Respecto a la primera clase de situaciones, plantea un enunciado y un cuestionamiento que demanda la tarea de clasificación de elementos componentes de ecosistemas; no obstante, la redacción del enunciado tiene falencias en el listado de los factores abióticos diciendo solo materiales y omitiendo condiciones ambientales que inciden en la vida de los organismos, como por ejemplo, el clima y la temperatura, entre otros.

En la segunda clase de situaciones, plantea problemas, donde presenta diversas formas de vida animal en los ecosistemas y su relación con recursos básicos que proveen los requerimientos para la vida. Los problemas muestran la creatividad de la maestra en formación, aunque el problema 2 podría no favorecer la construcción del significado de algunos conceptos que enuncia. Con respecto a la tercera clase de situaciones, plantea un problema sobre una especie invasora en un ecosistema que devora a especies nativas disminuyendo su población, y se reproduce multiplicando su

presencia y desequilibrando la estabilidad del ecosistema. Hay un avance en el planteamiento de estos enunciados y preguntas, porque propone una actividad a los estudiantes donde deben leer, analizar y buscar explicaciones; no obstante, en la redacción de la pregunta del problema 5, direccionó una respuesta obvia y no se pidió explicación o justificación de la respuesta, lo mismo ocurrió en la pregunta número 6.

En la resolución de la subtarea B, que trata sobre la identificación de conceptos, relaciones entre conceptos y representaciones asociadas a la clase de situación, encontramos (anexo 11) que en el problema 1 faltan incluir los conceptos biótico y abiótico; además, en el mapa conceptual no incluyó los conceptos biótico, abiótico, especie, interacción, hábitat, nicho, reproducción y cadena alimentaria, que presenta como conceptos vinculados con la resolución de los problemas considerados en el campo conceptual enseñable. También, pudo haber identificado mayores posibilidades de representación de los conceptos.

En los referentes que trata de poner en acción durante la enseñanza del tema de los ecosistemas, pone énfasis en los componentes: i) abiótico, que abarca el clima, el suelo y el agua y ii) biótico que incluye todas las formas de vida en un ecosistema. Además, considera plantear análisis sobre condiciones adversas y sus efectos sobre los seres vivos, por ejemplo, la carencia de nutrientes, cantidad de luz o agua, así como la modificación de condiciones como la temperatura, el clima, equilibrio biológico y relaciones alimentarias.

**Referentes epistemológicos e históricos.** No hay alusiones a la consideración de la historia de los conceptos o sobre la naturaleza del conocimiento científico.

**Referentes psicológicos o de estudios en educación en ciencias.** Edna se fundamenta en las orientaciones de la TCCV para organizar de un modo diferente los contenidos de enseñanza, desglosándolos en los conceptos, relaciones entre los conceptos y representaciones; además, los relaciona con problemas e indica procedimientos esperados. Las principales dificultades radican en la comprensión del concepto de situación y las posibilidades de representación de conceptos; sin embargo,

es un avance importante con respecto al listado de temas con los cuales planteaba la enseñanza en la fase uno.

En la resolución de la tarea de la configuración del campo conceptual enseñable, inferimos que Edna activó a) conceptos-en- acción como: campo conceptual, conceptos, proposiciones, representaciones y b) teoremas-en-acción como: la Teoría de los Campos Conceptuales es una teoría psicológica aplicable en la enseñanza; el conocimiento está organizado en campos conceptuales; un campo conceptual es un conjunto de problemas, conceptos, procedimientos y representaciones; un concepto se forma mediante una variedad organizada de problemas y actividades.

#### **6.4.1.2. Planteamiento de la organización de la enseñanza**

**Estructura de la planificación.** Edna propone en el plan de enseñanza que realiza de manera individual una estructura que incluye logros, actitudes previstas y competencias, el campo conceptual seleccionado y una secuencia de actividades. Destaca dentro de los logros esperados: la descripción de la interacción entre los organismos y su medio en un ecosistema, el desarrollo de actitudes positivas hacia la conservación y mejoramiento de su entorno, la descripción de la estructura y el funcionamiento de un ecosistema y el reconocimiento del intercambio de sustancias que van del medio al organismo y del organismo al medio, formando un ciclo. Este plan articula asuntos de normativa oficial y del campo conceptual construido para orientar la enseñanza.

**Metodología.** En su plan de enseñanza, parte del diseño de cinco problemas para implementar al inicio; luego, propone una serie de actividades de enseñanza y aprendizaje donde promueve el trabajo del alumno, el diálogo y el uso de representaciones de los conceptos sobre todo de elaboración de dibujos y observación de imágenes. También plantea seis problemas para finalizar y eventos didácticos relacionados con la enunciación de ideas que posibiliten la construcción de conceptos

**Evaluación de aprendizajes.** Es importante resaltar que en la práctica Edna plantea la implementación de la construcción de un instrumento para indagar los I.O. iniciales y finales. Propone la evaluación en diferentes momentos y con diferentes propósitos. En general, la maestra en formación presenta en la segunda fase una propuesta de enseñanza diferente en su estructura, en la cual la selección de contenidos, su organización –en atención a un campo conceptual– y la relación con las actividades de enseñanza y evaluación se orientaban en criterios fundamentados teóricamente, en comparación con la observada en la primera fase.

Inferimos que en la resolución de la situación 3, Edna pudo activar a) conceptos-en-acción como: planificación de la enseñanza, diseño, secuencia de logros, actividades de enseñanza y evaluación y medios y b) teoremas-en-acción, como: ‘los logros previstos, las actividades de enseñanza y aprendizaje, los medios y la evaluación deben guardar coherencia con la secuencia de problemas’; ‘los aprendizajes se evidencian en la capacidad de explicar y de aplicar conocimiento adquirido a nuevos problemas’, ‘la evaluación del aprendizaje debe realizarse a lo largo de la secuencia didáctica (formativa) y al final (sumativa)’.

En la tabla 67 presentamos elementos de un posible esquema activado por Edna.

**Tabla 67.** Elementos de esquema activado por Edna, Contexto de formación universitaria. Segunda fase

<b>ELEMENTOS DE ESQUEMA ACTIVADO POR EDNA, CONTEXTO DE FORMACIÓN UNIVERSITARIA. SEGUNDA FASE</b>	
<b>ANTICIPACIONES</b>	Plantear la resolución de cuestionarios de problemas. Plantear variadas actividades.
<b>CONCEPTOS-EN-ACCIÓN</b>	Mapa conceptual, jerarquía, conceptos, relaciones, palabras de enlace, conceptos inclusivos, campo conceptual, conceptos, proposiciones, representaciones, planificación de la enseñanza, logros, actividades de enseñanza y evaluación.
<b>TEOREMAS-EN-ACCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los mapas conceptuales expresan relaciones entre conceptos de un dominio conceptual.</li> <li>- En un mapa conceptual se muestran cuáles son los conceptos más inclusivos en la parte superior.</li> <li>- La Teoría de los Campos Conceptuales es una teoría psicológica aplicable en la enseñanza.</li> <li>- Un campo conceptual es un conjunto de problemas, conceptos, procedimientos y representaciones.</li> <li>- Un concepto se forma mediante una variedad organizada de problemas y actividades.</li> <li>- Los logros previstos, actividades de enseñanza y aprendizaje, medios y la evaluación deben guardar coherencia con la secuencia de problemas.</li> <li>- La evaluación del aprendizaje debe ser realizada a lo largo de la secuencia didáctica (formativa) y al final (sumativa).</li> </ul>
<b>REGLAS DE ACCIÓN</b>	<p>Enseñar conceptos científicos implica:</p> <p>Seleccionar conceptos, relaciones, representaciones propios de un campo conceptual de referencia.</p> <p>Diseñar situaciones problemas donde los conceptos y relaciones (proposiciones) se apliquen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plantear una serie de problemas iniciales y series de problemas finales y actividades relacionadas.</li> </ul>
<b>INFERENCIAS</b>	A las estudiantes les gustan las actividades variadas y relacionadas con manualidades (dibujar, pintar, recortar y armar collage).

En el contexto de formación universitaria, Edna trata de implementar las orientaciones de la TCCV en la planificación de la enseñanza, planteando una propuesta donde incluye asuntos de la normativa colombiana sobre estándares, logros, indicadores de desempeño, pero también realiza un mapa conceptual con selección de conceptos y relaciones y la configuración de un campo conceptual enseñable. También diseña actividades, en su mayoría, relacionadas con los problemas que plantea y los conceptos y las relaciones que se espera aprendan los estudiantes. Sin embargo, se encuentra en el camino de interpretación de la teoría. A continuación describimos e interpretamos el caso Edna en el desarrollo de sus prácticas de enseñanza.

#### 6.4.2. Contexto de práctica en establecimientos educativos

La situación número 4 plantea a los maestros en formación la “**investigación de problemas relacionados con el desarrollo conceptual en el aprendizaje de conceptos científicos**”. Dicha investigación se propone a partir de la identificación y seguimiento de los invariantes operatorios de los estudiantes en los centros de prácticas. Edna trabajó conjuntamente con Federico en la investigación sobre el análisis de conocimientos en acción de estudiantes de cuarto grado de educación básica acerca del cambio físico, el cual describimos en el caso Federico.

En la resolución de la tarea 4, Edna activó a) conceptos-en-acción como investigación, invariantes operatorios, campo conceptual, registros de datos, indagación, metodologías de análisis, y b) teoremas-en-acción como: ‘la investigación sobre los invariantes operatorios activados por los estudiantes en la resolución de problemas es determinante en el apoyo al progresivo dominio de un campo conceptual’; ‘la indagación de los significados que los estudiantes asignan a los conceptos y el tipo de representaciones que utilizan contribuye a una mediación de mayor pertinencia’; ‘investigar sobre el dominio de un campo conceptual implica nuevas prácticas pedagógicas’ y ‘las metodologías de investigación pueden ser cualitativas o cuantitativas’.

##### 6.4.2.1. Acción en el aula

Recordamos que el análisis de esta categoría se desglosa en las subcategorías metodología de enseñanza y evaluación de aprendizajes.

**Metodología de enseñanza.** Nos referiremos inicialmente a las actividades y procedimientos desarrollados por Edna en la mediación del aprendizaje de los ecosistemas. La maestra en formación empieza el proceso de enseñanza con estrategias, no usadas por ella en la primera fase, para la presentación de los temas que se trabajarían y para la exploración de conocimientos previos. Elabora un mapa conceptual sobre el tema con la participación del grupo, donde recoge ideas sobre lo que los

estudiantes saben del mismo. En el diario del 15-04-2011 escribe: “se les da a conocer el tema que íbamos a iniciar por medio de un mapa conceptual, que es elaborado por todos de acuerdo a sus saberes previos”. Posteriormente, implementa un cuestionario con problemas (ver anexo 11) como indica en el diario 23-05-2011: “aplicación de situaciones iniciales para el tema de ecosistemas”. También, en la misma fecha realizó la elaboración de carteles donde los estudiantes debían plasmar sus conocimientos sobre los tipos de ecosistemas. Al respecto en la clase 23-05-2011 dice:

1. Edna: Pueden empezar a desarrollar, lo más legible por favor [Edna entrega a cada estudiante una hoja con una serie de problemas].
2. Alumna 1: Profe me explica el punto 2.
3. Edna: Supongamos que allí hay sembradas plantas y hay animales como lombrices, cucarrones y mariposas y luego de un tiempo las plantas y los animales empezaron a morir, ¿por qué sería que empezaron a morir?
4. Alumna 1: No le echaron agua, no tenían alimento.
5. Edna: ¡Ah bueno!, no tenían alimento.
6. Alumno 2: Yo no entiendo.
7. Edna: Ya voy Jacobo a colaborarle.
8. Alumno 2: Profe venga.
9. Edna: Ya voy amor.
10. Alumno 2: No entiendo el cinco.
11. Edna: Jacobo, supongamos que el sapo llegó y los animales que estaban allí estaban desapareciendo, ¿qué ocurrió con los animales que había allí antes?, ¿por qué razón?, piensa Jacobo.
12. Alumno 2: Se quedaron ahí
13. Edna: ¿y solo se quedaron ahí o algo tuvo que haber pasado? Mientras que los compañeros van terminando vamos a hacer lo siguiente, equipo número uno [...] Equipo número uno: Carlos Daniel, Jacobo, Carolina y Juan José, ese es el primer equipo. Le corresponde graficar un bosque, van a dibujar un bosque y le van a ubicar la flora y la fauna, ¿cuál consideran ustedes que deben ser la flora y la fauna de un bosque?, ¿cómo debe ser el bosque?

Al respecto de esta clase la maestra en formación hace reflexión sobre estas acciones, en su diario del 23-05-2011 escribe:

Los estudiantes trabajaron bien, realizaron preguntas pertenecientes al tema, sin embargo, la educadora les hizo énfasis en que no les podía brindar información, esto para poder identificar sus invariantes operatorios iniciales. Al final realizamos el trabajo grupal, los alumnos debían tomar papel bond y plasmar lo que conocían acerca de los bosques, los páramos, la selva y el desierto específicamente su flora y fauna, para luego socializarlo en clase; no se terminó el trabajo y en la siguiente clase se socializó.

A partir de las respuestas de sus estudiantes, Edna identifica Invariantes Operatorios iniciales, se ilustra un ejemplo en la tabla 68:

**Tabla 68.** Invariantes operatorios iniciales de los estudiantes E1 y E2 del grupo de Edna

SITUACIÓN	ESTUDIANTE	C-A	T-A	RESPUESTA TEXTUAL
<b>Situación 1</b> <b>Problema 1</b>	E1	Animales, tierra	Lo que tiene vida son animales, lo no vivo son elementos de la tierra.	Porque unos son animales y otros elementos de la tierra.
	E2	Seres vivos	Unos son seres vivos y otros partes de la naturaleza	Porque en el C1 están todos los seres vivos y en el C2 están las partes de la naturaleza, pero todo lo de C1 y C2 es parte de la naturaleza.
<b>Situación 2</b> <b>Problema 2</b>	E1	Agua, vida	Solo el agua es necesaria para la vida.	Porque no le echo agua.
	E2	Plantas, agua	Las plantas necesitan agua para vivir y los animales más que eso.	Tal vez porque no regaban las plantas y los animalitos necesitan más de esto
<b>Problema 3</b>	E1	Adaptación	Los animales se adaptan a las condiciones del lugar.	No porque ya están adaptados a la otra vida y puede ocasionar problemas.
	E2	Hielo, agua, hábitat	Los pingüinos necesitan hielo y agua y están enseñados a vivir en su hábitat.	No porque ellos necesitan del hielo y agua y otras cosas y además están enseñados a vivir en su hábitat.
<b>Problema 4</b>	E1	Posibilidad de reproducción	Hay animales que se pueden reproducir y otros no.	Porque no tienen la misma producción.
	E2	Forma de vida	Los animales tienen su forma de vida.	No porque no basta con dejar un animal que tenga alas con otro y esa es la forma de vida con que viven las lombrices.
<b>Situación 3</b> <b>Problema 5</b>	E1	Basura, contaminación	Los animales desaparecen por la contaminación.	Porque tiraron basura y contaminaron el río. Vinieron los cazadores y los cazaron.
	E2	Miedo	A los animales les da miedo la presencia de otros.	Tal vez se asustaron con la llegada de los sapos o los sapos se los comieron.

En el análisis señala:

E1 no clasifica elementos de los ecosistemas con base en los conceptos de biótico y abiótico, agrupa un grupo de animales y otros elementos de la tierra. En las respuestas a los problemas 2, 3 y 4 considera recursos básicos necesarios para la vida: alimentos, oxígeno y condiciones del lugar donde vive, pero no se refiere al concepto de hábitat. En las respuestas del problema 3, se refiere al efecto de acciones y elementos contaminantes que afectan al bosque, tampoco utiliza el concepto de ecosistema en su respuesta. En el problema 4 relaciona las condiciones ambientales con la temperatura y su capacidad de adaptación.

E1 y E2 no posee los conceptos de biótico y abiótico que les permita hacer una clasificación considerando los respectivos significados. En algunas de las respuestas los estudiantes no usan el lenguaje científico para explicar.

Se presenta en la tabla 69 un ejemplo de la identificación I.O. de dos estudiantes realizado por Edna.

**Tabla 69.** Invariantes operatorios finales de E1 y E2 del grupo de Edna

SITUACIÓN	ESTUDIANTE	C-A	T-A	RESPUESTA TEXTUAL
<b>Situación 1 Problema 1</b>	E1	Abióticos, bióticos	Abióticos no tienen vida y los bióticos sí tienen vida.	Abióticos: tierra, agua y arena. Bióticos: una mariposa, un pez y una planta, porque los abióticos no tienen vida y los bióticos sí tienen vida.
	E2	Abióticos, bióticos	Bióticos sí tienen vida, abióticos no tienen vida	Bióticos: pez, planta, mariposa. Abióticos: agua, tierra, arena. Bióticos sí tienen vida, abióticos no tienen vida.
<b>Situación 2 Problema 2</b>	E1	Comida, oxígeno, agua	Los peces necesitan para vivir oxígeno, comida y agua limpia.	De seguro los peces quedaron mal porque no tenían comida o también tenían el agua sucia.
	E2	Agua, contaminación	Los peces necesitan agua que no esté contaminada.	Porque los pececitos estaban acostumbrados a esa agua y tal vez la otra agua estaba contaminada.
<b>Problema 3</b>	E1	Contaminación	El humo de los carros y cigarrillos y también las basuras que tiran las personas perjudican los bosques.	Ocurrió que de pronto el humo de los carros, cigarrillos los perjudica o también era que estaban tirando basuras en el bosque.
	E2	Contaminación	Los humanos contaminan el bosque provocando cambios en el.	Porque las familias tiraron la basura y no cuidaban el medio ambiente, por eso el bosque dio un gran cambio.
<b>Problema 4</b>	E1	Lugares con determinadas condiciones.	Las hormigas pertenecen a un lugar determinado.	No porque las hormigas pertenecían a la tierra caliente.
	E2	Lugares con determinadas condiciones.	Las hormigas están acostumbradas a un lugar determinado.	Porque las hormigas estaban enseñadas a tierra caliente y como en la Unión hace frío no se reproducían igual.
<b>Problema 5</b>	E1	Muerte	Se murieron	Se murieron
	E2	Muerte, comida	Al quemarse el bosque unos animales mueren, otros sobreviven, pero luego mueren porque no tienen que comer.	Gran parte murió pero algunos pueden haber sobrevivido, pero con lo ocurrido en el bosque que se quemó y los que habían quedado murieron porque no tenían que comer, etc.
<b>Situación 3 Problema 6</b>	E1	Adaptación	Los animales que ya están adaptados a un lugar tienen dificultad para adaptarse a otro, incluso pueden morir.	Se murieron porque no se pudieron adaptar en el mar, porque ya estaban adaptados a la costa y no se podían adaptar al mar tan rápido.
	E2	Ecosistema	La muerte de animales y la huida de otros, provoca cambios en el ecosistema.	Unos animales murieron y otros escaparon y el ecosistema cambio.

Edna privilegia actividades cuyo propósito es mediar en la construcción de conceptos, aspecto que no se encontró cuando los estudiantes resolvieron los problemas iniciales. En el diario de 24-05-2011, dice:

Se inicia con el trabajo de la unidad didáctica referente a ecosistemas, se trabaja en el cuaderno de creatividad con un paisaje que les da la educadora, allí deben poner las fichas de diversos animales de acuerdo a la comunidad donde “deben vivir”. Trabajamos la clasificación de fichas. Llevé láminas de animales, agua, arena, suelo, aire, sol. Las repartí y por equipos debían clasificar. Tuvieron dificultades, pues ellos pensaban que era clasificar en poblaciones, por ejemplo todos los peces, y sin embargo se trataba de que las clasificaran en bióticos o abióticos. Recortamos y las pegamos como un collage en el cuaderno de creatividad.

Además en la entrevista, reitera el trabajo de aula con base en la situación: clasificación de componentes bióticos y abióticos de los ecosistemas, que había anticipado en la configuración del campo conceptual enseñable. Al respecto dice:

Edna: También se realizó en otra clase una clasificación de factores bióticos y abióticos.

Profesora. ¿Cómo se hizo?

Edna: Yo les traje ciertos elementos, como fue piedritas, arena, plantas, insectos, un ‘cucarroncito’, una mariposita, cositas.

Profesora: ¿Qué debían hacer los estudiantes?

Edna: Clasificarlos, cuáles de ellos pertenecían a los bióticos y cuáles a los abióticos; luego, se realizó el cuestionario de preguntas y fueron discutidas sus respuestas. Ese cuestionario fue también interesante, porque se hablan y se mencionan otros conceptos que no están dentro de las situaciones, entonces allí pudimos evaluar muchos conceptos, avanzando los invariantes operatorios (Entrevista, 29-10-2011)

En el plan de enseñanza, Edna tenía previsto una serie de actividades o eventos didácticos que se desarrollaron en su totalidad. Hallamos coherencia con la serie de problemas propuestos y las falencias reportadas en identificación de I.O. iniciales. Edna reconoce que en este aspecto cambió su práctica:

8. (...) Bueno, la manera de planear ha cambiado también, porque cuando se planea muchas veces no te das cuenta de la secuencia de las actividades que debes realizar; entonces cuando planeas una clase, piensas que debo empezar con esto y luego con esto y se lleva una secuencia, pues si no lo hago, entonces estoy como pendiente que fue lo que trabajé la clase anterior, que de pronto no recuerdo. Mientras que dentro de la planeación esta todo, se hizo esto, se hizo lo otro, faltó esto, entonces me parece muy importante. Demanda mucho tiempo y a veces, a los educadores no nos queda mucho tiempo, pero es una labor que hay que hacerla porque es importante, nos forma a nosotros y ayuda a que el proceso del estudiante sea mucho mejor. (Entrevista, 29-10-2011)

Algunas de las actividades son las mismas de la primera fase, actividades triviales, pero que igual le permitieron a Edna organizar la enseñanza en atención a los I.O. identificados y a los conceptos y las relaciones que pretendía que aprendieran sus estudiantes; procuró la socialización, clarificar dudas, observar vídeos a partir de los cuales realizar escritos:

No terminamos en esa clase, sino que en la clase siguiente ellos expusieron lo que conocían; luego se socializó y se les aclaró dudas, porque algunos estudiantes no tenían claro qué fauna o qué flora forma parte de determinados ecosistemas, entonces allí se les explicó. Dentro del proceso también se llevó a cabo la observación de un vídeo, el cual tenía cuatro tipos de ecosistemas, que eran tres terrestres y uno acuático, luego de haberlo visto se realizó un escrito.(Entrevista, 29-10-2011).

También hallamos actividades para favorecer el análisis y reflexión sobre el cuidado del ambiente y los recursos naturales, uno de los objetivos de su planificación de enseñanza.

Comprensión de lectura: “Hablemos de los bienes naturales” para resolver preguntas tales como: ¿qué identifica en el dibujo?, ¿qué beneficios nos presta el agua, el sol y el aire?, ¿por qué son importantes las plantas y los animales?, ¿qué riquezas se encuentran en el bosque?, ¿cómo proteger la naturaleza? Se trabajó arduo durante la clase, estuvo extenso el texto, pero permitió que los estudiantes aprendieran mucho, salieron cansados por el trabajo que se mostró un poco rutinario, inclusive lo comentaron varios de ellos, pero fue una buena jornada (Diario 27-05-2011).

Se inició la gestión de un ambiente de expresión e intercambio de ideas y la resolución de los problemas planteados a las estudiantes favoreció el pensamiento crítico y reflexivo.

Clase 22-07-2011

1. Edna: Vamos aplicar las situaciones finales para el tema de ecosistemas, muchachos tómense el tiempo para leer la pregunta, la pueden leer dos veces para responderlas, yo sé que les va ir muy bien. [La profesora entrega una hoja fotocopiada con los problemas a cada uno de los estudiantes]
2. Alumna: El pez lo clasifico en agua.
3. Edna: ¿Cómo lo separaría?
4. Alumna 1: No le entiendo.
5. Alumna 2: Pero las plantas con las cosas para sembrar [...]
6. Edna: Pero recuerde que estos seres y elementos los podemos clasificar en dos grupos, entonces usted después que los clasifique explica el porqué; lo van hacer como lo entenderían.
7. Alumna 2: Las plantas son con la tierra y la arena.
8. Alumno 3: Hay abióticos y bióticos, ¿cierto que los abióticos son los que están muertos?
9. Alumna 4: Abióticos.
10. Edna: Los que son a, son lo que...
11. Alumna 4: que no tienen vida.
12. Edna: ¡Ah... bueno!
13. Alumno 5: No entiendo, especifiquen cuales pertenecen a cada grupo.
14. Edna: Amores, miren, en la primera pregunta ustedes con esos seres que tienen ahí y con los elementos, van a hacer dos grupos y tienen que explicar por qué clasifican en esos grupos los seres, pueden trazar una rayita en la mitad a las que tienen ahí.
15. Alumna 4: Una pregunta, [se levanta de la silla y le muestra la hoja], ¿la rosa es biótico?
16. Edna: Bien, [leyendo la respuesta], biótico con b.
17. Alumno 6: Profe, profe, ¿la arena dónde va?
18. Alumna 7: La arena va en abiótico.
19. Alumno 8: Biótico, la planta...
20. Edna: Piensen.
21. Alumno 9: Profe, ¿la planta?

22. Edna: ¿Será que la planta tiene vida o no tiene vida?

Edna: [se acerca al alumno 10] Tienes que explicar por qué hiciste esa clasificación, ¿cuáles son las características por las cuales hiciste la clasificación? ¿Por qué escribiste estos en bióticos y estos en abióticos?, ¿cuál es la característica que te permitió hacer esos dos conjuntos?

21. Alumno 10: Porque unos eran vivos y otros no tenían vida

[La profesora siempre estuvo en comunicación con los estudiantes, se acercaba a sus respectivas sillas a escuchar sus comentarios y preguntas, por la ubicación de la cámara en ocasiones no quedó grabada su conversación]

22. Alumno 11: No profe, no entiendo el punto 6.

23. Edna: Suponga que a un lado de la costa capturaron unos peces y los pusieron en un barco, a esos peces los llevaban hacia otro lugar, pero en la mitad del camino el barco volvió a caer con todos los peces, entonces los peces cayeron otra vez al mar ¿qué ocurrió con esos peces?

24. Alumno 11: Cayeron en el agua y vivieron allí y luego los volvieron a capturar.

25. Edna: De pronto los volvieron a capturar.

26. Alumna 12: ¿Profe los peces vivieron o ya estaban muertos?

27. Edna: Estaban vivos y volvieron a caer al mar, ¿qué pasó con esos peces?, porque eran muchos peces y ¿qué pasó con esos peces que cayeron al mar y qué paso con los otros animales que estaban ahí?

28. Alumna 13: Se asustaron.

29. Edna: Se asustaron y ¿por qué?

30. Alumna 14: Porque se cayó el barco y los podía matar.

31. Edna: O hubo algo más que de pronto ocasionó que esos animales que había antes se hubieran asustado.

32. Alumna 14: No yo no entiendo esto.

33. Edna: ¿Esta? [Refiriéndose a la situación de los peces], hubo un señor que capturó unos peces en un lado de la costa y los echo en un barco porque los iba a trasladar a otra parte, pero en el transcurso, el barco se hundió y los peces que estaban ahí cayeron al mar, ¿qué paso con esos peces que cayeron?

34. Alumna 14: Siguieron viviendo.

35. Edna: Siguieron viviendo y ¿qué más con los animales que habían ahí?

36. Alumna 14: Yo no sé, que se pueden asustar.

37. Edna ¿Por qué se pueden asustar?

38. Alumna 14: Porque el barco se cayó.

39. Alumno 15: No, porque se los podían comer.
40. Edna: No se sabe si se los podían comer a ellos y qué más podía pasar, recuerde ahí también hay alimentos.
41. Alumna 14: Ah... les toca compartir el alimento.
42. Edna: Tienen que competir mayormente.
43. Edna: ¿Qué paso con ese ecosistema?
44. Alumna 3: Cambió.
45. Edna: Cambió ¿por qué?
46. Alumna 3: Llegaron otros peces de otras especies y se los podían comer.
47. Edna: Pero ahí Carolina dijo una palabra clave, cambio, ese ecosistema cambió y explica por qué.
48. Alumno 15: Me explica la de los peces.
49. Edna: Venga pues yo le explico otra vez Jacobo. Resulta que un pescador capturó unos peces para llevarlos de un lugar a otro. Resulta que esos peces los echaron al barco, iban por el camino, por el mar, en la mitad del camino ese barco se volcó y todos los peces cayeron al mar ¿qué ocurrió con esos peces que se cayeron?
50. Alumno 15: Se asustaron, otros peces se los comían.
51. Edna: Todo eso lo consigna en la hoja, mi amor.

En la transcripción de la clase, Edna hacía análisis de las respuestas de los estudiantes a la vez que motivaba a la producción de nuevas respuestas. La actividad de la resolución de problemas favoreció la conversación como herramienta que posibilita la enunciación de ideas y el replanteamiento de estas. En el análisis de la progresividad conceptual que Edna ha tenido en la enseñanza de conceptos científicos, se evidencia una nueva acción, la cual apropia para posibilitar la construcción de conceptos en sus estudiantes.

- Uso de referencias. En este aspecto, prevalecen los libros de texto y las consultas en internet como fuentes de referencia, lo cual indica que sus fuentes siguen siendo reducidas para avanzar hacia una adecuada fundamentación conceptual. Así lo expresa en su diario del 24-05-2011: “lo de teoría sobre las poblaciones se las dicté yo, también hicieron una consulta sobre ecosistema, especie, individuo, equilibrio”. No obstante, se presenta un ligero cambio en el abordaje de un solo libro de texto, ampliando a otras fuentes, en la entrevista señala:

6. Edna: sí, eso fue en otra clase, ellos debían investigar algunos conceptos importantes pero no enfocados en un solo libro de texto, sino en varios y que consultaran a profundidad, que no fuera superficial.

¿Qué aprendí dentro del proceso de formación? Muchísimas cosas, entre ellas, algo muy importante para destacar y son las fuentes bibliográficas. Nosotros como profesores no nos podemos quedar con una sola fuente, sino que tenemos que tratar de hacer una planeación, pero con varios libros de texto, no buscar en una sola fuente, porque una sola fuente no nos va a brindar muchísima información y nosotros también tenemos que documentarnos, entonces varios libros de textos, varias fuentes (Anexo 12, entrevista, 29-10-2011)

- Uso de recursos. Como recursos utiliza libros de texto, biblioteca, vídeos, así lo escribe en los diarios 24-05-2011 y 07-06-2011:

Diario 24-05-2011

Luego esto lo trabajamos por medio de libros, uno de Ciencias Naturales de grado quinto, lo trabajamos por grupo y lo socializo.

Diario 07-06-2011

Observación de vídeo “Ecosistemas”

[...] lo que ellos tenían que hacer era captar ideas del vídeo que fueran muy importantes y escribirlas [...]. El vídeo tenía los ecosistemas marino y terrestre.

**Evaluación de aprendizajes.** Hubo un proceso más organizado con relación a la indagación de los conocimientos previos. Como primera medida, Edna realiza un mapa conceptual en grupo para recoger ideas de los estudiantes o mediante la elaboración de carteles. Además, hace un cuestionario con problemas, como lo expresa en la entrevista:

2. Edna: Bueno, entonces, les voy a contar qué fue lo que se realizó dentro del tema de ecosistema, cuál fue el proceso que se llevó a cabo con los estudiantes. Lo primero que se hizo fue empezar a desarrollar las situaciones iniciales con los estudiantes; ellos debían resolver problemas que permitían ver cuáles eran los invariantes operatorios que ellos tenían para empezar el tema de ecosistemas, cuál era la idea que ellos tenían de ese concepto (Entrevista, 29-10-2011).

Además, Edna privilegia actividades evaluativas como el trabajo en clase, la participación en las actividades y el trabajo en grupo, así lo indica en el diario 09-05-2011. Con respecto a la evaluación de los aprendizajes, Edna muestra cambios, al realizar un proceso de seguimiento durante el proceso, al respecto expresa en la entrevista:

La evaluación siempre me ha parecido muy importante, aunque considero que de pronto he fallado y que siempre la he dejado para el final del proceso. La evaluación también puede tenerse en cuenta dentro del proceso y no al final, hay cositas que hay que seguir mejorando, pero que se va ir haciendo de acuerdo como a la experiencia y a los procesos que se estén llevando a cabo (Entrevista, 29-10-2011)

En el anunciado anterior, se presenta un avance en su reflexión de aceptación del problema y su expectativa de cambiar. Además, trata de orientar una autoevaluación en las estudiantes mediante preguntas como las siguientes, así lo anticipa en su planificación de enseñanza:

1. ¿Cómo te sentiste durante el desarrollo de las clases del tema de los ecosistemas?
2. ¿Crees que la metodología empleada fue correcta?
3. ¿Trabajaste lo suficiente para aprender sobre el tema de los ecosistemas?
4. ¿Desarrollaste todas las actividades a conciencia?
5. ¿Conocías algo del tema de los ecosistemas antes de llegar a cuarto grado? (plan de enseñanza)

De acuerdo con los anteriores hallazgos en la gestión de la progresión de los aprendizajes, inferimos que Edna activa conocimientos-en-acción como: mediación, rol del maestro, rol del estudiante, aprendizaje, metodología didáctica, estrategia, actividad, recursos, evaluación, campo conceptual, invariantes operatorios, conceptualización, cuyos significados se aproximan a: ‘la gestión de la mediación permite la puesta en escena del plan previsto’; ‘en el dominio de un campo conceptual contribuye la mediación del maestro’; ‘el rol del maestro consiste en intervenir, en el sentido que el estudiante asigne a los problemas’; ‘la tarea de un maestro es ayudar a los estudiantes

en la construcción de invariantes operatorios contenidos en los esquemas y representaciones'; 'el rol del estudiante se fundamenta en una participación constructiva que le posibilite la progresión de aprendizajes'; 'la metodología didáctica implementada con sus actividades, estrategias, uso de recursos resulta pertinente si existe coherencia con el dominio del campo conceptual'; 'una evaluación como indagación de invariantes operatorios –conocimiento implícito– revela indicios del proceso de conceptualización científica de los estudiantes'.

#### **6.4.2.3. Autoevaluación de la práctica**

Entre las reflexiones que Edna escribe en su diario, algunas se centran en las dificultades y avances de los estudiantes, por ejemplo en el diario dice:

Diario 27-05-2011

Se trabajó arduo durante la clase, estuvo extenso el texto, pero permitió que los estudiantes aprendieran mucho, salieron cansados por el trabajo que se mostró un poco rutinario, inclusive lo comentaron varios de ellos, pero fue una buena jornada.

Diario 31-05-2011

Realizaron el ensayo, algunos de ellos confunden todavía el ensayo con ideas sueltas, pero se les explicó lo que debían hacer, algunos lo captaron otros no. Me doy cuenta que desde el área de ciencias puedo trabajar otros aspectos relacionados con español por ejemplo, es gratificante para mí.

Diario 27-06-2011

Los estudiantes estuvieron atentos al vídeo.

También hallamos que Edna persiste en una inferencia que ya había manifestado en la información recogida en la primera fase de este estudio – capítulo 5–, concretamente en la entrevista del 29-10-2011

6. (...) muy interesante, los estudiantes estuvieron muy tranquilos, a ellos les favorece mucho el cambio, que la actividad no se realice en el aula sino afuera, en otra parte. He notado que cuando las actividades se realizan fuera de clase, ellos mantienen cierta tranquilidad e interés; les gusta la actividad en otra parte, las consideran muy provechosas porque ellos preguntan y están pendientes sobre lo que hay que buscar.

Para Edna, las actividades fuera del aula despiertan mayor interés en los estudiantes. Por otro lado, hace también una revisión sobre dificultades y avances de su práctica. Edna hace una valoración positiva de la situación de clasificación donde se utilizaron objetos y láminas; la maestra en formación considera que pudo despertar el interés de los estudiantes por el conocimiento.

8. Edna: Entonces aquí se evidenció que algunos clasificaron muy bien, dos o tres que no lo hicieron de la misma manera, pero se les ayudó. Fue muy interesante esa clase. Los estudiantes estaban muy interesados porque era algo diferente, era más didáctico, más lúdico, no disponían de los cuadernos y lapiceros, solamente estaban en el centro pendientes de realizar una clasificación

Por último, se realizaron las situaciones finales con resultados muy positivos; sin embargo, pienso que se pudo haber trabajado muchísimo mejor, porque sí se lograron aprender algunos conceptos, hubo otros donde faltó profundización, pero el trabajo realizado fue exitoso, muy exitoso (entrevista del 29-10-2011).

Edna infiere que las actividades lúdicas, como las que se realizan fuera del aula, les gusta a los estudiantes. Parece que es muy importante para Edna la receptividad por parte de los estudiantes. Respecto de su apropiación de la TCCV, en particular sobre las situaciones, señala:

Bueno, lo de las situaciones fue una experiencia nueva que he tenido con los estudiantes. Me parece que es una labor desgastante, pero que es muy interesante, a la cual hay que destinar tiempo, porque las situaciones permiten a los estudiantes pensar. Al inicio, por ejemplo, les da mucha pereza pensar y les aburre empezar las situaciones, pero a medida que uno las sigue aplicando, el estudiante va cogiendo la habilidad y lo mismo nosotros. Pues en mi caso como profesora, al inicio me resultó difícil empezar a hacer situaciones, pero ya después va aprendiendo uno de los fallos cometidos en las situaciones anteriores. En consecuencia, la elaboración de situaciones al inicio y al final me parece muy importante para destacar los invariantes operatorios de los estudiantes que tienen al inicio y al final. Creo que he mejorado de los fallos que he tenido y que me ha venido bien para plantear mejor las situaciones en otros momentos del tema (Entrevista 29-10-2011).

Edna reconoce sus cambios en el proceso de formación, en la entrevista dice:

8. Edna: [...] una de las cosas que también he superado y que aprendí dentro de este proceso de formación, fue que tenía el manejo del diccionario. A veces me detenía en que el estudiante copiara y no me fijaba que el estudiante no estaba copiando de acuerdo al tema que estábamos viendo, sino que simplemente lo hacían con la primera definición que ellos tenían en el diccionario. Creo que al uso del diccionario hay que darle una profundidad si estamos viendo un tema de ciencias, hay que tratar de buscar una fuente, un diccionario que me esté dando conceptos apropiados y profundos de esta temática y no que me esté dando cualquier definición, que en algún momento puede confundir hasta los mismos estudiantes. También he cometido el error de dictarles mucha teoría, sin pensar que es mucho más importante que el estudiante desarrolle otras actividades que le ayuden a pensar y que la metodología sea muy variada, no estar solamente en lo que es lo magistral, lo teórico y la consulta, sino muchas otras actividades que le permitan al estudiante pensar y construir el conocimiento.

También en su diario afirma:

Diario 31-05-2011

Elaboración de un ensayo con los conceptos aprendidos.

Realizaron el ensayo. Algunos de ellos confunden todavía el ensayo con ideas sueltas, pero se les explicó lo que debían hacer, algunos lo captaron otros no. Me doy cuenta que desde el área de ciencias puedo trabajar otros aspectos relacionados con español por ejemplo, es gratificante para mí.

Respecto de la resolución de la situación 6, referida a la autoevaluación de sus procesos de enseñanza, Edna activa a) conceptos-en-acción como autoevaluación, práctica, reflexión, enseñanza de conceptos científicos, maestro y b) teoremas-en-acción, como ‘la autoevaluación de las prácticas posibilita identificar aciertos y desaciertos sobre las estrategias que plantea y desarrolla para resolver situaciones/tareas relativas a la enseñanza de conceptos científicos’, ‘la reflexión crítica brinda mayores posibilidades de cambio y resignificación de las prácticas de enseñanza’.

En la tabla 70 presentamos elementos de un posible esquema que inferimos Edna activa en el contexto del establecimiento educativo de práctica, en la segunda fase.

**Tabla 70.** Elementos de esquema activado por Edna para enseñar conceptos científicos. Contexto establecimiento educativo de práctica. Segunda fase

<b>ELEMENTOS DE ESQUEMA ACTIVADO POR EDNA PARA ENSEÑAR CONCEPTOS CIENTÍFICOS. CONTEXTO ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO DE PRÁCTICA. SEGUNDA FASE</b>	
<b>ANTICIPACIONES</b>	Plantear clases agradables que motiven a los estudiantes mediante diversas actividades, entre ellas, los análisis de problemas y actividades fuera del aula.
<b>CONCEPTOS- EN- ACCIÓN</b>	Investigación, invariantes operatorios, campo conceptual, registros de datos, indagación, metodologías de análisis, mediación, rol del estudiante, rol del maestro, aprendizaje, lenguaje, representaciones, actividad, recursos, evaluación, autoevaluación de la práctica.
<b>TEOREMAS- EN- ACCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La indagación de los significados que los estudiantes le asignan a los conceptos y el tipo de representaciones que utilizan contribuye a una mediación de mayor pertinencia.</li> <li>- La gestión de la mediación permite el desarrollo del plan previsto.</li> <li>- En el dominio de un campo conceptual contribuye la mediación del maestro y la de otros estudiantes.</li> <li>- En la clase se debe favorecer la interacción social.</li> <li>- Las actividades lúdicas llaman la atención de los estudiantes.</li> <li>- La mediación debe dar relevancia al lenguaje y las representaciones simbólicas.</li> <li>- El rol del maestro es proponer variadas actividades y series de problemas.</li> <li>- El uso de recursos debe ser coherente con los conceptos y relaciones que se pretende aprendan los estudiantes;</li> <li>- La evaluación debe ser un proceso continuo.</li> </ul>
<b>REGLAS DE ACCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construir instrumentos para la indagación de invariantes operatorios.</li> <li>- Analizar información para identificar los invariantes operatorios.</li> <li>- Diseñar instrumentos de recogida de información.</li> <li>- Elaborar informes de investigación.</li> <li>- Proponer series de problemas.</li> <li>- Buscar movilizar invariantes operatorios.</li> <li>- Plantear acciones mediadoras: resolución de problemas, producciones escritas, socializaciones y clarificación de inquietudes.</li> </ul>
<b>INFERENCIAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las actividades lúdicas, como las que se realizan fuera del aula, les gusta a los estudiantes.</li> <li>- Los estudiantes estuvieron muy tranquilos, a ellos les favorece mucho el cambio, que la actividad no se realice en el aula sino afuera, en otra parte.</li> <li>- Me he dado cuenta que cometía el error de dictarles mucha teoría, sin pensar en que es mucho más importante que el estudiante desarrolle otras actividades que le ayuden a pensar y que la metodología sea muy variada, no estar solamente en lo que es lo magistral, lo teórico y la consulta, sino muchas otras actividades que permitan al estudiante pensar y construir el conocimiento.</li> </ul>

Edna avanza en la redacción de casos-problema, donde tiene sentido un grupo de conceptos y de relaciones, pues posibilita otro tipo de interacción con sus estudiantes. Estos problemas actúan como potencializadores de la discusión y de una mejor comunicación con los estudiantes; también se favorece las representaciones de conceptos. La actividad investigativa sobre la implementación de sus planificaciones y el seguimiento a la conceptualización de los estudiantes fue fundamental para buscar profundizar en la comprensión de los planteamientos básicos de la TCCV. Los estudiantes tuvieron mayor comunicación con la maestra; con base en las preguntas planteadas, los estudiantes se inquietaban y trataban de llegar a posibles explicaciones. No se trataba de preguntas literales que encontraban en el libro de texto, como se observó en su trabajo didáctico de la primera fase. Es relevante el trabajo con representaciones, como el lenguaje escrito en la redacción de un escrito, en el collage, en el mapa conceptual, en la elaboración de dibujos propuestos a los estudiantes, que pueden considerarse como acercamientos al trabajo didáctico con base en una red conceptual, relaciones fundamentales y representaciones asociadas.

## **6.5. RESUMEN DE MODIFICACIONES EN ESQUEMAS DE ACCIÓN DE LOS MAESTROS PARTICIPANTES DURANTE EL PROCESO DE FORMACIÓN**

En este apartado hacemos un resumen de las modificaciones en elementos de esquemas de acción detectadas en los participantes durante su proceso de formación. En la tabla 71 presentamos un resumen de los hallazgos relativos a cada categoría analizada.

### **6.5.1. Contexto de formación universitaria**

#### **6.5.1.1 Referentes teóricos de la enseñanza**

**Referentes disciplinares.** En el abordaje de los referentes disciplinares, hemos hallado en la segunda fase una mayor profundización en los tópicos de enseñanza por parte de los docentes en formación, en comparación a cómo lo hacían en la primera

fase, donde solo enunciaban listados de teorías y algunos conceptos desarticulados. En la segunda fase, reportan construcciones de marcos teóricos en los cuales los maestros en formación sustentan la enseñanza de conceptos científicos de forma más consistente y amplia y, además, retoman aportes de científicos vinculados con las teorías de referencia, siendo de mejor calidad académica los trabajos en el marco de la investigación desarrollada. No obstante, el avance es relativo, también se encuentran dificultades en la conceptualización y dominio de los campos conceptuales que los maestros en formación proponían para la enseñanza.

**Referentes epistemológicos e históricos.** Es relevante en el estudio de esta categoría que los conceptos que se aborden formen parte de un entramado conceptual, procedimental y representacional. En particular, en los trabajos de Antonio y Walter, se sigue un cierto orden de complejidad representacional en la configuración del campo conceptual relacionado con los fundamentos de la mecánica cuántica: conceptos, reglas, principios y funciones matemáticas. En dichos trabajos, se alude a cambios en las explicaciones y representaciones de los conceptos de acuerdo a los marcos teóricos de referencia; por ejemplo, de la física clásica a la física cuántica, se discuten y contextualizan conceptos como: probabilidad, incertidumbre y complementariedad. Específicamente, Antonio se refiere a la ciencia como actividad humana. Walter continúa con conocimientos en acción respecto de las prácticas de laboratorio, a las cuales les asigna una función demostrativa del concepto enseñado. Aunque en la segunda fase, introdujo en el trabajo de laboratorio una situación-problema a partir de la cual orientó una discusión que favoreciera la comprensión y la toma de posturas frente a su solución.

En los cuatro casos, se presenta una moderada inclinación hacia una posición constructivista de la enseñanza y aprendizaje, donde los maestros en formación se asumen como constructores activos de conocimiento y gestores de procesos de investigación. En sus informes de investigación, Antonio y Walter reportan reflexiones sobre la construcción de conceptos y sobre las relaciones entre las perspectivas epistemológicas y las consideraciones didácticas en la construcción y reconstrucción del conocimiento escolar.

**Referentes psicológicos o de estudios en educación en ciencias.** Los maestros en formación desarrollan procesos de investigación y de enseñanza de conceptos científicos con base en la Teoría de los Campos Conceptuales, con algunas aproximaciones en su implementación. Para dar respuesta a orientaciones de este marco de referencia, se acude a la consulta y revisión de otros estudios en educación en ciencias sobre las formas de abordar la enseñanza de los conceptos (en el marco de la teoría cuántica, de los materiales, de los estados de agregación) señalando dificultades de aprendizaje y reflexiones didácticas sobre estos temas. En general, en los cuatro casos, hallamos que los documentos escritos dan cuenta de la búsqueda de nuevos referentes para fundamentar los procesos de enseñanza de conceptos científicos, tanto del ámbito disciplinar como de estudios que plantean reflexiones epistemológicas y didácticas sobre conceptos, nociones y modelos que se abordarían en la enseñanza desde la perspectiva de campos conceptuales. Los ámbitos histórico y epistemológico de los conceptos son los que menos se abordan.

**Tabla 71.** Síntesis general de las categorías: Contexto de formación universitaria y contexto de práctica en establecimientos educativos, segunda fase

<b>Contexto de formación universitaria</b>		
Categoría	Subcategoría Nivel 1	Acciones
Referentes teóricos	Disciplinares	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudio de campos conceptuales en el contexto de una disciplina científica (cuatro casos)</li> <li>- Selección de entramados teóricos delimitados para su enseñanza, que forman parte de campos conceptuales más amplios en una disciplina científica (cuatro casos).</li> <li>- Focalización de la atención en aspectos básicos del contenido disciplinar, aunque se hallaron en los cuatro casos confusiones a nivel conceptual (cuatro casos).</li> <li>- Lectura y profundización en planteamientos y discusiones de científicos relacionados con los inicios de la física cuántica (Antonio y Walter).</li> <li>- Estudio de la teoría cinética molecular y sus planteamientos (Federico y Edna).</li> </ul>
	Históricos – epistemológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abordajes de la enseñanza de conceptos científicos formando parte de relaciones, principios, leyes y modelos (Antonio y Walter).</li> <li>- Iniciación en análisis sobre cambios representacionales de conceptos de la física clásica y la física cuántica (Antonio y Walter).</li> <li>- Referencia a autores de trabajos sobre planteamientos en la construcción y reconstrucción del conocimiento escolar relacionado con los modelos atómicos (Antonio y Walter).</li> <li>- Concepción de ciencia como actividad humana (Antonio).</li> </ul>

	Psicológicos y aportes en educación en ciencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inicios en la apropiación del referente de la Teoría de los Campos Conceptuales (cuatro casos).</li> <li>- Esfuerzo apreciable en tratar de interpretar e implementar los postulados de la TCCV (cuatro casos).</li> <li>- Implementación de dicho referente con algunas dificultades (cuatro casos).</li> <li>- Alusiones a estudios de educación en ciencias relacionados con la enseñanza de conceptos desde la perspectiva de la TCC (Antonio y Walter).</li> <li>- Lectura y elaboración de textos con base en revisiones de investigaciones sobre la enseñanza de los conceptos científicos de referencia (cuatro casos).</li> </ul>
Planteamiento de organización de la enseñanza	Estructura de la Planificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construcción de nuevas propuestas de enseñanza (cuatro casos).</li> <li>- Aproximaciones a diseños didácticos en coherencia con la adquisición de campos conceptuales (Antonio, Federico y Edna).</li> <li>- Planificación de la enseñanza de manera más organizada y coherente con el campo conceptual enseñable (Antonio, Federico y Edna).</li> <li>- Introducción de actividades que apoyan la conceptualización y el trabajo con representaciones de los conceptos (cuatro casos).</li> <li>- Presentación de alternativas a su forma habitual de planear la enseñanza (cuatro casos).</li> <li>- Articulación de actividades a proponer, los procesos de mediación, evaluación y la apropiación del campo conceptual (Antonio).</li> </ul>
	Metodología de enseñanza	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anticipación de una mediación donde se privilegian diversas actividades y procedimientos para favorecer el aprendizaje de conceptos, relaciones, representaciones y procedimientos de manera articulada (cuatro casos).</li> <li>- Selección de recursos y referencias de mayor pertinencia a los propósitos didácticos (Antonio).</li> <li>- Diseños de series de problemas relacionados con los conceptos científicos a enseñar (cuatro casos).</li> <li>- Actividades repetitivas halladas en la primera fase (cuatro casos).</li> </ul>
	Evaluación de aprendizajes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planificación de una evaluación de proceso desde el inicio al final (cuatro casos).</li> <li>- Propuesta de seguimiento a los procesos de conceptualización de los estudiantes (cuatro casos).</li> <li>- Diseño de instrumentos para la exploración de conocimientos previos (cuatro casos).</li> </ul>

Contexto de establecimientos educativos de práctica			
Categoría	Subcategoría de Nivel 1	Subcategoría de Nivel 2	Acciones
Acción en el aula	Metodología de enseñanza	Planificación de la enseñanza	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puesta en escena de la planificación prevista en el contexto de formación universitaria (cuatro casos).</li> <li>- Conexión entre eventos didácticos propuestos y los conceptos y proposiciones que pretendía activar en los estudiantes (cuatro casos).</li> </ul>
		Actividades y procedimientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planteamiento de pequeñas series de problemas que llevaban al sujeto a pensar y buscar alternativas de solución (cuatro casos).</li> <li>- Actividades como resolución de ejercicios clásicos, laboratorios y simulaciones virtuales, pero que buscan la acción de los sujetos (Antonio, Walter).</li> <li>- Menos predominio de la clase expositiva (Edna).</li> <li>- Participación más activa de los estudiantes (cuatro casos).</li> <li>- Observación de vídeos, desarrollo de talleres, análisis de eventos de la vida cotidiana (Antonio y Walter).</li> <li>- Análisis de problemas mediante preguntas que demandan a los estudiantes pensar y explicar ideas (cuatro casos).</li> <li>- Prácticas virtuales con el uso de applets (Antonio y Walter).</li> <li>- Mediación didáctica que favorece la acción de los estudiantes en la interacción con herramientas tecnológicas (Antonio).</li> <li>- Exposición teórica mediante diapositivas (Antonio y Walter).</li> <li>- Continuación de algunos rasgos de perspectivas de enseñanza transmisionista (cuatro casos).</li> <li>- Actividades como explicar, socializar, discutir, resolver situaciones problema (cuatro casos).</li> <li>- Inicios de modificación en la interacción con los estudiantes permitiendo mayor participación y expresión verbal de sus ideas en plenaria (Antonio y Edna).</li> </ul>
		Uso de referencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ampliación en el tipo de referencias utilizadas, donde además de los libros de texto del grado donde se realizó la práctica se incluyen algunos de nivel universitario, así como artículos de revistas (Antonio y Walter).</li> <li>- Uso de fuentes didácticas para la enseñanza de los conceptos científicos trabajados (cuatro casos).</li> <li>- Fuentes de internet y en ocasiones de Wikipedia (Federico).</li> </ul>
		Uso de recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ampliación del uso de simulaciones virtuales para favorecer la conceptualización (Antonio y Walter).</li> <li>- Uso de diapositivas, dibujos, Video Beam globos, sala de sistemas, applets, software de simulación de fenómenos, equipo de laboratorio, tablero y marcadores (Federico y Walter).</li> </ul>

Contexto de práctica en establecimientos educativos			
Categoría	Subcategoría de Nivel 1	Subcategoría de Nivel 2	Acciones
Acción en el aula	Evaluación de aprendizajes		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementación de cuestionarios de preguntas abiertas y problemas para la indagación de invariantes operatorios iniciales (cuatro casos).</li> <li>- Seguimiento a los procesos de conceptualización mediante el análisis de invariantes operatorios (cuatro casos).</li> <li>- Procesos sistemáticos de valoración de los aprendizajes (cuatro casos).</li> <li>- Análisis donde se comparan los invariantes operatorios finales con respecto a los iniciales (cuatro casos).</li> <li>- Valoración del avance conceptual de los estudiantes en el proceso y, específicamente, en la resolución de las situaciones problema (cuatro casos).</li> </ul>
Autoevaluación de la enseñanza			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de dificultades en la comprensión que tienen los estudiantes sobre los conceptos estudiados (cuatro casos).</li> <li>- Reflexiones sobre avances en los procesos de conceptualización de sus estudiantes (cuatro casos).</li> <li>- Valoración positiva del proceso de enseñanza llevado a cabo y los aprendizajes logrados (cuatro casos).</li> <li>- Inicios en la toma de conciencia sobre supuestos con los cuales operaba y nuevas formas de asumir la enseñanza (cuatro casos).</li> <li>- Reflexiones sobre la experiencia de enseñanza orientada en la Teoría de los Campos Conceptuales indicando dificultades de los estudiantes para enfrentarse a resolver problemas (cuatro casos).</li> <li>- Reflexiones sobre la actitud de los estudiantes (Antonio, Walter y Edna).</li> </ul>

Con respecto a la primera pregunta, podemos inferir algunas modificaciones con respecto a la forma de enfrentar clases de situaciones relacionadas con la enseñanza de conceptos científicos, entre ellas, la toma de conciencia sobre los referentes teóricos utilizados. En la fase uno, el conocimiento declarativo presenta distancia del conocimiento práctico; en especial en el caso Antonio, quien se expresa en términos del deber ser de la enseñanza, sustentado en algunos conceptos y proposiciones de marcos constructivistas y específicamente del aprendizaje significativo, cuestiones que al analizarlas se puede ver no se implementan en la práctica. En la entrevista final, el propio maestro acepta que anteriormente realizaba la enseñanza desde procesos espontáneos o basados en su intuición y con la convicción de estar realizando su trabajo

lo mejor posible. Podríamos inferir que sus nuevos invariantes operatorios sobre la enseñanza de conceptos científicos le orientan hacia reflexiones como esta y al reconocimiento de su propia práctica.

En relación con los referentes disciplinares, en los cuatro casos la experiencia de enseñanza desarrollada en la segunda fase les sirvió para tomar conciencia sobre las fuentes de apoyo bibliográfico, reflexionando sobre el uso de los libros de texto. Los cuatro casos aluden a la utilización de varios libros en la búsqueda de otras fuentes de mayor profundización en los temas; aunque siguen siendo libros de texto, estos son de un nivel superior al curso en el que trabajan. Sin embargo, no mencionan revistas especializadas o libros de fuentes primarias. El uso de referencias que permitan mostrar los conceptos en su devenir histórico no es consistente en todo el proceso de enseñanza de los conceptos científicos, solo se explicita en el estudio de los fundamentos de la mecánica cuántica y estados de agregación. El campo conceptual referido a los materiales, nutrición y ecosistemas no se abordaron considerando fuentes históricas.

#### **6.5.1.1. Planteamiento de la organización de la enseñanza**

Sobre este aspecto se presentaron cambios relevantes. Los maestros de los cuatro casos analizados introducen nuevos aspectos para implementar orientaciones didácticas desde la TCCV. Indudablemente fue trascendental la búsqueda de la articulación entre clases de problemas, conceptos relacionados, proposiciones básicas, representaciones y eventos didácticos que podían favorecer la mediación en la construcción de nuevos conceptos de sus estudiantes. Asimismo, en los cuatro casos se asume el campo conceptual enseñable como eje que guía la planificación. Se introducen nuevas actividades que apoyan la conceptualización, aunque permanecen otras identificadas en la primera fase de esta investigación, por ejemplo, Antonio sigue con el desarrollo de talleres procedimentales y la búsqueda de relaciones con asuntos de la vida cotidiana donde se apliquen los conocimientos aprendidos. Walter sigue con la resolución de ejercicios. Edna con la observación de vídeos y consultas. Sin embargo se hallan cambios en relación con la primera fase, donde las actividades se presentaban sin coherencia, en las etapas propuestas.

**Metodología de enseñanza.** Para el trabajo con los estudiantes, los cuatro casos proponen clases de problemas y actividades que, si bien son de uso común en los diseños didácticos de diversas tendencias de enseñanza, se plantean con el propósito de favorecer la conceptualización y la interiorización de posibles representaciones de los conceptos; Walter incluyó otras actividades que dan cuenta de otras formas de llevar a cabo la mediación didáctica, con respecto a la primera fase, en la cual su gran tendencia era expositiva. Este maestro en formación propone actividades en las cuales se procura la acción de las estudiantes en la elaboración de mapas de ideas, la interacción con herramientas tecnológicas, la resolución de problemas, y la discusión en plenaria.

Federico propone, conjuntamente con Edna, un plan para abordar la enseñanza, su propia estructura interpretativa de conceptos y relaciones de base. Además, programa eventos didácticos acordes a los propósitos de promover la construcción del contenido disciplinar involucrado en los problemas. Federico asume decisiones didácticas con respecto al tratamiento del tema, que no hacía en la primera fase.

En la mediación, Antonio y Walter intensifican el uso de las simulaciones virtuales, los escritos, los gráficos, dibujos, imágenes, experiencias prácticas, la lúdica para mostrar diversas formas de las representaciones de los conceptos. Prevalecen las actividades de explicación, de repaso de los temas tratados y el uso de talleres, pero también en la segunda fase se enriquece con la inclusión de clases de problemas, seleccionados con la intencionalidad didáctica de poner en contexto conceptos y relaciones de base de un dominio teórico de referencia.

**Evaluación de aprendizajes.** La evaluación se presenta como un proceso de seguimiento, incluida en diversas actividades: al inicio, con la indagación de invariantes operatorios mediante cuestionarios de preguntas y problemas; en el transcurso del proceso de enseñanza y aprendizaje, con la realización de diferentes actividades y problemas y, al final, con el planteamiento de nuevas estrategias para indagar sobre los I.O. finales.

## 6.5.2. Contexto de prácticas en establecimientos educativos

Recordamos que el estudio de los casos en este contexto se abordó teniendo en cuenta las categorías acción en el aula y autoevaluación de la práctica.

### 6.5.2.1. Acción en el aula

Esta categoría se desglosa en las subcategorías de primer nivel metodología de enseñanza y evaluación de aprendizajes:

**Metodología de enseñanza.** En la segunda fase, las planificaciones de la enseñanza desarrolladas en el aula por los maestros en formación fueron las diseñadas en el contexto de formación universitaria, en este aspecto, hallamos coherencia, en los casos analizados, entre lo que se indicaba previamente y la acción en el aula. Walter, sin embargo, tuvo que reacomodar el plan elaborado en el contexto universitario a un formato de exigencia institucional, como él mismo lo señala en la entrevista, aunque reconoce que las reflexiones del contexto de formación universitaria impactaron en la forma de enfrentar dicho formato, diligenciándolo con mayor toma de conciencia en sus decisiones. Esta subcategoría de primer nivel abarcó, a su vez, las subcategorías de segundo nivel: actividades y procedimientos, uso de referencias y uso de recursos.

- **Actividades y procedimientos.** Todos los casos basaron su metodología en la resolución de series de problemas intercaladas con otras actividades, favoreciendo de este modo los procesos de análisis y búsquedas de alternativas de solución, lo que posibilitó, además, nuevos roles para el maestro en formación y para los estudiantes. Los maestros en formación estuvieron atentos a las dudas y guiaron el análisis mediante preguntas, generando ambientes donde los estudiantes pudieran explicitar sus ideas y así intervenir en su conceptualización.

Antonio y Walter privilegiaron el trabajo con herramientas tecnológicas, lo que posibilitó un proceso de mediación que buscaba mostrar a los estudiantes

representaciones de algunos conceptos; asimismo, pretendió favorecer un rol más constructivo a sus estudiantes, mediante la interacción con applets que hacían simulaciones virtuales de fenómenos, como el efecto fotoeléctrico, orbitales atómicos y densidad de probabilidad electrónica. También, Antonio y Walter continuaron con las prácticas que observamos en la primera fase, como la realización de ejercicios de aplicación con la mecanización de procedimientos.

Por su parte, Federico incluye actividades desde su iniciativa propia, como la elaboración de carteleras y su respectiva explicación, donde complementaba algunos asuntos que consideraba faltantes, así como la observación y el análisis de vídeos, elaboración de dibujos de diferentes animales y su organización en cadenas alimentarias, identificando el flujo de energía desde las plantas a los herbívoros, carnívoros y finalmente a los descomponedores. Estas actividades se pueden considerar triviales pero favorecieron a los maestros en formación para intervenir en los posibles sentidos que podría construir el estudiante. También hallamos cambios moderados en la manera de efectuar la mediación en el aula, pasando de clases muy expositivas, con predominio de la tiza y el tablero, a procurar otras actividades, como formatos multimedia (vídeos, applets) y otras que permitieron al estudiante expresar sus ideas y tratar de esbozar argumentos.

- **Uso de referencias.** En general, todos los profesores analizados muestran interés en consultar más referencias bibliográficas a las que utilizaban en la primera fase. Antonio y Walter, además de los libros de texto, reportan otras fuentes, como manuales, libros de Física y de Química de nivel universitario y artículos de revistas. Walter, para mejorar sus propios procesos de conceptualización, incluso decide ingresar al curso “Física moderna”, que no forma parte de su pensum obligatorio del programa de la licenciatura. Federico, ante la dificultad de disponer de fuentes bibliográficas en su centro de trabajo (trabaja y vive en una zona rural), utiliza principalmente los recursos a través de internet.
- **Uso de recursos.** En general, se amplió el uso de recursos didácticos. Antonio y Walter acompañan sus exposiciones verbales con gráficos (en diapositivas en Video

Beam) o dibujos en el tablero, simulaciones virtuales, uso de la sala de sistemas y equipo de laboratorios. Federico, además, emplea materiales para realizar carteles, para pequeñas experiencias como el sembrado de semillas, fichas con dibujos y láminas.

**Evaluación de aprendizajes.** Los cuatro casos avanzan en la construcción de instrumentos para indagar los conocimientos previos de los estudiantes y la sistematización de dicha información. También, aplican la evaluación en diferentes momentos, identificando avances y dificultades en la conceptualización. Los cuatro casos progresan en considerar la evaluación ligada al proceso de enseñanza y de aprendizaje. Las modificaciones más relevantes están en el seguimiento de los avances que hacen los estudiantes en la conceptualización, mediante la identificación de los invariantes operatorios iniciales y finales. En sus reflexiones, con respecto a la primera fase, hay mayor alusión a los logros y dificultades de los estudiantes, así como a las prácticas evaluativas.

#### **6.5.2.2. Autoevaluación de la práctica.**

La construcción de nuevos invariantes operatorios en los maestros en formación durante el desarrollo de la propuesta permitió nuevas inferencias y reflexiones sobre sus propias prácticas. Hallamos reflexiones centradas en las dificultades y avances en los procesos de conceptualización de sus estudiantes. También una toma de conciencia sobre supuestos con los cuales inicialmente se operaba y nuevas formas de asumir la enseñanza. Asimismo, reflexiones sobre sus propias falencias, por ejemplo, Antonio reconoce que en su afán por mejorar la comprensión de los estudiantes presenta mucha información, lo que generó una respuesta contraria en ellos. De igual manera, hace autocrítica sobre la forma como ha planteado los talleres procedimentales y piensa en un nuevo enfoque en la resolución de problemas, que le permita desarrollar habilidades o destrezas cognitivas en los estudiantes, haciendo más consciente los conceptos y procedimientos requeridos.

En general, los maestros en formación hacen una valoración positiva del proceso de enseñanza que llevaron a cabo y sobre los aprendizajes obtenidos. También, señalan dificultades de los estudiantes para enfrentarse a problemas y la actitud de los mismos, la cual se modificó positivamente en el proceso.

### **Elementos de los esquemas inferidos que indican aproximación al campo conceptual enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos con base en la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud**

La resolución de las situaciones presentadas a los maestros en formación representó tareas cognitivas que les demandaron procesos de construcción de diseños didácticos y de implementación en la práctica. Respecto de la situación 1, la tendencia en los cuatro casos fue a considerar los mapas conceptuales de tipo jerárquico con conceptos más generales en la parte superior y con el desglose de otros conceptos menos inclusivos; aproximándose a: a) conceptos-en-acción como: mapas conceptuales, conceptos inclusivos, proposición, jerarquía y b) teoremas-en-acción como: ‘los mapas conceptuales expresan jerarquía’; ‘los mapas conceptuales pueden representar los conceptos y relaciones que se van enseñar’; ‘en un mapa conceptual los conceptos más generales se ubican en la parte superior’; ‘los conceptos se unen con palabras formando una proposición’; ‘solo son necesarias algunas conexiones básicas’.

Las mayores dificultades se observaron al establecer conexiones cruzadas entre segmentos verticales del mapa, lo que indica también dificultades en la propia conceptualización de los maestros en formación respecto de los temas de enseñanza. Una de las acciones relevantes fue la selección de conceptos y la comparación para establecer jerarquías. Todos los casos progresaron en la utilización de mayor número de palabras de enlace y proposiciones. A pesar de las dificultades reseñadas en este capítulo, la resolución de la situación 1 aportó a la construcción de nuevos invariantes operatorios para abordar los contenidos de enseñanza como un conjunto de conceptos y de posibles relaciones entre ellos, aspecto en el que se presenta una cierta ruptura en comparación con la primera fase.

Respecto de la resolución de la situación 2, los maestros en formación delimitaron campos conceptuales enseñables, reuniendo características propias de un subconjunto de problemas, de conceptos, de proposiciones y de representaciones, adaptados todos al grado de escolaridad y contextos de prácticas. Los cuatro casos se aproximaron a: a) conceptos-en-acción como: problema, concepto, procedimientos, representaciones, campo conceptual y b) teoremas-en-acción como: ‘el conocimiento está organizado en campos conceptuales’; ‘la Teoría de los Campos Conceptuales es aplicable en la enseñanza de conceptos científicos’; ‘un campo conceptual es un conjunto de problemas, cuyo dominio requiere conceptos, proposiciones, procedimientos y representaciones’.

Las mayores dificultades se presentaron en la interpretación de la situación desde el marco de la TCCV, la mayoría fue concebida como problema. Ninguno de los casos se acerca a los siguientes teoremas-en-acción previstos: ‘el desarrollo cognitivo depende de situaciones y conceptualizaciones específicas’; ‘una situación es una tarea o conjunto de tareas en el sentido psicológico’; ‘el esquema asociado a una clase de situaciones contiene invariantes operatorios (conceptualizaciones)’.

Para Antonio, las situaciones en el sentido de Vergnaud corresponden a eventos-problemas cercanos a la vida cotidiana. La relación con la vida cotidiana, aspecto que se halló en la primera fase, fue un invariante en el cual logró conectar la nueva teoría, en un proceso de filiación. Para Vergnaud una situación es cognitiva, en la cual se deben tener identificados los conceptos y relaciones que deben ser utilizados, así como la meta general. Walter, Federico y Edna las asimilan como situaciones problema. Los problemas estaban redactados en términos de preguntas y cuestiones concretas del tema de estudio que posibilitaron el diálogo, el intercambio de ideas y la construcción de nuevos conocimientos. También se presentaron dificultades en la identificación de las representaciones, aunque hay que decir que el elemento más novedoso es la planificación de la enseñanza.

Como ya mencionamos, la selección de un campo conceptual enseñable está mediada por las creencias del profesor, sus formas de comprensión conceptual de la

materia de enseñanza y sus propios intereses; en este sentido, se trata más bien de un subconjunto de situaciones, de un subconjunto de conceptos y proposiciones y de un subconjunto de representaciones, entre otros posibles. No obstante, la resolución de la situación 2 permitió complementar la primera, puesto que además de un conjunto de conceptos asociados y relaciones descritas en forma de proposiciones expresadas en un mapa conceptual, pudieron, también, pensar en los procedimientos y representaciones posibles de los conceptos.

Dado que el significado de situación de Vergnaud se confundió con un problema específico, las acciones estuvieron orientadas por este significado; en este sentido, se desarrollaron del siguiente modo: ‘elegir o construir problemas donde los conceptos y relaciones (proposiciones) posibiliten el significado que se espera incorporen a su estructura cognoscitiva y demanden procedimientos para resolver una tarea’; ‘relacionar conjunto de problemas, con el conjunto de conceptos y relaciones de contenido a enseñar que se espera se constituyan en I.O. de los estudiantes y con el conjunto de representaciones para los conceptos a enseñar y aprender’; ‘realizar las transformaciones (transposición didáctica) del campo conceptual disciplinar a un campo conceptual enseñable’. Creemos que medianamente se presentó una aproximación a la regla de acción: ‘organizar las situaciones en orden de complejidad conceptual, procedimental y representacional’.

En la resolución de la situación 3, inferimos que los cuatro casos activan: a) conceptos-en-acción como: planificación, secuencia, objetivos de aprendizaje, actividades de enseñanza y aprendizaje, estrategias de evaluación, medios y b) significados de conceptos que parecen resumirse en los siguientes teoremas-en-acción: ‘el plan de clases inicia con la identificación del campo conceptual para enseñar’; ‘el plan de enseñanza debe proponer objetivos didácticos y etapas, las cuales se organizan con series de actividades’; ‘a la par de la serie de actividades de enseñanza se propone la resolución de problemas’; ‘se realizan actividades evaluativas en el proceso’, los anteriores con mayor predominio en Antonio. Los otros tres casos, e incluso Antonio, activan teoremas-en-acción como: ‘los objetivos, las actividades de enseñanza y aprendizaje, los medios y la evaluación previstas deben guardar coherencia con la

secuencia de problemas'; 'los conocimientos previos inciden en el aprendizaje'; 'los aprendizajes se evidencian en la capacidad de explicar y de aplicar conocimiento adquirido a nuevas situaciones', 'la evaluación del aprendizaje debe ser realizada a lo largo de la secuencia didáctica (formativa) y al final (sumativa)'.

De acuerdo con los hallazgos presentados en este capítulo, se ilustran indicios sobre la relación entre la planificación y el campo conceptual enseñable que proponen los maestros en formación. Esto imprime a la planificación coherencia y mayor sentido didáctico en la búsqueda de realizar una mediación de mayor pertinencia y que posibilite la construcción de significados esperados. No hay aproximaciones a los siguientes teoremas-en-acción previstos: 'el eje central de la planificación es la secuencia de situaciones (orden creciente de complejidad)'; 'el aprendizaje se logra mediante el dominio de situaciones'.

Los maestros en formación realizaron acciones como: 'identificar los objetivos (intenciones didácticas) del proceso de enseñanza y aprendizaje esperado'; 'plantear problemas, cuestionarios, discusiones para identificar el estado inicial de conocimientos (declarativo y procedimental)'; 'proponer actividades de enseñanza y aprendizaje y estrategias de evaluación del aprendizaje a lo largo del desarrollo de las secuencias didácticas y al final que evidencien el aprendizaje'.

Sobre la situación 4, que indicaba la investigación de problemas relacionados con el desarrollo conceptual en el aprendizaje de conceptos científicos, los cuatro casos activaron: a) conceptos-en-acción como investigación, invariantes operatorios, campo conceptual, registros de datos, metodologías de investigación y métodos de análisis, conceptualización y b) significados que se aproximan a posibles teoremas-en-acción como: 'la investigación sobre los invariantes operatorios activados por los estudiantes en la resolución de problemas contribuye a orientar la intervención en la adquisición de un campo conceptual'; 'investigar sobre el dominio de un campo conceptual implica nuevas prácticas pedagógicas'; 'los registros de datos pueden ser cuestionarios, entrevistas y producciones de los estudiantes'; 'las metodologías de investigación pueden ser cualitativas o cuantitativas'; 'se puede utilizar diversos métodos de análisis

pertinentes a los objetivos de la investigación'. En la resolución de esta tarea, hubo relevantes acercamientos a los teoremas-en-acción previstos.

También se acercaron a representaciones, mediante tablas, gráficos y expresiones en el lenguaje natural y acciones como 'construir instrumentos para la indagación de invariantes operatorios iniciales', 'analizar información para identificar los invariantes operatorios que disponen los estudiantes', 'diseñar instrumentos de recogida de información, interpretar la información recogida, elaborar informes de investigación, y socializar avances y resultados'.

Con respecto a la situación 5, es necesario reconocer el esfuerzo e interés de los maestros en formación participantes en tratar de involucrar más a sus estudiantes en el proceso de aprendizaje mediante preguntas y la socialización de las soluciones a los casos/problema. Sus explicaciones se orientaron más a llevar a sus estudiantes a pensar y tratar de clarificar algunos conceptos, mejorando la mediación didáctica en el aula. También fue relevante el uso de distintos medios motivado por la necesidad de presentar diversas representaciones y buscar estrategias que les agradaran más a sus estudiantes. Los cuatro casos activaron conceptos-en-acción como: mediación, rol de maestro, rol de estudiante, aprendizaje, lenguaje, representaciones, metodología, actividad, recursos, evaluación.

También, los cuatro casos se acercan a teoremas-en-acción como: 'la gestión de la mediación permite la puesta en escena del plan previsto' (medianamente se acerca Walter); 'el rol del maestro es intervenir en el sentido que el estudiante asigne a los problemas'; 'la tarea de un maestro es ayudar a los estudiantes en la construcción de nuevos invariantes operatorios'; 'el rol del estudiante se fundamenta en una participación constructiva que le posibilite la progresión de aprendizajes'; 'la metodología didáctica implementada con sus actividades, estrategias y uso de recursos resulta pertinente si existe coherencia con el dominio del campo conceptual'; 'una evaluación como seguimiento a las respuestas de los estudiantes'; 'la indagación de invariantes operatorios –conocimiento implícito– revela indicios del proceso de conceptualización científica de los estudiantes. Federico y Edna creemos que

medianamente presentan una aproximación al significado de: ‘una mediación que dé relevancia al lenguaje, a las representaciones simbólicas y a teoremas-en-acción: ‘al dominio de un campo conceptual contribuye la mediación del maestro y la de otros estudiantes, en tal sentido se debe favorecer la interacción social’. Se acercan un poco más Antonio y Walter a estos I.O.

Respecto de la situación 6 sobre la evaluación de los propios procesos de enseñanza, los cuatro casos analizados se aproximan a: a) conceptos-en-acción como: autoevaluación, práctica, reflexión crítica, enseñanza de conceptos científicos, maestro, resignificación y b) teoremas-en-acción como: ‘el reconocimiento que hace el maestro de sus propios esquemas orienta su aprendizaje para enseñar conceptos científicos’, en especial en Antonio. Igualmente, en los cuatro maestros aparecen los teoremas-en-acción: ‘la autoevaluación de las prácticas posibilita identificar aciertos o desaciertos sobre las estrategias que plantea y desarrolla para resolver situaciones/tareas relativas a la enseñanza de conceptos científicos’; la reflexión crítica brinda mayores posibilidades de cambios y resignificación de las prácticas de enseñanza’; y, ‘es necesario que el maestro revise su propia conceptualización sobre los contenidos a enseñar y el proceso de enseñarlos’, con mayor tendencia en Antonio.

Las **representaciones** más utilizadas fueron los textos escritos y **acciones** como: ‘escribir los diarios’ y ‘reflexionar sobre sus propios procesos de práctica’. Con este grupo de maestros en formación no hubo una aproximación de relevancia al I.O. ‘explicitar y analizar sus propios esquemas’. En la Tabla 72 presentamos un resumen de elementos de esquemas de acción que inferimos en cada uno de los contextos considerados en este estudio.

**Tabla 72.** Elementos de ESQUEMAS FINALES que activan los cuatro maestros en formación, en los contextos considerados en este estudio.

ELEMENTOS DE ESQUEMAS	ANTONIO	WALTER	FEDERICO	EDNA
<p>ANTICIPACIONES (metas, objetivos, efectos)</p> <p>CONTEXTO FORMACIÓN UNIVERSITARIA</p>	<p>Seleccionar eventos-problemas, conceptos, relaciones de conceptos (proposiciones), procedimientos para configurar el campo conceptual (subcampo) para enseñar.</p> <p>Desarrollar un proceso de enseñanza y aprendizaje basado en etapas de secuencia actividades y eventos-problema.</p>	<p>Construir casos problemas relacionados con conceptos a enseñar.</p> <p>Organizar el campo conceptual para enseñar.</p>	<p>Redactar problemas, conceptos, relaciones de conceptos (proposiciones), procedimientos para configurar el campo conceptual para enseñar.</p> <p>El plan de enseñanza de conceptos científicos debe orientar el desarrollo de un proceso basado en la resolución de problemas.</p>	<p>Plantear la resolución de cuestionarios de problemas.</p> <p>Plantear variadas actividades.</p>
<p>ANTICIPACIONES DE</p> <p>CONTEXTO DE PRÁCTICAS</p>	<p>Organizar la enseñanza con base en un dominio conceptual y la evolución del mismo por parte de los estudiantes, prever qué conceptos deben “manejar”.</p> <p>Adelantarse a los posibles teoremas o hipótesis de los estudiantes.</p> <p>Identificar el sentido de un problema, qué se quiere con él, qué conceptos se quiere que dominen, qué posibles hipótesis o teoremas ellos pueden plantear para resolver el problema.</p>	<p>Plantear la resolución de casos-problema y su socialización.</p> <p>Seleccionar aplicaciones tecnológicas y actividades experimentales para proponer a los estudiantes.</p>	<p>Posibilitar la construcción del concepto científico mediante el acercamiento a diversas formas de representaciones físico-naturales, imágenes en vídeo, dibujos, textos escritos.</p> <p>Consultar en otras fuentes como internet, vídeos, libros para complementar lo tratado en el módulo de Escuela Nueva.</p>	<p>Plantear clases agradables que motiven a los estudiantes mediante diversas actividades, entre ellas los análisis de problemas y actividades fuera del aula.</p>

<b>ELEMENTOS DE ESQUEMAS</b>	<b>ANTONIO</b>	<b>WALTER</b>	<b>FEDERICO</b>	<b>EDNA</b>
<b>CONCEPTOS EN ACCIÓN</b>  <b>CONTEXTO FORMACIÓN UNIVERSITARIA</b>	Enseñanza de conceptos científicos relacionada con:  Mapa conceptual, jerarquía, conceptos inclusivos, conexiones básicas, campo conceptual, eventos-problemas, conceptos, proposiciones, procedimientos, representaciones, planificación de la intervención, objetivos didácticos, secuencia de actividades, actividades evaluativas.	Enseñanza de conceptos científicos relacionada con conceptos como:  Mapa conceptual, jerarquía conceptos inclusivos, proposiciones, campo conceptual, situaciones problema, conceptos, proposiciones, representaciones, procedimientos, planificación de enseñanza, indicadores de logro, actividades, evaluación y medios.	Enseñanza de conceptos científicos relacionada con:  Mapa conceptual, jerarquía, conceptos inclusivos, conexiones básicas, campo conceptual, casos-problemas, conceptos, proposiciones, procedimientos, representaciones, plan de enseñanza, secuencia de actividades, medios, actividades evaluativas.	Enseñanza de conceptos científicos relacionada con:  Mapa conceptual, jerarquía, conceptos, relaciones, palabras de enlace, conceptos inclusivos, campo conceptual, conceptos, proposiciones, representaciones, planificación de la enseñanza, logros, actividades de enseñanza y evaluación.
<b>CONCEPTOS-EN-ACCIÓN</b>  <b>CONTEXTO DE PRÁCTICAS</b>	Enseñanza de conceptos científicos relacionada con conceptos como: Plan, simulaciones virtuales, problemas, actividades, recursos, repaso, explicación, talleres, evaluación, estudiantes, investigación, invariantes operatorios, campo conceptual, registros de datos, metodologías de investigación y métodos de análisis, conceptualización, mediación, aprendizaje, lenguaje, representaciones, metodología, actividad, recursos, autoevaluación, práctica y reflexión crítica.	Enseñanza de conceptos científicos asociada a: conceptos a enseñar, diálogo, preguntas, herramientas tecnológicas de la información, situaciones problema, directrices institucionales, evaluación, rol del maestro, aprendizaje, estrategia, actividad, recursos, campo conceptual, invariantes operatorios, conceptualización, autoevaluación, práctica, reflexión crítica.	Enseñanza relacionada con conceptos, como: Investigación, invariantes operatorios, campo conceptual, registros de datos, indagación, metodologías de investigación, métodos de análisis, explicación, participación, socialización, discusión, series de problemas, evaluación, nuevos conceptos, mediación, rol del maestro, rol del estudiante, aprendizaje representaciones, estrategia, actividad, recursos, evaluación, conceptualización, autoevaluación, la reflexión crítica	Enseñanza relacionada con conceptos, como: Investigación, invariantes operatorios, campo conceptual, registros de datos, indagación, metodologías de análisis, mediación, rol del estudiante, rol del maestro, aprendizaje, lenguaje, representaciones, actividad, recursos, evaluación, autoevaluación de la práctica.

<b>ELEMENTOS DE ESQUEMAS</b>	<b>ANTONIO</b>	<b>WALTER</b>	<b>FEDERICO</b>	<b>EDNA</b>
<p><b>TEOREMAS-EN-ACCIÓN</b></p> <p><b>CONTEXTO DE FORMACIÓN UNIVERSITARIA</b></p>	<p>Los mapas conceptuales pueden representar conceptos que se van a enseñar. El mapa conceptual expresa jerarquía, los conceptos más generales o inclusivos se ubican en la parte superior. Solo son necesarias algunas conexiones básicas. La Teoría de los Campos Conceptuales es aplicable en la enseñanza. Un campo conceptual es un conjunto de problemas, cuyo dominio requiere conceptos, proposiciones, procedimientos y representaciones. Las situaciones en el sentido de Vergnaud corresponden a eventos-problema, cercanos a la vida cotidiana. La enseñanza de conceptos científicos como proceso de serie de problemas a la par de serie de actividades didácticas. El plan de enseñanza debe proponer objetivos didácticos y secuencias de actividades organizadas por etapas. A la par de la secuencia de actividades didácticas se propone la resolución de eventos-problemas. Es necesario el seguimiento al aprendizaje de conceptos desde el inicio hasta el final. Partícula tiene posición y momentum definidos (visión clásica)</p>	<p>Los mapas conceptuales expresan jerarquía, de los conceptos más inclusivos se desglosan otros más específicos. Los conceptos se unen con palabras formando proposiciones. La Teoría de los Campos Conceptuales es una teoría que explica el proceso de conceptualización aplicable en la enseñanza de conceptos científicos. Un campo conceptual es un conjunto de situaciones problema, conceptos, proposiciones, procedimientos. Una situación es un caso problema relacionado con el tema. El eje central de la planificación de enseñanza son problemas para proponer a los estudiantes. Los indicadores de logros, las actividades, la evaluación y los medios forman parte de un proceso de enseñanza. Las representaciones relacionadas con los conceptos hacen referencia al lenguaje científico.</p>	<p>Los mapas conceptuales pueden representar conceptos que se van a enseñar. En un mapa se muestran cuáles son los conceptos más generales o inclusivos y cuáles los secundarios o específicos. La Teoría de los Campos Conceptuales es aplicable en la enseñanza de cambios físicos y de la nutrición. Un campo conceptual es un conjunto de problemas, conceptos, proposiciones, procedimientos y representaciones. Las situaciones en el sentido de Vergnaud corresponden a problemas. El plan de clases se inicia con la identificación del campo conceptual para enseñar. Se realizan actividades evaluativas en el proceso.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los mapas conceptuales expresan relaciones entre conceptos de un dominio conceptual.</li> <li>- En un mapa conceptual se muestran cuáles son los conceptos más inclusivos en la parte superior.</li> <li>- La Teoría de los Campos Conceptuales es una teoría psicológica aplicable en la enseñanza.</li> <li>- Un campo conceptual es un conjunto de problemas, conceptos, procedimientos y representaciones.</li> <li>- Un concepto se forma mediante una variedad organizada de problemas y actividades.</li> <li>- Los logros previstos, actividades de enseñanza y aprendizaje, medios y la evaluación deben guardar coherencia con la secuencia de problemas;</li> <li>- La evaluación del aprendizaje debe ser realizada a lo largo de la secuencia didáctica (formativa) y al final (sumativa).</li> </ul>
<p><b>TEOREMAS-EN-ACCIÓN</b></p> <p><b>CONTEXTO DE PRÁCTICAS</b></p>	<p>Las simulaciones virtuales les permiten a los estudiantes interactuar con los conocimientos trabajados. Los problemas y procedimientos no están desligados de los conceptos. La explicación, las actividades y recursos apoyan la conceptualización y la interiorización de representaciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Las herramientas tecnológicas apoyan las representaciones de los conceptos y motivan a los estudiantes.</li> <li>-Las actividades muy teóricas no les gustan a los estudiantes.</li> <li>-Las directrices institucionales son de obligatoriedad.</li> <li>-El rol del maestro es proponer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Investigar sobre el dominio de un campo conceptual implica nuevas prácticas pedagógicas,</li> <li>- Los registros de datos pueden ser cuestionarios y producciones de los estudiantes;</li> <li>- El proceso de intervención debe incluir experimentos, consultas y</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La indagación de los significados que los estudiantes le asignan a los conceptos y el tipo de representaciones que utilizan contribuye a una mediación de mayor pertinencia.</li> <li>- La gestión de la mediación permite el desarrollo del plan</li> </ul>

	<p>El repaso o la retroalimentación y los talleres permiten reforzar los conocimientos.</p> <p>La evaluación se lleva a cabo durante el proceso.</p> <p>El papel de los estudiantes es que traten de movilizar lo que se les enseña.</p> <p>Los registros de datos pueden ser cuestionarios, entrevistas y producciones de los estudiantes.</p> <p>La mediación debe dar relevancia al lenguaje, a las representaciones simbólicas, a la interacción social.</p> <p>La tarea de un maestro es ayudar a los estudiantes en la construcción de nuevos invariantes.</p> <p>La metodología didáctica implementada con sus actividades, estrategias, uso de recursos resulta pertinente si existe coherencia con el dominio del campo conceptual.</p> <p>Una evaluación como indagación de I.O. – conocimiento implícito– revela indicios del proceso de conceptualización científica de los estudiantes.</p> <p>La autoevaluación de las prácticas posibilita identificar aciertos y desaciertos sobre el proceso de enseñanza.</p> <p>La reflexión crítica brinda mayores posibilidades de cambio</p>	<p>situaciones problema e intervenir mediante preguntas.</p> <p>-La tarea de un maestro es ayudar a los estudiantes en la construcción de invariantes operatorios.</p> <p>-Una evaluación como indagación de invariantes operatorios (conocimiento implícito y explícito) revela indicios del proceso de conceptualización científica de los estudiantes.</p> <p>-La autoevaluación de las prácticas posibilita identificar aciertos o desaciertos sobre las estrategias.</p> <p>-La reflexión crítica brinda mayores posibilidades de cambios y resignificación de las prácticas de enseñanza.</p>	<p>socializaciones, discusiones y resolver situaciones problema, explicación, participación.</p> <p>- La gestión de la mediación permite la puesta en escena del plan previsto.</p> <p>- En el dominio de un campo conceptual contribuye la mediación del maestro y la de otros estudiantes.</p> <p>- El rol del maestro es buscar favorecer la conceptualización, debe intervenir en el sentido que el estudiante asigne a los problemas.</p> <p>- La tarea de un maestro es ayudar a los estudiantes en la construcción de invariantes operatorios contenidos en los esquemas y representaciones.</p> <p>- La evaluación se desarrolla durante todo el proceso, aprovechando diversas posibilidades de conocer lo que los estudiantes piensan.</p> <p>- La autoevaluación de las prácticas posibilita identificar aciertos o desaciertos sobre las estrategias que se plantean y desarrollan.</p> <p>- La reflexión crítica brinda mayores posibilidades de cambios y resignificación de las prácticas de enseñanza.</p>	<p>previsto.</p> <p>- En el dominio de un campo conceptual contribuye la mediación del maestro y la de otros estudiantes.</p> <p>- En la clase se debe favorecer la interacción social.</p> <p>- Las actividades lúdicas llaman la atención de los estudiantes.</p> <p>- La mediación debe dar relevancia al lenguaje y las representaciones simbólicas.</p> <p>- El rol del maestro es proponer variadas actividades y series de problemas.</p> <p>- El uso de recursos debe ser coherente con los conceptos y relaciones que se pretende aprendan los estudiantes;</p> <p>- La evaluación debe ser un proceso continuo.</p>
--	--	---	--	---

<b>ELEMENTOS DE ESQUEMAS</b>	<b>ANTONIO</b>	<b>WALTER</b>	<b>FEDERICO</b>	<b>EDNA</b>
<b>REGLAS DE ACCIÓN</b>  <b>CONTEXTO DE FORMACIÓN UNIVERSITARIA</b>	Enseñar conceptos científicos implica:  Seleccionar conceptos, principios y teorías propios de un campo conceptual de referencia. Elegir y diseñar eventos-problemas donde los conceptos y relaciones (proposiciones) sean operativos. Plantear serie de actividades organizadas por etapas. Organizar en orden de complejidad eventos- problemas.	La enseñanza de conceptos científicos implica: Organizar el contenido de enseñanza en un mapa conceptual Expresar la relación de significados. Diseñar problemas relacionados con los conceptos a enseñar, proposiciones y representaciones. Proponer actividades de enseñanza y evaluación y medios relacionados con las situaciones problema.	Enseñar conceptos científicos implica:  Seleccionar conceptos, definiciones, representaciones propios de un campo conceptual de referencia. Elegir y diseñar situaciones problemas donde los conceptos y relaciones (proposiciones) sean operativos. Plantear una serie de problemas iniciales y series de problemas finales y actividades relacionadas.	Enseñar conceptos científicos implica:  Seleccionar conceptos, relaciones, representaciones propios de un campo conceptual de referencia. Diseñar situaciones problemas donde los conceptos y relaciones (proposiciones) se apliquen. - Plantear una serie de problemas iniciales y series de problemas
<b>REGLAS DE ACCIÓN</b>  <b>CONTEXTO DE PRÁCTICAS</b>	La enseñanza de conceptos científicos implica: Buscar un referente teórico, en un libro que no sea el texto propiamente dicho, sino una literatura universitaria más profunda. Explicar los conceptos a los estudiantes. Presentar los conceptos en el contexto de un problema Realizar la actividad de repaso y de retroalimentación de la información. Planear ciertas situaciones-problema que se pretende que los estudiantes dominen o resuelvan. Analizar evolución conceptual de los estudiantes mediante sus invariantes operatorios y otras actividades. Evaluar desde el principio hasta el final del proceso de enseñanza. Relacionar los conceptos a enseñar con la vida cotidiana	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Propiciar espacios de discusión en grupos y en plenaria.</li> <li>- Acompañar a las estudiantes en el proceso de resolución de cuestionarios, problemas y otras actividades.</li> <li>- Poner en juego acciones mediadoras, por ejemplo, explicaciones, discusiones, resolución de problemas, desarrollo de cuestionarios, utilización de herramientas tecnológicas, ejercicios de aplicación.</li> <li>- Analizar información para identificar invariantes operatorios de sus estudiantes.</li> <li>- Escribir en los diarios descripciones y reflexiones sobre sus procesos de prácticas de enseñanza de conceptos científicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseñar situaciones iniciales para enseñar la cadena alimenticia en un ecosistema y desarrollarlas con el grupo de estudiantes.</li> <li>- Realizar experiencia práctica (sembrar una semilla).</li> <li>- Orientar a la búsqueda de información respecto al tema</li> <li>- Favorecer la explicitación de ideas mediante dibujos, esquemas, explicaciones, discusiones y respuestas escritas a situaciones problema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construir instrumentos para la indagación de invariantes operatorios.</li> <li>- Analizar información para identificar los invariantes operatorios.</li> <li>- Diseñar instrumentos de recogida de información.</li> <li>- Elaborar informes de investigación.</li> <li>- Proponer series de problemas.</li> <li>- Buscar movilizar invariantes operatorios.</li> <li>- Plantear acciones mediadoras: resolución de problemas, producciones escritas, socializaciones y clarificación de inquietudes.</li> </ul>

ELEMENTOS DE ESQUEMAS	ANTONIO	WALTER	FEDERICO	EDNA
<b>INFERENCIAS</b>  <b>CONTEXTO DE FORMACIÓN UNIVERSITARIA</b>	<p>Las situaciones a las que hace referencia la Teoría de los Campos Conceptuales son eventos-problemas relacionados con la vida cotidiana. El proceso de mediación para la enseñanza y evaluación debe incluir etapas de una propuesta constructivista.</p>	<p>Las situaciones en el sentido propuesto por la Teoría de los Campos Conceptuales son casos problemas relacionados con la vida cotidiana. Los estudiantes deben tratar de explicar los problemas.</p>	<p>Las situaciones a las que hace referencia la Teoría de los Campos Conceptuales son problemas relacionados con la vida cotidiana. Las actividades y medios didácticos son acordes a los problemas planteados.</p>	<p>A las estudiantes les gustan las actividades variadas y relacionadas con manualidades (dibujar, pintar, recortar y armar collage).</p>
<b>INFERENCIAS</b>  <b>CONTEXTO CENTRO EDUCATIVO DE PRÁCTICAS</b>	<p>La participación activa y la motivación indican que la clase estuvo bien. La parte visual mejora el aprendizaje de los estudiantes, el vídeo y las simulaciones les muestra representaciones. Con una planeación prevista, se puede mirar qué tanto fue el acercamiento y lo significativo fue ese acercamiento. Es otra forma de evaluar y de evaluar el desempeño docente. Nunca me había detenido a pensar que ellos aprenden según como yo les enseñe, entonces la teoría de Vergnaud me puso a pensar: es que vos planeas previendo el posible aprendizaje de ellos. Entonces para yo prever ese aprendizaje tengo que diseñar las situaciones, todos las estrategias o método de enseñanza, me centro en la forma como yo enseño para potenciar el aprendizaje significativo en ellos. -No sé si será pecado o error comenzar siempre con la explicación de parte de uno o de pronto podría variar esta estructura que uno ya tiene como implícita en sí mismo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El proceso va bien, si las estudiantes tienen buena actitud.</li> <li>- Los docentes tienen que prepararse para crear una tarea específica para que los estudiantes puedan tener desequilibrio y quieran hacer las cosas.</li> <li>- No repetir tanto para evitar que las estudiantes que ya comprenden el tema generen indisciplina.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Con el desarrollo de las situaciones finales se puede recoger mucha más información sobre el avance que los estudiantes tienen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las actividades lúdicas, como las que se realizan fuera del aula, les gusta a los estudiantes.</li> <li>- Los estudiantes estuvieron muy tranquilos, a ellos les favorece mucho el cambio, que la actividad no se realice en el aula sino afuera, en otra parte.</li> <li>- Me he dado cuenta que cometía el error de dictarles mucha teoría, sin pensar en que es mucho más importante que el estudiante desarrolle otras actividades que le ayuden a pensar y que la metodología sea muy variada, no estar solamente en lo que es lo magistral, lo teórico y la consulta, sino muchas otras actividades que permitan al estudiante pensar y construir el conocimiento.</li> </ul>



## 7. CONSIDERACIONES FINALES

En el trabajo investigativo que hemos venido presentando indagamos las posibilidades que tiene un grupo de maestros en formación para apropiarse de unos referenciales teóricos y las implicaciones de tales aprendizajes en las prácticas de enseñanza, en el contexto de una formación que no sólo involucra definiciones o explicaciones teóricas, sino modos de comprensión relacionados con las posibilidades de actuar en consonancia con esas fundamentaciones.

Como explicamos en el capítulo uno, utilizamos en esta investigación la Teoría de los Campos Conceptuales con una doble finalidad: primero, como referente teórico que los maestros en formación utilizaron para organizar la enseñanza de conceptos científicos y para guiar una investigación de los aprendizajes logrados por sus respectivos estudiantes; y segundo, como referente usado en esta tesis para analizar las implicaciones de la conceptualización que tienen estos maestros sobre la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos en sus prácticas de enseñanza.

En este capítulo, haremos una síntesis de los hallazgos más relevantes y de los aportes de este trabajo a la formación de maestros y a la educación en Ciencias; asimismo, presentamos un conjunto de consideraciones finales.

Respecto de la pregunta central ¿Qué implicaciones tiene una propuesta de formación que asume postulados básicos de la Teoría de los Campos Conceptuales de Gérard Vergnaud en esquemas de acción de un grupo de maestros de ciencias? y con las preguntas auxiliares que iremos enunciando recordamos asuntos fundamentales y señalamos las conclusiones más importantes que dan respuestas a las mismas, fruto del trabajo de investigación con los cuatro maestros en formación, aludiendo a evidencias encontradas.

## 7.1. ELEMENTOS DE ESQUEMAS INICIALES

En relación con la primera pregunta auxiliar: ¿Cuáles elementos forman parte de esquemas que activan los maestros en formación de Ciencias ante situaciones de enseñanza de conceptos científicos cuando ingresan en las asignaturas de la práctica pedagógica?, a la cual se dio respuesta en el capítulo 5, destacamos los hallazgos obtenidos, teniendo en cuenta los componentes de un esquema según la teoría de referencia y los contextos en los cuales fueron analizados:

### 7.1.1 Anticipaciones

#### 7.1.1.1. Contexto de la formación universitaria.

Hallamos diversos elementos o aspectos que forman parte de las anticipaciones que realizan los maestros en formación, entre ellos: **eventos o problemas, finalidad de su actividad, metas y objetivos**. Eventos o problemas que se pueden presentar en la enseñanza de conceptos científicos, los cuales se relacionan con los estudiantes desde diversas consideraciones; para Antonio y Edna están vinculados con procesos cognitivos como dificultades en la comprensión y la captación de conceptos, respectivamente; para Walter y Federico, con la carencia de prerrequisitos de conocimientos y la disponibilidad de medios. Al respecto, parece que dichos maestros reconocen la finalidad de sus acciones y enuncian estrategias y actividades variadas; para Antonio, lo importante es que los estudiantes encuentren los aprendizajes útiles y contextualizados; para Walter y Edna, el fin es ayudar a motivar al estudiante hacia el aprendizaje con el uso de medios; Federico, por su parte, está interesado en avanzar en las temáticas. Llama la atención que tres de los casos (Federico, Walter y Edna) aluden a posibles metas y objetivos desde la perspectiva de la enseñanza; solo Antonio refiere resultados esperados en la perspectiva de los estudiantes.

### **7.1.1.2. Contexto de práctica en establecimientos educativos**

Las metas y objetivos que anticipan los maestros en formación se dirigen a la enseñanza y no a posibles aprendizajes de los estudiantes. Para Antonio y Walter se orientan al abordaje de explicaciones de conocimientos y procedimientos, definición de conceptos y desarrollo de ejemplos. Para Federico, las metas y los objetivos se orientan hacia el desarrollo de la cartilla de Ciencias de Escuela Nueva. Para Edna, la meta parece enfocarse en el ambiente de aprendizaje en el aula y fuera de ella y en las actividades para llamar la atención e interés de sus estudiantes. En general, los maestros en formación no logran explicitar de una forma clara y ordenada los resultados esperados en términos de aprendizajes de los estudiantes.

### **7.1.2. Invariantes operatorios**

#### **7.1.2.1. Contexto de formación universitaria**

Los invariantes operatorios corresponden a los conocimientos contenidos en los esquemas o base conceptual implícita o explícita que permite al sujeto hacer anticipaciones y plantear las acciones que considere adecuadas para resolver la tarea. Para los casos estudiados, los invariantes operatorios que inferimos se relacionan con fundamentos teóricos de los ámbitos disciplinar científico, de la epistemología de las ciencias, de la didáctica y de la psicología del aprendizaje. Igualmente, se relacionan con la selección de contenidos y su presentación como listados de temas, conceptos y teorías sin establecer relaciones entre ellos o abordar los asuntos que explican. Los fundamentos epistemológicos de los maestros participantes, esencialmente, están referidos a la naturaleza de las ciencias; Antonio asume una postura constructivista frente a la ciencia, el trabajo de los científicos y los conceptos objeto de enseñanza. Walter y Federico hacen una valoración positiva de la importancia de incluir la historia de las ciencias en la enseñanza.

Respecto de los I.O. relacionados con la psicología del aprendizaje, los maestros en formación se ubican en posturas que plantean la construcción de conocimientos, haciendo alusión al Aprendizaje Significativo -aunque no explicitan el autor-, el cual conciben más como un aprendizaje relacionado con la vida cotidiana y que los estudiantes lo encuentren útil y aplicable. En hallazgos de referencias, encontramos que existen cantidades de ideas y de conceptos que llegan a formar parte del discurso cotidiano, pero que se usan sin una comprensión de lo que subyace en los mismos. Es decir, se articulan, pero en el fondo están vacíos de significado; por ejemplo, conceptos como *aprendizaje significativo o representaciones*, se asumen como nociones comprensibles para todos, pero sin esclarecimiento semántico alguno; en otras palabras, no se hacen consideraciones adecuadas y se dan por “existentes” comprensiones y significados ausentes.

#### **7.1.2.2. Contexto de práctica en establecimientos educativos**

Los maestros en formación parecen identificarse con planteamientos de una enseñanza tradicional y con directrices de normativas institucionales de los lugares donde trabajan y realizan sus prácticas. Para Antonio y Walter “el plan de enseñanza se realiza según el formato institucional”, para Federico la organización de la enseñanza está en las guías preestablecidas de trabajo de aula y Edna realiza una planificación desde su propia iniciativa. Predominan, en la información recogida, los supuestos sobre una enseñanza de conceptos científicos basados en la secuencia: explicación del maestro, definición de conceptos, ejercitación de procedimientos y realización de prácticas como demostración de los conceptos. Los libros de texto escolar y cartillas del Ministerio de Educación son considerados fuentes fundamentales de consulta tanto de maestros como de estudiantes.

### 7.1.3. Reglas de acción

#### 7.1.3.1. Contexto de formación universitaria

Las reglas de acción se constituyen en la parte generadora del esquema, son reglas de búsqueda de la información y de control de la acción. En esta parte es donde hallamos mayores diferencias entre los casos. Para Antonio, la enseñanza de conceptos implica: establecer vínculos entre los nuevos conocimientos y los ya existentes en la estructura cognitiva de los estudiantes y que, al mismo tiempo, se relacionen con su cotidianidad, que sean útiles y aplicables. Hallamos coherencia con una de sus anticipaciones “tener claro qué situaciones de la vida cotidiana del estudiante se relacionan o aluden al concepto”. Por su parte, Walter considera necesario analizar falencias y ventajas del grupo y reforzar la motivación con medios que le llamen la atención a los estudiantes; recordamos que este maestro en formación, en una de sus anticipaciones e invariantes operatorios, había enunciado la importancia de los conocimientos prerequisites en los aprendizajes. Para Federico, una regla de acción es “identificar y tener en cuenta los conocimientos previos de los estudiantes” y “avanzar en la temática desde la teoría y la práctica, también en coherencia con su idea sobre conocimientos prerequisites”. Para Edna, “realizar primero un diagnóstico de lo que saben los estudiantes para saber qué proceso metodológico se debe iniciar y la realización de variadas actividades”, lo que se relaciona con su Invariante Operatorio: “un maestro, para enseñar un concepto científico, debe saber cómo transmitirlo y hacer que sus estudiantes se interesen por el tema”.

Las acciones que proponen los maestros participantes en el contexto de la formación universitaria parecen relacionarse, en general, con algunos presupuestos de teorías de aprendizaje que valoran la exploración de conocimientos previos, los diagnósticos y la importancia de medios y recursos en la motivación de los estudiantes; pero no se evidencian secuencias que se correspondan con una teoría de referencia definida. Todas las acciones se corresponden con metodologías de enseñanza y de evaluación; sin embargo, develan grandes dificultades en la comprensión de los fundamentos teóricos en los que se sustentan y en la manera como fueron aprendidas.

### 7.1.3.2. Contexto de práctica en establecimientos educativos

Las reglas de acción que predominan en la práctica de aula para los casos de Antonio y Walter son muy similares. Ambos consultan saberes previos: Antonio lo hace a partir de un cuestionario que denomina pre-conceptual y Walter a partir de preguntas generales ¿qué saben de...? Los dos ponen en marcha acciones como: explicar conceptos y procedimientos, desarrollar ejercicios a manera de ejemplo, resolver dudas o dificultades de los estudiantes, proponer series de ejercicios a los estudiantes, evaluar mediante exámenes escritos y orales, exposiciones y *quizz*. Por otro lado, Federico acompaña el desarrollo de las actividades planteadas en las guías y explica cuestiones que los estudiantes no entienden de dichas guías. Por su parte, Edna recurre a multiplicidad de actividades de tipo práctico con las niñas en el aula y fuera de ella, en otros espacios de la institución, actividades como coloreado de dibujos, resolución de cuestionarios con base en el libro de texto, búsqueda de significados en un diccionario que luego transcriben en un cuaderno que llaman “palabrario”, resúmenes de temas y lecturas.

En general, hallamos que en la práctica de aula las reglas de acción son secuencias reiterativas que practica cada maestro, pero que evidencian diferencias entre los casos, sobre todo entre los maestros de ciencias de secundaria y los de educación primaria. Las reglas de acción del maestro del sector rural que sigue un modelo con características definidas y de normativa son muy diferentes de todos los demás. De estos resultados, podemos inferir que tres de los casos (Antonio, Walter y Edna) se inscriben en tendencias tradicionales de la enseñanza de conceptos científicos; no obstante, las modalidades de puesta en marcha de la actividad tienen algunas diferencias entre ellas.

De lo anterior, podemos decir que el constructo de esquema sustentado por Vergnaud tiene potencial para explicar el pensamiento y acción del maestro, por su carácter *situacional*. En general, hallamos pocas coincidencias entre los elementos del esquema en cada uno de los contextos de análisis de la información, siendo Antonio el

que presenta mayores contradicciones entre los elementos de esquemas que declara y los de su actuación en el aula.

#### **7.1.4. Inferencias**

Se relacionan con razonamientos en función de la especificidad de las situaciones que permiten plantear anticipaciones y reglas de acción con base en los invariantes operatorios de los que disponen los maestros en formación.

##### **7.1.4.1. Contexto de formación universitaria**

Las inferencias se relacionan con la enseñanza de conceptos científicos. Antonio, en particular, considera fundamental que los alumnos perciban la relación de los nuevos conocimientos con la cotidianidad, dada su interpretación del aprendizaje significativo. Para Walter, su inferencia fundamental se relaciona con los conocimientos prerrequisitos. Para Federico, su preocupación son los materiales para realizar las prácticas que indican las guías, y para Edna, su idea de la enseñanza como un ciclo que vuelve y reinicia. En cada caso, hallamos congruencia entre elementos de inferencias, anticipaciones, invariantes operatorios y reglas de acción del esquema que se activan en el contexto de formación universitaria.

##### **7.1.4.2. Contexto de práctica en establecimientos educativos**

En este contexto, las inferencias que van realizando los maestros en formación son más circunstanciales, algunas sobre los aprendizajes logrados en los estudiantes a partir de una actividad particular, por ejemplo, Antonio infiere que hubo aprendizaje por los buenos resultados en la resolución de talleres, Walter, en este sentido, valora positivamente la actividad de hacer tablas comparativas, en cambio, Federico hace reconocimiento a lo experimental y vivencial, Edna, por su parte, a las actividades fuera del aula. También, los maestros en formación constantemente están haciendo inferencias sobre las actitudes, conductas o comentarios de sus estudiantes para regular las reglas de acción en el aula de clase. Al respecto de las actitudes que observan y

tratan de comprender, en ocasiones responsabilizan al estudiante por su falta de atención o compromiso con las tareas escolares y no a los procesos de enseñanza. En general, sus esquemas parecen estar básicamente permeados por su experiencia profesional y la tradición.

## **7.2. MOVILIZACIÓN DE ELEMENTOS DE ESQUEMAS**

En cuanto a la segunda pregunta auxiliar ¿Cómo se modifican los esquemas de los maestros participantes, cuando enfrentan situaciones de enseñanza de conceptos científicos, durante un proceso de formación en una perspectiva de enseñanza que asume planteamientos de Vergnaud?, hallamos que los elementos de los esquemas inferidos en la primera fase se modificaron en unos casos más que en otros y, a veces, en aspectos que no se consideraban en el campo conceptual previsto, pero en todos los casos se presentaron modificaciones.

Las indagaciones permitieron hallar regularidades importantes para la enseñanza de conceptos científicos en el contexto de formación universitaria, relacionadas con los ‘referentes teóricos’ y con la ‘organización de la enseñanza’ y, en el contexto de práctica en establecimientos educativos, vinculadas con la ‘acción en el aula’ y la ‘autoevaluación de la enseñanza’.

Respecto de los referentes teóricos, en la tarea de configurar un campo conceptual, se privilegiaron abordajes más rigurosos en comparación con la selección de contenidos realizada en la primera fase. En este sentido, hallamos una tendencia a la no centralización del libro de texto (Moreira, 2005) o módulos, es decir, en replantear la idea del libro escolar como única fuente de conocimiento, presentándose una mayor apertura al uso de otras fuentes bibliográficas, como artículos científicos y didácticos en revistas, y materiales educativos diversos. Fueron relevantes las revisiones de artículos sobre la enseñanza de los conceptos que los maestros se proponían enseñar y la consulta de investigaciones relacionadas.

También, hallamos que las posibilidades de adopción de las fuentes teóricas, de algún modo, están relacionadas con las posibilidades de acceso a las mismas; pero, en general, están determinadas por las experiencias y los elementos de esquemas que en relación con la enseñanza de los conceptos científicos han ido configurando los maestros en formación. Un ejemplo, es el caso Federico, quien logra trascender las cartillas oficiales de “Escuela Nueva” como única fuente de enseñanza, y trata de acercarse a una fuente que supone más actualizada y dentro de un contexto tecnológico, como una enciclopedia de la red; pero continúa con I. O. que lo llevan, en ocasiones, a un modelo de copiar directamente la información que encuentra, sin profundizar en el significado que tiene la misma o analizarla, reformularla y comprenderla.

Respecto de la planificación de la enseñanza y la acción de aula, consideramos que los cuatro maestros en formación, durante el desarrollo del trabajo de intervención, mostraron avances en la incorporación de la TCCV en sus propuestas de enseñanza. Con mayor aproximación en Antonio y Edna, que de acuerdo con las revisiones de sus producciones y otros instrumentos de recogida de información, las hacían coherentes con diseños y prácticas de aula.

Hallamos los elementos que se encuentran en estados de tensión; el maestro en formación reconoce, a nivel de discurso oral, la importancia de fundamentos teóricos y metodológicos; sin embargo, este pensamiento entra en tensión con normativas o con lo que usualmente se hace. Este conflicto se resuelve para Federico a favor de lo que debe hacer según directivas nacionales; se da el caso en que coexisten paralelamente, como en el caso de Walter que realiza los dos procesos: uno para adaptarse a la normativa institucional y otro para implementar la propuesta sugerida; inclusive, hallamos que en Antonio y Edna prevaleció la teoría referente adoptada en los seminarios.

Tales dificultades en la apropiación de nuevas iniciativas tienen que ver con elementos de esquemas de acción que, además, están hoy reforzados por la tendencia a la estandarización en educación, la cual apura a abarcar definiciones de forma rápida, lo que no deja tiempo a la elaboración y puesta en práctica de nuevas propuestas. Hay circunstancias de orden personal, sociocultural y de las políticas educativas que parecen

resultar un obstáculo. No obstante, los procesos de formación de maestros deberían dar cabida a la posibilidad de que los maestros hagan lectura crítica de las normativas vigentes y tomen decisiones.

Consideramos que uno de los aportes de este trabajo es la oportunidad de una reflexión subjetiva, no en el sentido de que no sea objetiva, sino en lo que significa ser sujeto: “yo me reviso, yo me identifico, mis potencialidades son, mis limitaciones, y busco con el deseo de saber y con la voluntad de saber”, y que puede ayudarme a mejorar como sujeto político, como sujeto de saber. Antonio, en actitud de autoevaluación, intuye que algo no anda bien, y habla con sus estudiantes; estos lo cuestionan en términos de dosificación de la información. En este evento, se presentan dos actitudes relacionadas con el aprendizaje: la de sus estudiantes y la de él; y la autoevaluación o reflexión, en idéntico sentido, están centradas en las dificultades del estudiante y del profesor. En ambas experiencias hay rasgos de incidencia de la teoría en la práctica y se alojan brotes de posibilidad reflexiva y de autoevaluación de la práctica. Además, da cuenta de un ambiente de confianza por parte de los estudiantes al exponer su crítica.

### **7.3. ELEMENTOS DE ESQUEMAS QUE REVELAN APROXIMACIONES A LA TEORÍA DE REFERENCIA**

Respecto a la tercera pregunta auxiliar, ¿Cuáles son los aspectos en los que los esquemas inferidos revelan una aproximación a los planteamientos para la enseñanza de los conceptos científicos, orientados en la teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud?, de acuerdo con la tabla 72 que resume los elementos de los esquemas de los participantes que inferimos en la segunda fase, planteamos las siguientes consideraciones, teniendo en cuenta los componentes integrantes de un esquema: anticipaciones, invariantes operatorios, reglas de acción e inferencias.

### **7.3.1. Anticipaciones**

#### **7.3.1.1** Contexto de formación universitaria.

En este aspecto del esquema, hallamos un avance importante en la toma de conciencia sobre los resultados deseables, se anticipan competencias, problemas, conceptos, relaciones entre conceptos, procedimientos y representaciones que se espera aprendan los estudiantes. Asimismo, se plantean planificaciones coherentes con los aspectos considerados, aunque con algunas diferencias entre los maestros en formación: Antonio planea un proceso basado en etapas, en las cuales incluye series de problemas; Walter hace separación de momentos con énfasis en lo conceptual y resolución de problemas; Federico plantea la resolución de problemas como estrategia fundamental articulada a otras actividades y Edna privilegia variadas actividades, entre ellas, la resolución de casos-problema.

En todos los casos se lograron procesos de toma de decisiones fundamentadas teóricamente sobre el qué enseñar, cómo enseñar de acuerdo a las características de edad, grado escolar y contexto urbano o rural. En la resolución de las situaciones 1, 2 y 3 los maestros pudieron vislumbrar puntos de partida y de llegada con la identificación de metas a alcanzar en los estudiantes desde el referente teórico asumido, es decir, en los diversos componentes de un campo conceptual (lo conceptual, procedimental y representacional). A pesar de las dificultades señaladas en el capítulo 6, los maestros en formación parecían anticipar finalidades dirigidas a los estudiantes (aprendizaje) y a ellos mismos como docentes (enseñanza).

#### **7.3.1.2.** Contexto de prácticas en establecimientos educativos.

Las anticipaciones que plantean los maestros en formación, con algunas diferencias entre ellos, parecen estar en coherencia con el campo conceptual que previamente habían configurado. Antonio logra mayor comprensión entre posibles finalidades de la enseñanza en congruencia con objetivos de aprendizaje. Este maestro en formación relaciona, en términos de la teoría de referencia, posibles metas en los

estudiantes con las acciones de enseñanza para alcanzarlas. Los otros tres casos no logran llegar a este nivel de toma de conciencia, sus anticipaciones parecen centrarse en *prever* estrategias, actividades, uso de herramientas tecnológicas, fuentes de consulta y ambientes de clase agradables desde perspectivas generales de enseñanza.

### **7.3.2. Invariantes Operatorios**

#### **7.3.2.1. Contexto de formación universitaria**

Para dar solución a las situaciones planteadas, los maestros en formación activaron invariantes operatorios de su experiencia profesional, pero también construyeron otros- en particular, respecto de las tres situaciones iniciales, las cuales se referían a la selección de contenidos, no como un listado de temas sino como una red de conceptos y relaciones representados en mapas conceptuales- a la configuración de un campo conceptual enseñable que, además de los aspectos considerados en el mapa conceptual, se incluyen procedimientos y representaciones para resolver clases de problemas. No obstante, se presentaron diferencias entre los individuos en la manera de apropiar los referentes teóricos e implementarlos en las planificaciones de la enseñanza de conceptos científicos, siendo el concepto de situación el que presentó mayores dificultades en su comprensión.

#### **7.3.2.2. Contexto de práctica en establecimientos educativos**

En este espacio se conjugaron diferentes fundamentos teóricos de los ámbitos didácticos, psicológicos sobre el aprendizaje, disciplinares científicos y epistemológicos. Los invariantes operatorios activados por los maestros en formación, que inferimos en el contexto de práctica, se relacionan, en general, con la metodología didáctica, el rol del maestro, el rol del estudiante, el uso de medios y herramientas tecnológicas, la evaluación de aprendizajes, instrumentos y técnicas de investigación y autoevaluación de la práctica.

En la resolución de la situación 4, que trataba sobre la investigación de los aprendizajes de los estudiantes, y la situación 5, sobre la gestión de la mediación, las diferencias entre los casos revelan que algunos maestros en formación lograron mayor progreso en su conceptualización sobre la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos desde el referente de la TCCV, acercándose a consideraciones que vinculan, por un lado, planteamientos de dicha teoría psicológica sobre la cognición con las posibilidades de comprensión de conductas de los estudiantes, y por otro, las acciones del maestro respecto de la organización de la enseñanza en las circunstancias del aula de clase.

Es importante el desarrollo inicial logrado por los maestros en formación sobre comprensiones de índole epistemológica referidas a las disciplinas, específicamente, sobre relaciones conceptuales de base y clases de problemas, procedimientos y representaciones. Lo que creemos tuvo implicaciones, en todos casos, en la construcción de nuevos invariantes operatorios sobre la inclusión en la enseñanza de mediadores didácticos (tecnologías de la información y la comunicación, materiales gráficos) que favorecieran posibles representaciones asociadas a los conceptos, aspecto poco observado en la primera fase. Asimismo, dos maestros en formación (Antonio y Edna) pudieron darle un nuevo significado a la mediación como un proceso intencionado que dé relevancia al lenguaje, a las representaciones simbólicas y a la interacción social. En todos los casos, el significado de evaluación se complementó, considerándolo como un proceso de seguimiento continuo y sistemático de los aprendizajes de los estudiantes.

En la resolución de la situación 4, los participantes construyeron nuevos invariantes operatorios respecto de metodologías de investigación, técnicas e instrumentos de recogida de información, métodos de análisis de información, presentación de informes y socializaciones en eventos académicos. Igualmente, en la resolución de la situación 6, invariantes operatorios sobre la autoevaluación de la práctica, que favorecieron la identificación de aciertos y desaciertos sobre el proceso de enseñanza y el reconocimiento de la reflexión crítica en las posibilidades de cambio en las formas de asumir la enseñanza.

### **7.3.3. Reglas de Acción**

### **7.3.3.1. Contexto de formación universitaria**

Las reglas de acción hacen referencia a la profundización en el contenido disciplinar científico, a la identificación conceptos y relaciones, procedimientos y representaciones de acuerdo con clases de problemas. La mayor dificultad se presentó en la interpretación de la situación desde la teoría de referencia, mezclando ideas sobre problemas, eventos o casos problema relacionados con la vida cotidiana con preguntas sobre conceptos científicos y situaciones. Asimismo, las reglas se relacionaban con proponer el proceso de mediación didáctico pertinente al campo conceptual enseñable.

### **7.3.3.2. Contexto de prácticas en establecimientos educativos**

En la práctica hallamos nuevas reglas de acción con respecto a la primera fase, como también vimos otras que permanecen. Algunas de las nuevas reglas se centran en consultar otras fuentes de información, presentar los conceptos en el contexto de problemas, analizar el progreso conceptual de los estudiantes en términos de invariantes operatorios, evaluar durante el proceso aplicando instrumentos con intencionalidades definidas, propiciar espacios de discusión en grupo, buscar movilizar invariantes operatorios de los estudiantes, realizar mediación pertinente a la adquisición del campo conceptual previsto y reflexionar sobre su propia práctica de enseñanza de conceptos científicos.

Podemos considerar la TCCV como una lente teórica potente que posibilita el estudio de lo que ocurrió en el proceso de formación del grupo de maestros de la muestra. Al resolver las tareas sobre la enseñanza de conceptos científicos, se corroboran los planteamientos de Vergnaud (2008) sobre los esquemas, la idea de familiaridad –experiencia– y la idea de novedad –la posibilidad de enfrentar lo nuevo–. Cada maestro en formación conserva algunas de las reglas observadas en la primera fase. Antonio continúa realizando actividades de repaso y resolución de talleres y relacionando los conceptos con la vida cotidiana para mostrar su utilidad; Walter privilegia una metodología de planteamiento de preguntas a medida que va explicando,

pero en ocasiones él mismo se responde; Federico realiza experiencias prácticas para articular teoría y práctica; Edna, por su parte, privilegia la variedad de actividades. Vergnaud (2008) expone que ante nuevas situaciones partimos del repertorio de esquemas del que disponemos, los cuales nos pueden ayudar, engañar o incluso llevar a errores si son inadecuados. Después, descubrimos nuevos aspectos y re combinamos con elementos de esquemas anteriores, llegando a una solución, aunque puede ser temporal.

#### **7.3.4. Inferencias**

##### **7.3.4.1. Contexto de formación universitaria.**

Las inferencias en este contexto se relacionan con la toma de decisiones sobre el qué enseñar y cómo organizar la enseñanza; específicamente, tienen que ver con las adecuaciones que realiza el maestro en formación sobre el campo conceptual del que desea que los estudiantes se apropien, de acuerdo al tipo de disciplina científica, al grado escolar, a la edad y al contexto. En este sentido, el maestro razona y realiza ajustes de acuerdo a la especificidad de las situaciones.

##### **7.3.4.2. Contexto de prácticas en los establecimientos educativos.**

Las inferencias que realizan los maestros en formación (tabla 72) se relacionan con la actitud y motivación de los estudiantes, con el uso de recursos y herramientas tecnológicas, con la planificación prevista, con la forma como enseñan para potenciar los aprendizajes, con sus metodologías, con la presentación de las explicaciones, con las actividades que proponen y con la posibilidad de hacer ajustes de acuerdo con la información recogida sobre la progresividad conceptual que logran sus estudiantes.

#### **7.3.5. Desde los hallazgos a la construcción de posibles explicaciones**

A partir de la síntesis anterior, podemos decir que el pensamiento y acción de los de los maestros en formación participantes puede ser interpretado en términos de elementos que conforman esquemas, desde la postura teórica de Vergnaud. Los

invariantes operatorios de cada uno le posibilitan recoger información, anticipar metas, objetivos, finalidades y, en general, alcanzar los resultados esperados tanto para la enseñanza como para el aprendizaje y, en este sentido, desplegar reglas de acción e inferencias valorando resultados y aproximaciones a lo previsto. Este último ingrediente del esquema le posibilita hacer ajustes o adecuaciones en el proceso de desarrollo de la tarea, al igual que se da un proceso de retroalimentación. Los resultados muestran que no cambia completamente el esquema, cambian algunos elementos; sin embargo, cada que se enfrente a una situación similar, el esquema del docente no será completamente igual.

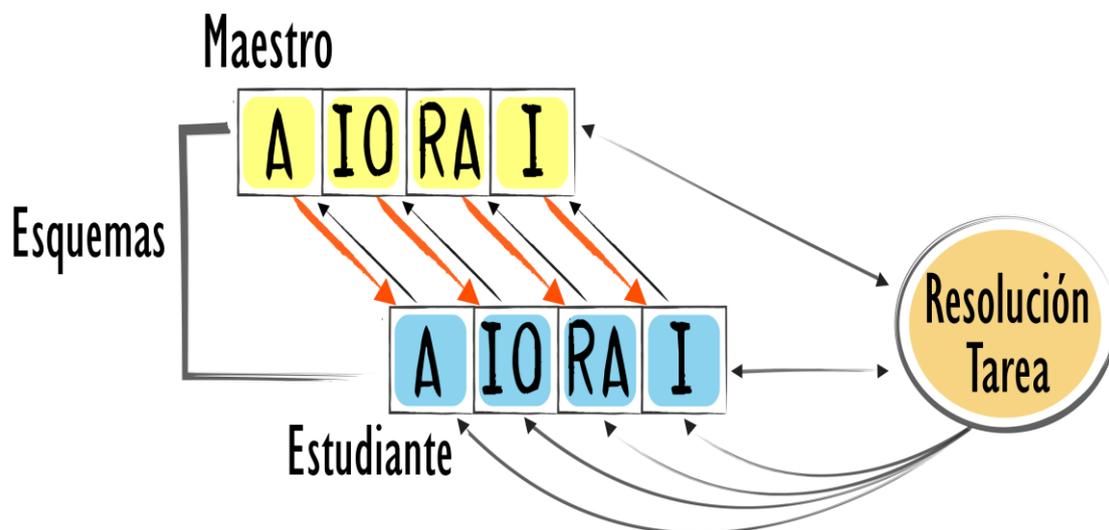
En esta investigación pusimos en juego interacciones entre clases de situaciones y esquemas. Desde nuestro punto de vista, la complejidad que subyace a las situaciones que presentamos posibilitó algunas movilizaciones de los esquemas hacia una progresividad en el orden de la complejidad del esquema, lo que nos indica cierta “jerarquía de los esquemas movilizados”(Coulet, 2012) respecto del mismo sujeto, por ejemplo el esquema para resolver las situaciones de planificación de la enseñanza respecto de la situación que involucra la investigación de los invariantes operatorios de sus estudiantes.

En relación con lo anterior, también podemos decir que a pesar de que los cuatro maestros en formación fueron enfrentados intencionalmente a las mismas situaciones, los esquemas difieren en varios aspectos, logrando algunos mayores niveles de autorregulación; por ejemplo, Antonio revela mayor comprensión del proceso que llevó a cabo, identifica cuestiones en las que ha cambiado y otras en las que no y en las cuales debe seguir trabajando; Walter y Federico se muestran más apegados a la tradición y normativas.

Coulet (2012) ha encontrado en el referente de la Teoría de los Campos Conceptuales potencialidad para fundamentar una concepción dinámica de la competencia, específicamente para los profesores. Este autor, al igual que nosotros, ha trabajado dicho referente en el contexto social. Nuestras interpretaciones están en consonancia con Coulet y, en tal sentido, consideramos que el maestro selecciona la

tarea para proponer al alumno, buscando la interacción sujeto-situación. Tanto maestro como estudiante interpretan la tarea desde sus propios esquemas (figura 24); se espera que el maestro disponga de un esquema con fundamentaciones teóricas de los ámbitos disciplinares, didácticos, epistemológicos, psicológicos del aprendizaje, saberes del contexto, entre otros, que le faciliten su tarea de aproximar a los estudiantes a la conceptualización científica o a la resolución de la tarea prevista.

**Figura 24.** Diagrama de interacción de esquemas (A: anticipación, I.O invariables operatorios, R.A: reglas de acción e I: inferencias) del maestro y del estudiante



Entre maestro y estudiante se va dando una negociación. El maestro revisa los invariables operatorios de sus estudiantes, pero a la vez les devuelve una acción. La mediación del maestro va favoreciendo la aproximación a la meta de la enseñanza y del aprendizaje. Este proceso no sucede de un salto sino que es progresivo, se da a lo largo del tiempo, buscando el dominio de un campo conceptual. Además, el estudiante está en interacción con la situación/tarea que le demanda conceptos y procedimientos para resolverla.

El esquema del estudiante y el esquema del maestro están interaccionando. Investigar sobre elementos del esquema del estudiante le aporta información al esquema del maestro y esto, a su vez tiene implicaciones en los elementos del esquema de este; por ejemplo, si se modifican invariantes operatorios, probablemente se den elementos de cambio para futuras inferencias o acciones a seguir, puesto que los componentes de un esquema no están aislados sino, por el contrario, interconectados.

#### **7.4. LA TEORÍA DE LOS CAMPOS CONCEPTUALES EN LA FORMACIÓN DE MAESTROS**

Respecto de la cuarta pregunta auxiliar, ¿cómo permite la Teoría de los Campos Conceptuales una orientación de la formación de maestros de ciencias?

El hecho de fundamentarse en la TCCV implica la organización del proceso de formación acorde con orientaciones didácticas que se derivan de dicha teoría, en particular las que se relacionan con la identificación de situaciones/tareas, conceptos, proposiciones, representaciones y reglas de acción para proponer a los maestros en formación el diseño de la mediación y su puesta en escena. Podemos decir que con la implementación de la propuesta se logró la movilización de elementos de sus esquemas para enseñar conceptos científicos, como también algunos acercamientos entre saberes declarativos y de acción en la práctica.

En relación con lo anterior, una de las situaciones involucraba la investigación de la conceptualización de sus estudiantes en términos de los invariantes operatorios; creemos que fue fundamental la interacción de los maestros con los I.O. de sus estudiantes, con las situaciones y con el referente teórico asumido, porque esto permitió que la información que los maestros recibían los motivara a actuar consecuentemente y así pudieran darse aproximaciones a nuestros propósitos de la formación de un maestro de ciencias.

Un aspecto de gran relevancia que posibilita el uso del referente mencionado es la articulación fundamentada de la teoría y la práctica, dado que los cursos se trabajaron

mediante seminarios teóricos en el ámbito de la universidad y, posteriormente, la implementación de propuestas de enseñanza e investigación en las aulas. Esta circunstancia, permitió poner en juego las fundamentaciones de los ámbitos disciplinares, didácticos, epistemológicos y psicológicos del aprendizaje para plantear la enseñanza de conceptos científicos y la investigación. En este sentido, se pudo potenciar la formación en las siguientes competencias: *Construir propuestas de enseñanza de conceptos científicos fundamentadas teóricamente; construir propuestas de investigación que privilegien el estudio de aprendizajes de conceptos científicos; organizar el proceso de mediación hacia la progresión de aprendizajes en los estudiantes; reflexionar sobre el nivel de comprensión de sus aprendizajes con respecto a enseñar conceptos científicos.*

Los maestros en formación se vieron enfrentados a la necesidad de profundizar en la disciplina de enseñanza y a revisar sus comprensiones sobre las temáticas que iban a enseñar. Desde la teoría de referencia los conceptos no se reducen a definiciones, sino que adquieren sentido en la resolución de problemas. En un campo conceptual existen gran cantidad de situaciones y problemas; identificar posibles clasificaciones de estos amerita un trabajo sistemático de revisión, de análisis en elementos más simples que involucran conceptos y relaciones entre conceptos, como también la identificación de combinatorias de relaciones y la visualización de un posible orden de complejidad de las clases de situaciones.

Los maestros en formación pudieron tomar conciencia de su dominio del campo conceptual que se proponían enseñar, y revisar su propia formación. En nuestro estudio, los maestros en formación acudieron a nuevas fuentes de consulta, e incluso uno de ellos tomó un curso de física moderna que no hacía parte de su pensum con el propósito de tener mejor fundamentación teórica.

También pudieron avanzar en reflexiones sobre la importancia del lenguaje y los simbolismos en la conceptualización de los individuos y, en relación con esto, pensar en cómo favorecer acercamientos de sus estudiantes a algunas representaciones de los conceptos. En un principio no tenían muy claro las posibles representaciones de los

conceptos, pero mediante la secuencia de situaciones que se les plantearon pudieron identificar mayormente algunas, que luego se mostraron explícitas en sus prácticas; por ejemplo, Antonio y Walter identificaron las representaciones de los orbitales atómicos y Federico y Edna las de los modelos gráficos de partículas.

La configuración didáctica con base en orientaciones de la TCCV favoreció en los maestros participantes un rol activo y constructivo, impulsando la búsqueda de información, de apoyo en los conocimientos y procedimientos que ya disponían, integrando nuevos conceptos y proposiciones que orientaban sus anticipaciones, acciones e inferencias (véase tabla 72). Esto con el fin de formarse y construir competencias como maestros de ciencias para organizar la enseñanza de conceptos científicos teniendo en consideración los procesos de aprendizaje.

Coincidimos con Coulet (2012) en que los planteamientos de Vergnaud sobre el esquema pueden dar al concepto de competencia una visión dinámica de los elementos funcionalmente ligados, organizando la actividad para una clase de situaciones. En particular, plantear la formación de maestros poniéndolos en situaciones de enseñanza y de investigación posibilita que ellos reciban información respecto de los diferentes elementos de esquemas de los estudiantes, y que en un proceso de recogida de información-acción-negociación-*feedback* se dé la progresividad tanto para elementos de los esquemas de los estudiantes como de los mismos maestros en la meta de aprender a enseñar conceptos científicos. El esquema es el elemento cognitivo que se activa para poner en evidencia la competencia (acción).

De acuerdo con los hallazgos de este trabajo, los invariantes operatorios parecen direccionar la construcción del objeto de enseñanza y, en ese sentido, el maestro busca que los estudiantes así lo aprenda, es decir ese saber sabio o saber científico está mediado por las propias interpretaciones y conceptualizaciones de los maestros. El esquema del maestro contiene su visión y comprensión de los saberes que va enseñar, lo que él considera que se debe alcanzar como meta de enseñanza, los resultados esperados en términos de los aprendizajes de los estudiantes, e igualmente las reglas de acción para que los estudiantes accedan a dichos saberes.

Las propuestas de formación de maestros que favorezcan su actividad en situaciones y la explicitación de sus conceptualizaciones pueden ayudar a que los formadores las interpreten y actúen de forma didáctica mediante el intercambio de ideas, el apoyo a la enunciación de explicaciones y argumentaciones, la interacción con *software* y el uso de múltiples recursos. El potencial de dicha teoría para investigar la conceptualización sobre la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos radica en que permite comprender conocimientos implícitos que subyacen a la acción del grupo de maestros en formación.

En síntesis, la TCCV, utilizada en la formación de maestros implica la anticipación de objetivos o metas de enseñanza y aprendizaje esperados, la selección de contenidos desde una perspectiva de campo conceptual que involucra un conjunto de conocimientos relacionados -conjuntos de posibles situaciones donde esos conceptos tengan sentido-, la identificación de procedimientos y el conjunto de representaciones asociadas a los conceptos. Asimismo, implica planificar y gestionar la mediación didáctica cuyo eje central es la resolución de situaciones y favorecer procesos de aprendizaje. Trabajar poco a poco los I.O. en un proceso recursivo de progresividad respecto de los componentes del esquema.

Pensar la enseñanza en estos términos contribuiría a ir más allá de cuestiones dogmáticas, puesto que ayuda a entender un concepto en su complejidad. Por ejemplo, analizar con qué otros conceptos se relaciona, qué preguntas trata de responder, qué explica, a qué situaciones se aplica, cómo se representa, dónde se cumple o no se cumple... lo que podría favorecer conceptualizaciones más adecuadas en los maestros en formación de acuerdo con los saberes estatuidos.

## **7.5. CONSIDERACIONES RESPECTO DE LOS CURSOS EN LOS CUALES SE TRABAJÓ LA INVESTIGACIÓN**

Las discontinuidades entre teoría y práctica en el proceso formativo no derivan solamente de condiciones cognitivas. Hay que revisar en qué medida las organizaciones curriculares inciden también en la eficacia e integración de los referentes, y en sus

consecuentes repercusiones experienciales. En el contexto de la formación universitaria, en la facultad donde se desarrolló este trabajo, los estudiantes que se forman como maestros permanecen allí aproximadamente cinco años, y abordan los cursos desde muy diversas perspectivas, de manera aislada.

El problema no está en que haya muchos puntos de vista, sino en que se invisibilicen algunos, con la miopía que ello suscita; y en que la articulación de estos la tiene que hacer el estudiante, muto propio, lo cual no siempre se alcanza en solitario y no deja de constituir una barrera adicional para ellos. No estamos diciendo que todos tengamos que participar unánimemente de la Teoría de los Campos Conceptuales; se trata de que se establezcan vínculos de sentido y correlaciones entre los diversos espacios de formación, de modo que concurran para lograr aprendizajes significativos con los cuales los futuros maestros puedan enfrentar satisfactoriamente situaciones de su devenir profesional. El trabajo da muestras de que independiente del referente teórico asumido para comprender el aprendizaje y orientar la enseñanza, el trabajo en el contexto de práctica articulado al contexto universitario resulta crucial para lograr mayores modificaciones en sus esquemas de pensamiento inferidos de la acción.

De igual modo, esta teoría podría ayudarnos a revisar los procesos formativos de la práctica: se podría repensar la manera como se concibe la práctica, otras formas de relacionar la teoría con la práctica, mirar en estas experiencias formativas qué aprenden los estudiantes, confrontar los dispositivos curriculares, diseñar las propuestas de práctica como espacios formativos de dimensiones más constructivas.

Los impactos sociológicos se vivifican en lo que logra instalarse o instituirse en la realidad, en la cultura. Para nuestro caso, resulta relevante lo que viene cosechándose en el contexto universitario y en el contexto de práctica, en las propuestas subsiguientes de práctica docente, en la redefinición de los objetos de investigación y en la construcción de propuestas didácticas en los escenarios educativos. Digamos que lo más trascendental de este trabajo es lo que nos queda por hacer.

Un aspecto interesante que se deriva de esta investigación y que tiene relación con el seguimiento a egresados, es estudiar qué ocurre con los elementos de los esquemas de los maestros en formación cuando terminan su compromiso con la academia en el contexto de la universidad. Resultaría interesante estudiar a los maestros de este u otro trabajo en sus contextos de práctica después de la experiencia, sin el compromiso universitario.

## **7.6. ALCANCE DE ESTE ESTUDIO**

Otras investigaciones que se han fundamentado en la TCCV utilizan dicho referente para estudiar el aprendizaje o las conceptualizaciones alcanzadas por grupos de estudiantes respecto de conceptos científicos. En este trabajo, defendemos el valor de dicha teoría, no solo si se considera el aprendizaje como objetivo de la enseñanza sino, además, si se pretende fortalecer las reflexiones sobre la propia enseñanza; no se pone la enseñanza como concomitante del aprendizaje, sino que se considera como un problema y se reivindica como todo un andamiaje.

Asumir la enseñanza de un concepto científico con el rigor que requiere significa ocuparse del campo conceptual que le es propio al maestro: ¿qué conocimiento científico enseñar?, ¿a quién enseñarlo?, ¿cuándo enseñarlo? [Configurar el campo conceptual referido al concepto científico a enseñar]. ¿Cómo aprenden conceptos científicos los estudiantes?, ¿cómo enseñarlos?, ¿qué, cómo y cuándo evaluar? [Diseño del proceso de mediación didáctica y de evaluación de los aprendizajes teniendo en cuenta la especificidad del contenido disciplinar, edad, grado escolar, medios disponibles]. Además, debe gestionar los aprendizajes y evaluar sus propios procesos de enseñanza. Es necesario diferenciar entre el campo conceptual estrictamente de la disciplina científica y el campo conceptual que se construye en el ámbito de la ciencia escolar, que también tiene componentes diferentes cuando se trata de formar profesionales en química o física.

Un especialista en determinada disciplina científica desarrolla hábitos de trabajo centrados en la especificidad de un marco teórico, pero ese no es el trabajo del maestro,

quien debe realizar un trabajo integrado en la práctica resolviendo problemas como repensar, reconceptualizar, adaptar y elegir, secuenciar y relacionar conceptos con la cognición de la población con la cual trabaja, lo cual requiere una fundamentación fuerte para poder moverse con solvencia en el ámbito de la enseñanza. Esta propuesta de formación, enmarcada en la TCCV, permite que los maestros se formen desde ámbitos adecuados o congruentes con las formas de conceptualización de la cultura escolar.

Para Vergnaud (1983, en Caballero 2005) la conceptualización de lo real es específica del contenido y no se reduce a operaciones lógicas generales ni lingüísticas, ni a reproducción social, ni a estructuras innatas, ni al modelo de procesamiento de la información. En este sentido, cabe señalar que en esta investigación no defendemos un esquema general para enseñar conceptos científicos; existen particularidades en cómo abordar la enseñanza de un concepto con respecto a otros, desde los contenidos mismos y los grupos a los que va dirigida. Es importante recordar que la TCCV plantea que el aprendizaje resulta del sujeto en acción frente a problemas de cada clase de situaciones, y que este es progresivo.

En esta investigación también se ha intentado mostrar que en los desarrollos de la enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza hay un cuerpo de conceptos, métodos y objetivos propios, pero que además se ha nutrido de otros campos de la cognición, de la pedagogía, de la epistemología y de las disciplinas científicas. Entender dicha complejidad y la posibilidad de identificar un campo conceptual le permite al maestro en formación moverse con solvencia para preparar la enseñanza de conceptos científicos; esto implica entender que los distintos ámbitos no son separados.

Por otro lado, se reitera que los conceptos no son las palabras y que el significado siempre viene inmerso en un conjunto o en una red de significados, los cuales se dan haciendo uso de otros conceptos, procedimientos, formas de ver y de razonar los asuntos. El concepto es una macroestructura; en palabras de Vergnaud, es una triada de conjuntos: de situaciones, de conceptos y proposiciones y de representaciones; allí lo conceptual, lo procedimental y lo representacional están interrelacionados. Esta

consideración sobre los conceptos también se hace visible en disciplinas de carácter social o humanista, como el estudiado en esta tesis.

Los significados de algunos conceptos del marco de referencia fueron complementados para su uso en un nuevo contexto. En el ámbito social en el cual implementamos la teoría de referencia, un teorema no se entiende en el sentido matemático sino que se concibe como la relación que permite darle significado a un par de conceptos que se están usando, que pertenecen a un ámbito descriptivo; es decir, no se llega a regularidades o patrones que se puedan enunciar con una expresión matemática. En la configuración del campo conceptual “enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos con base en la TCCV”, se plantean conceptos y relaciones que se derivan de dicha teoría en dialogo con la didáctica, a las cuales aspirábamos que los maestros en formación se aproximaran.

Dicho referente ha sido utilizado para organizar la enseñanza de contenidos de las ciencias, pero en este trabajo se proponen situaciones donde el contenido ya no es la ciencia sino la enseñanza de la ciencia. Nuevas situaciones del ámbito social han permitido incorporarle nuevos significados a conceptos del marco de referencia, se ha ido desarrollando una amplitud de los conceptos de campo conceptual, teorema, situación. Aclaremos también que las reglas de acción no son del tipo “si...”, sino que son secuencias de acciones que los sujetos emplean para resolver una tarea.

La importancia de este trabajo se sustenta en haber abordado la TCCV en la organización de un proceso de formación de maestros, lo que implica un ámbito más complejo; no solo es lo disciplinar científico sino también el campo de enseñanza de las ciencias que hay que tener en cuenta, el cual se nutre de varias fuentes de otros campos. Consideramos que esta tesis presenta nueva producción de conocimiento en el sentido en que si bien otros estudios han abordado este referente de la TCCV en procesos de aprendizaje de los estudiantes nosotros hacemos aportes a un ámbito nuevo que es el de la formación de maestros: en la facultad donde se realiza esta investigación se ha trabajado como línea para orientar la práctica pedagógica. También se hacen aportes a nivel metodológico en la articulación del trabajo como investigadora y asesora de los

maestros en formación, lo que nos ha permitido hacer investigación en el aula como un elemento del proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación.

Este trabajo de tesis no se queda solo en una teoría neopiagetiana, ni concordante con la teoría ausbeliana, porque el hecho de introducir asuntos de orden epistemológico, asuntos de punta en el campo científico, implica una mirada a los principios de aprendizaje crítico (Moreira, 2005), que está en consonancia con las teorías mencionadas. En los maestros en formación, hallamos aproximaciones a un aprendizaje que busca descentrarse de los libros de texto para acercarse al uso crítico de fuentes. Esto tiene que ver con: aceptar incertidumbres y pluralidad de causalidades tanto del interior de las disciplinas como de las formas en que el estudiante aprende; ser más crítico y formarse para la crítica; dar relevancia a la interacción maestro y estudiante entender que el maestro y el estudiante son representantes; promover la participación activa del alumno y la diversidad de estrategias de enseñanza.

Aceptamos que reportar los hallazgos de esta investigación es complejo, porque los casos no se abordan desde el estudio de una variable o la incidencia de una variable en otros procesos; aquí se considera el problema en su complejidad, aunque se simplifican algunos asuntos, teniendo en cuenta que el hecho de aprender el campo conceptual de un determinado concepto científico para su enseñanza implica la apropiación de conceptos y significados de la disciplina y de la Teoría de los Campos Conceptuales y ponerlos en diálogo con conceptos didácticos; pero también requiere tener en cuenta algunas consideraciones de orden epistemológico y de orden ontológico de dichas disciplinas científicas.

Respecto de las consideraciones de orden epistemológico es necesario entender los procesos de construcción de la disciplina científica, la identificación de inconsistencias en las teorías como gestores de reformulaciones conceptuales, las diferencias en un concepto según el marco de referencia que lo explique. Asimismo, las consideraciones de orden ontológico son muy importantes porque tienen relación con la naturaleza de los conceptos; por ejemplo, cuando se habla de electrones se debe entender que es una entidad que no alude a un nivel concreto de representación, que la

mejor forma de representarlo es del orden matemático, pues otras representaciones pueden dar lugar a la tergiversación. Dado que los maestros en formación ya habían cursado asignaturas en relación con estas temáticas partimos de la base de que disponían de adecuadas fundamentaciones al respecto y no fue posible hacer profundización en ellas.

Cuando nos preguntamos por el impacto de una investigación, asumimos que si bien el conocimiento recogido es el principal dividendo, hoy sabemos que la investigación ha de contribuir al desarrollo de las comunidades y a la transformación de la sociedad. Para el caso de los estudios didácticos, tales repercusiones pragmáticas se darían en la formación de los sujetos participantes, y es de conocimiento general que esta es perceptible cuando los sujetos pueden tomar las decisiones de manera autónoma; esto es, cuando dispongan del conocimiento para ser de otro modo, en virtud de sus experiencias formativas.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adúriz Bravo, A. (1999/2000). Didáctica de las ciencias como disciplina. *Enseñanza*, 17-18, 61-74.
- Alzate Cano, M. V. (2007). *Campo Conceptual composición/estructura en química: tendencias cognitivas, etapas y ayudas cognitivas*. Tesis doctoral, Universidad de Burgos, España.
- Andrés Zuñeda, M. M. (2004). *Diseño del trabajo de laboratorio con bases epistemológicas y cognitivas: caso carrera de profesorado de Física*. Tesis Doctoral, Universidad de Burgos, España.
- Andrés Zuñeda, M. M. (2011). *Modelo didáctico para docentes de ciencias básicas*. Caracas, Venezuela: Fondo Editorial Ipasme.
- Bachelard, G. (1971). *Epistemología*. Barcelona, España: Ed Anagrama.
- Bonilla, E. y Rodríguez, P. (2005). *Más allá del dilema de los métodos*. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/106220258/ELSSY-BONILLA-Mas-Alla-Del-Dilema-de-Los-Metodos-Introduccion-y-Cap-1>
- Caballero, C. (2005). La investigación en enseñanza desde la perspectiva de los campos conceptuales de Gerard Vergnaud. Resultados de investigación en Física. *Revista Educacion Pedagógica*, (43) 43-60.
- Caballero, C. (2009). “Investigaciones en enseñanza de la física desde la perspectiva de los campos conceptuales”. En *La teoría de los campos conceptuales y la enseñanza/aprendizaje de las ciencias*. Servicio de publicaciones e imagen institucional Universidad de Burgos. Burgos, España.

- Camilloni, A. (2007). *El saber didáctico*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Paidós.
- Carreiro da Costa F. (2004). El pensamiento del profesorado en el proceso enseñanza-aprendizaje en educación física. *Revista Educación física y deporte*. Universidad de Antioquia, 23(2), 41 – 60.
- Chevallard, I. (1999). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*: Ed AIQUE.
- Coulet, Jean C. (2012). *Les Compétences Clés Dans L'éducation*. [Diapositivas]. Lyon: Université Rennes 2.
- Covaleda, R., Moreira, M., Caballero, C. (2009). Los conceptos de sistema y equilibrio en el proceso de enseñanza/aprendizaje de la Mecánica y Termodinámica. Posibles invariantes operatorios. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(2). Recuperado el 10 de junio de 2014 de [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART19\\_Vol8\\_N2.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART19_Vol8_N2.pdf)
- De Tezanos, A. (2006). *El maestro y su formación: tras las huellas y los imaginarios*. Bogotá, Colombia: Editorial Magisterio.
- Duit, R. (2006, julio-septiembre). *La investigación sobre enseñanza de las ciencias un requisito imprescindible para mejorar la práctica educativa rmie*, 11(30), 741-770. Recuperado de <http://www.comie.org.mx/documentos/rmie/v11/n030/pdf/rmie/v11n30scA00n00es.pdf#page=29>
- Erickson, F. (1986). *Qualitative Methods in Research on Teaching*. En *Handbook of research on teaching*. New York, Estados Unidos: Macmillan Publishing Co
- Escudero, C., Gonzalez S, Eduardo J. (2005) El análisis de conceptos básicos de Física en la resolución de problemas como fuente generadora de nuevas perspectivas. Un

estudio en dinámica del movimiento circular *Revista Educación Pedagógica*, (43) 63-78

Escudero, C., Moreira, M., Caballero, C. (2004). Teoremas-en-acción y conceptos-en-acción en clase de Física introductoria en Secundaria. En M.A (Ed). *La teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud, la enseñanza de las ciencias y la investigación en el área* (pp.93-116). Porto Alegre, Brasil: Impressos Porlão Leopoldo RS.

Fanaro, M. (2009). *Enseñanza de la mecánica cuántica en la escuela media*. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10259/109>.

Fernández, J y Elortegui, N. (1996). Qué piensan los profesores acerca de cómo se debe enseñar. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 331-342.

Foucault, M. (2007). *La arqueología del saber*. Cerro del Agua, México: Siglo veintiuno.

Furió, C. (1994). Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 188-199.

Gil Perez, D., Furió, C., Gavidia, V. (1998). El profesorado y la reforma educativa en España. *Investigacion en la Escuela*, (36), 49-64.

Hernández S, R., Fernández, C., C, Baptista L, P. (2008). *Metodología de la investigación*. Mexico: Mc Graw Hill

Jackson, Ph. W. (2001). *La vida en las aulas*. Madrid: Ediciones Morata.

Klafki, W. (1991). Sobre la relación entre didáctica y metódica. *Revista educación y pedagogía*, (5), 86.

- Llancaqueo, A. (2006). *El aprendizaje del concepto de campo en Física: conceptualización, progresividad y dominio*. Tesis doctoral, Universidad de Burgos, España. Recuperado de <http://dspace.ubu.es:8080/tesis/handle/10259/59>
- Llancaqueo, A., Caballero, C. Moreira, M. (2003). El concepto de campo en el aprendizaje de la Física y en la investigación en educación en ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.*, 2(3), 227-253.
- Lüdque, M. & André. (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativa*. Sao Paulo, Brasil: Editora pedagógica e universitaria.
- Maiztegui A., González, E, Tricárico, H., Salinas J, Pessoa de Carvalho, A. Gil D. (2000). La formación de los profesores de ciencias en Iberoamérica. *Revista Iberoamericana de Educación*, (24). Recuperado de <http://www.rieoei.org/rie24a07.htm>
- Marques Toigo, A. (2011). El uso de mapas conceptuales en la resolución de problemas de biomecánica. Tesis Doctoral, Universidad de Burgos, España
- Martínez, A, M.M., Martín del Pozo, R.L, Vega, R., M.L, Varela Nieto, M.P., Fernández Lozano, M.P., Guerrero Serón, A. (2001). ¿Qué pensamiento profesional y curricular tienen los futuros profesores de ciencias de secundaria?. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (1), 67-87.
- Monereo, C. (2001). *Ser estratégico y autónomo aprendiendo*. Barcelona, España: Editorial Grao.
- Moreira, M. A. (2000). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Madrid, España: Ed Visor.

- Moreira, M. A. (2000). Modelos *Mentales*. *Texto de Apoyo N° 8*. En: *I Escuela de Verano Sobre Investigación En Enseñanza De Las Ciencias*. Universidad de Burgos, España; Universidad Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. 297-343.
- Moreira, M. A. (2004). *La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, la enseñanza de las ciencias y la investigación en el área*. Universidad Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, 7-131.
- Moreira, M. A. (2009). “La teoría de los campos conceptuales”. En *La teoría de los campos conceptuales y la enseñanza/aprendizaje de las ciencias*. Servicio de publicaciones e imagen institucional Universidad de Burgos. Burgos, España.
- Nieda, J, Macedo, B. (1997). *Un Currículo Científico para Estudiantes de 11 a 14 años*. Madrid, España: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI).
- Noguera, C. et al. (2002). *Movimiento Pedagógico, investigación y políticas educativas*. En Suárez H. (Ed). *Veinte años del movimiento pedagógico 1982 -2002 entre mitos y realidades* (pp. 249-279). Bogotá, Colombia: Editorial Delfín Ltda
- Novak, J y Gowin, B. (1984). *Novas estratégias para avaliação: os mapas conceptuais*. En *Aprender a Aprender* (pp109-113). Lisboa, Portugal: Plátano edições técnicas.
- Ortiz, R. y Suárez J. P. (2009). *La formación de maestros y la noción maestro investigador (1996 - 2005) un espacio para la reflexión y el debate*. Tesis de Maestría, Universidad de Antioquia, Medellín.
- Pérez Gómez, A. I. y Gimeno Sacristán, J. (1988). *Pensamiento y acción en el profesor: de los estudios sobre la planificación al pensamiento práctico*. *Infancia y aprendizaje*, 42, 13-67.
- Perez, S. G. (1998). *Investigación Cualitativa*. Retos e Interrogantes. Madrid, España: Ed Muralla S.A.

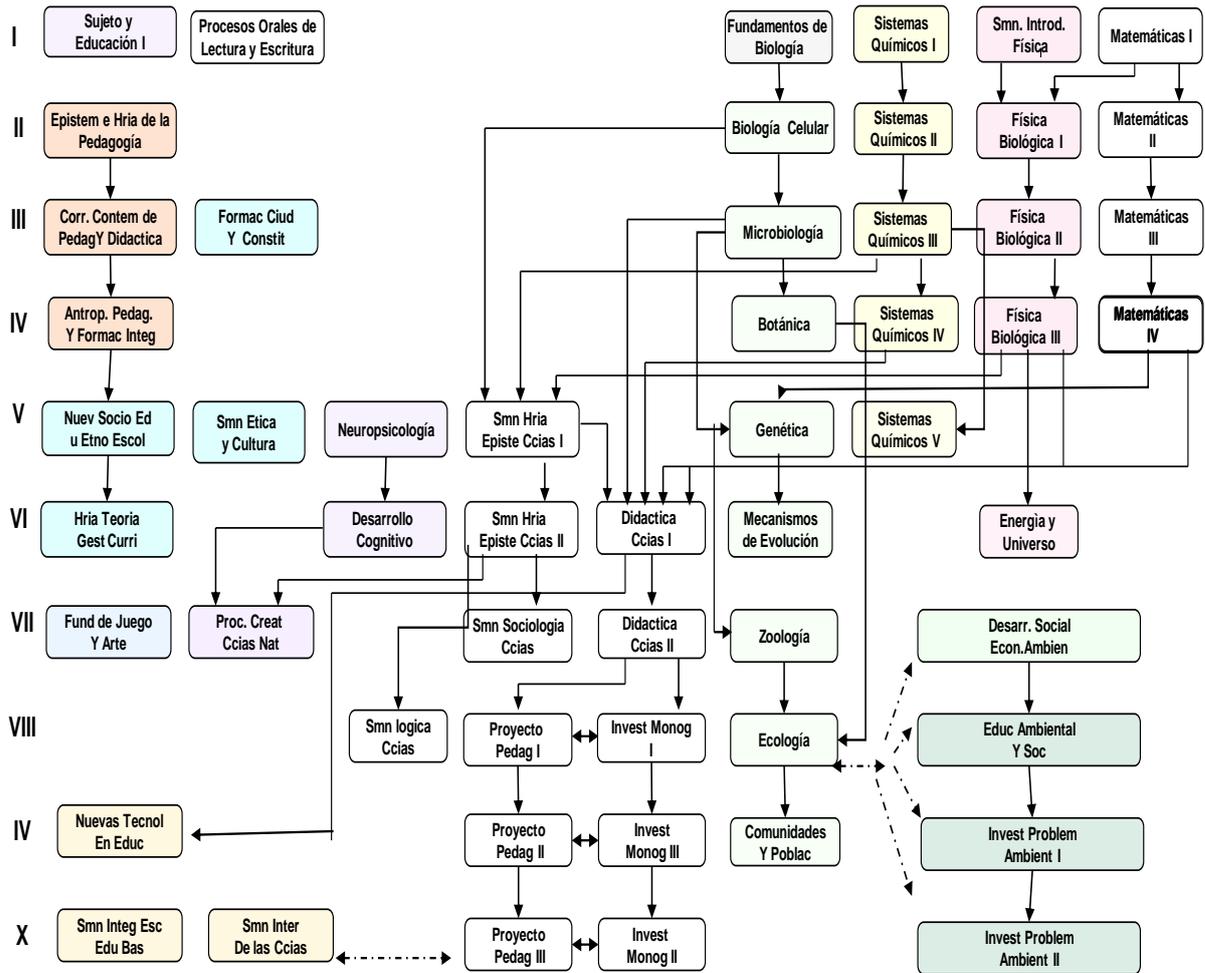
- Piñuel Raigada, J. L. (2002). Epistemología, metodología y técnicas de análisis de contenido. *Estudios de Sociolingüística* 3(1), 1-42.
- Porlán Ariza, R., Rivero García, A. y Martín del Pozo, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores. II: estudios empíricos y conclusiones. *enseñanza de las ciencias*, 16 (2), 271-288.
- Porlán, R. (2000). *Constructivismo y Escuela*. Sevilla, España: Diada Editora.
- Porlán, R. y Martín del Pozo, R. (2008). ¿Qué formación docente, para qué enseñanza de las ciencias?. *Cuadernos de pedagogía*, (384).
- Porta, L. y Silva, M. (2003). *La investigación cualitativa: El Análisis de Contenido en la investigación educativa, Ponencia. Mar del Plata. Red Nacional Argentina de Documentación* [iiicab.org.bo](http://www.iiicab.org.bo). Recuperado de <http://www.iiicab.org.bo/Docs/doctorado/dip3version/M2-3raV-DrErichar/porta.pdf>
- Pozo, J. I., Gómez Crespo, M. A. (1998) *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid, España: Ediciones Morata.
- Rodríguez, M. L. y Moreira, M. (2004). *La teoría del aprendizaje significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva*. Barcelona, España: Editorial Octaedro
- Serrano Sánchez, R. C. (2010, Mayo-Agosto). Pensamientos del profesor: un acercamiento a las creencias y concepciones sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior. *Revista de Educación*, No 352, 267-287. Recuperado el 10 de junio de 2014 de [http://www.revistaeducacion.educacion.es/re352/re352\\_12.pdf](http://www.revistaeducacion.educacion.es/re352/re352_12.pdf)

- Serway, R., Moses, C.J., Moyer, C.A. (2006). *Física Moderna*. Ciudad de Mexico, Mexico: Thomson Editores S.A.
- Solís, E., Porlán, R., Rivero, A. y Martín del Pozo, R. (2012). Las concepciones de los profesores de ciencias de secundaria en formación inicial sobre metodología de enseñanza. *Revista Española de Pedagogía*, 253, 495-514.
- Stake, R.E. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Madrid, España: Editorial Morata
- Stipcich, S.(2004). *Significados del concepto de interacción gravitatoria en estudiantes del nivel polimodal y puesta en práctica de una propuesta didáctica respecto a dicho concepto*. Tesis doctoral. Recuperado el 10 de junio de 2014 de <http://dspace.ubu.es:8080/tesis/bitstream/10259/48/1/Stipcich.pdf>
- Torres Santomé, J. (2001). La práctica reflexiva y la comprensión de lo que acontece en las aulas. En Jackson W. *La vida en las aulas* (pp. 11-24). Madrid, España: Ediciones Morata SL.
- Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana. El uso colectivo de los conceptos*. Madrid, España: Editorial Alianza.
- Usó Vicedo, L. (2008). *Creencias de los profesores de E/LE sobre la enseñanza/aprendizaje de la pronunciación*. Recuperado el 10 de junio de 2014 de <http://hdl.handle.net/10803/1295>
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, (10)<sup>o</sup> 2, 3, 133-170.
- Vergnaud, G. (1996, Marzo). Algunas ideas fundamentales de Piaget en torno a la didáctica. *Perspectivas*, 26(1)

- Vergnaud, G. (2007). ¿En qué sentido la teoría de los campos conceptuales puede ayudarnos para facilitar aprendizaje significativo? *Investigações em Ensino de Ciências*, 12(2), 285-302. Ponencia presentada V Encuentro Internacional Aprendizaje Significativo, Madrid, 2006 (traducción Concesa Caballero).
- Vergnaud, G. (2008). *Atividade humana e conceituação*. Porto Alegre, Brasil: Ed Geempa.
- Vergnaud, G. (2009). “A modo de prefacio”. En *La teoría de los campos conceptuales y la enseñanza/aprendizaje de las ciencias*. Servicio de publicaciones e imagen institucional Universidad de Burgos. Burgos, España.
- Vilches, A. y Gil-Pérez, D. (2007). La necesaria renovación de la formación del profesorado para una educación científica de calidad. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 22, 67-85. Recuperado el 10 de junio de 2014 de [http://www.uv.es/gil/documentos\\_enlazados/2008%20Renov%20Form%20Prof.pdf](http://www.uv.es/gil/documentos_enlazados/2008%20Renov%20Form%20Prof.pdf)
- Vygostki, L.S. (1987). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires, Argentina: Editorial La pléyade. .
- Zabalza Beraza, M. (1987). *Pensamiento del profesor y desarrollo didáctico*. Recuperado el 10 de junio de 2014 de [http://www.google.com.co/pensamientodelprofesor.spacio.uned.es/Dpensamiento\\_profesor.pdf](http://www.google.com.co/pensamientodelprofesor.spacio.uned.es/Dpensamiento_profesor.pdf)

## ANEXOS

### Anexo 1. Plan de formación de la licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental



## **Anexo 2. Cuestionario inicial. Fase uno**

### **Cuestionario inicial. Fase uno**

1. En su opinión ¿Cuáles referentes teóricos contribuyen a la comprensión y la fundamentación de un concepto científico a enseñar?
2. ¿Qué relaciones se pueden establecer entre los conceptos científicos, la historia de dichos conceptos y la situación de enseñarlos?
3. En la teoría de enseñar un concepto científico ¿Qué problemas prevé?, ¿Qué teorías de apoyo requiere para solucionar las dificultades?
4. ¿Qué debe saber un maestro para enseñar un concepto científico?
5. ¿Cómo cree que se puede lograr procesos de conceptualización con su grupo de estudiantes?
6. ¿Qué sabe de la teoría de Campos Conceptuales?
7. Un maestro ha preparado cada aspecto del plan a aplicar en el proceso de enseñanza de un concepto científico, sin dejar nada al azar. Sin embargo durante el desarrollo de su plan sucede que la administración de la institución ha programado una serie de actividades de contingencia en el marco de un proyecto de obligatoriedad local, sin dar previo aviso. Plantee qué aspectos pueden ser fijos en el desarrollo de su plan y qué aspectos son susceptibles de ser modificados.

**Anexo 3.** Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo en Subgrupo de Antonio y Walter. Fase dos

CAMPO CONCEPTUAL: EI ÁTOMO DESDE FUNDAMENTOS DE LA MECÁNICA CUÁNTICA. TRABAJADO EN EL SUBGRUPO DE ANTONIO Y WALTER				
CLASES DE SITUACIONES	CONCEPTOS	PROPOSICIONES	REPRESENTACIONES SIMBÓLICAS	PROCEDIMIENTOS
<p><b>Situación 1: Interpretación de fenómenos de interacción de radiación electromagnética y materia.</b></p> <p><b>Problema 1:</b></p> <p>Supongamos que nos hallamos frente a una calle polvorienta. Si cae sobre ella una fuerte lluvia, podremos ver que en cada choque de las gotas de lluvia con la superficie de la calle, se produce el desprendimiento de partículas de polvo. Y ese desprendimiento de partículas será mayor cuanto más intensa sea la lluvia. ¿Qué relación encuentras entre este fenómeno y el efecto fotoeléctrico? Explica.</p> <p><b>Problema 2:</b></p> <p>La televisión es uno de los aparatos de uso en nuestra vida cotidiana y que además, se ha convertido en el medio de comunicación más difundido del mundo. Para que la imagen llegue a tus ojos, dentro de la televisión, suceden una serie de fenómenos que implican la participación de los electrones provenientes de la corriente eléctrica.</p>	<p>Electrón.</p> <p>Naturaleza Ondulatoria.</p> <p>Naturaleza corpuscular.</p> <p>Superficie metálica.</p> <p>Energía Cinética.</p> <p>Corriente Eléctrica.</p> <p>Ondas Electromagnéticas</p> <p>.</p> <p>Fotón.</p>	<p>1. Se puede retirar un electrón de la superficie de un metal lanzando una partícula sobre esta.</p> <p>2. La energía cinética de la partícula que es lanzada hacia el metal es transmitida al electrón lo que lo hace ser emitido.</p> <p>3. Haciendo incidir un rayo de luz sobre la superficie de un metal se pueden extraer electrones (interacción fotón-electrón).</p> <p>4. La energía del fotón, además de “arrancar” al electrón de la superficie, le proporciona energía cinética para que sea emitido (abandone la superficie).</p>	<p>Terminología propia de las ciencias (lenguaje científico).</p> <p>Efecto Fotoeléctrico (diagrama).</p> <p>Absorción y emisión de energía (Dibujos).</p> <p>Modelo de Bohr (diagrama).</p>	<p>1. Comprender la situación relacionando los conceptos implícitos en ella.</p> <p>2. Establecer la diferencia entre la naturaleza de un fotón y de un electrón.</p> <p>3. Elaborar modelos que representen satisfactoriamente la situación planteada.</p> <p>4. Relacionar el comportamiento del electrón con la corriente eléctrica.</p>

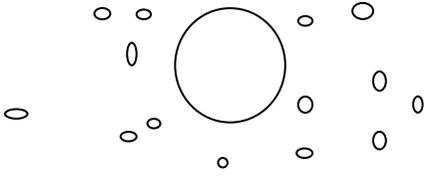
**Anexo 3.** Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo en Subgrupo de Antonio y Walter. Fase dos

CAMPO CONCEPTUAL: EI ÁTOMO DESDE FUNDAMENTOS DE LA MECÁNICA CUÁNTICA. TRABAJADO EN EL SUBGRUPO DE ANTONIO Y WALTER				
CLASES DE SITUACIONES	CONCEPTOS	PROPOSICIONES	REPRESENTACIONES SIMBÓLICAS	PROCEDIMIENTOS
<p>Este chorro de electrones choca contra una “célula fotoeléctrica” (dispositivo creado a partir de ciertos metales) y según la intensidad del chorro de electrones y del choque generado por el mismo se proyecta la escena que se desea televisar</p> <p>¿De qué manera se podría asociar el funcionamiento de la televisión con el efecto fotoeléctrico? ¿Qué otros aparatos funcionan bajo este mismo principio?</p> <p><b>Problema 3:</b></p> <p>Cuando se van a calentar alimentos dentro del horno microondas existen recipientes especializados para tal fin o a falta de ellos, se puede recurrir a recipientes no metálicos, Juan sin darse cuenta un día colocó dentro del microondas una cantidad de leche en un vaso de aluminio. Cuando encendió el electrodoméstico comenzó a observar unos “chispazos” y enseguida sacó el vaso de allí, el vaso estaba más caliente de lo normal, tanto que tuvo que utilizar un guante. A la luz de la teoría ondulatoria ¿Puedes explicar este fenómeno? ¿Por qué crees que el vaso se “calentó” tanto?</p>		<p>5. Los fotones solo existen mientras se están moviendo a la velocidad de la luz, pero cuando estos colisionan con un electrón, pueden transferir toda su energía a este, desapareciendo de esta forma.</p>		

**Anexo 3.** Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo en Subgrupo de Antonio y Walter. Fase dos

<b>CAMPO CONCEPTUAL: EL ÁTOMO DESDE FUNDAMENTOS DE LA MECÁNICA CUÁNTICA. TRABAJADO EN EL SUBGRUPO DE ANTONIO Y WALTER</b>				
<b>CLASES DE SITUACIONES</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>REPRESENTACIONES SIMBÓLICAS</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>
<p><b>Problema 4</b></p> <p>El día domingo iremos de paseo ecológico en clase de Ciencias Naturales a las montañas (Cerro el volador), dentro de lo sugerido por el profesor, está llevar líquidos, sombrero o gorra, y “extrañamente” sugirió no llevar prendas de vestir de color negro, ya que se prevé un día muy soleado según fuentes climatológicas. Puedes explicar ¿Por qué no se puede llevar ropa negra?</p> <p><b>Problema 5:</b></p> <p>Tenemos una esfera metálica totalmente hueca y le perforamos un pequeño orificio. Ahora exponemos la esfera a una fuente luminosa de modo que un pequeño haz o rayo de luz pase al interior de la esfera a través del pequeño orificio, “rebotando” en su interior hasta “perdersse” completamente. ¿Qué sucedió con el rayo de luz? ¿Por qué el haz o rayo de luz no puede “salir” del interior de la esfera?</p> <p><b>Situación 2: Análisis de propiedades complementarias y su relación con el principio de incertidumbre y nube de probabilidad.</b></p>	<p>Radiación electromagnética.</p> <p>Longitud de onda.</p> <p>Espectro electromagnético.</p> <p>Absorción.</p> <p>Emisión.</p> <p>Energía radiante.</p> <p>Probabilidad.</p>	<p>1. Un cuerpo negro es una cavidad completamente cerrada excepto por una pequeña abertura.</p> <p>2. La radiación que entre o penetre en un cuerpo negro tiene muy poca probabilidad de ser reflejada de forma inmediata.</p> <p>3. En el interior de un cuerpo negro la radiación puede absorberse o reflejarse en las paredes repetidas veces.</p> <p>4. Los cuerpos negros absorben y reflejan radiación.</p> <p>5. La radiación está constituida por ondas electromagnéticas.</p> <p>6. La radiación absorbida por un cuerpo negro es igual a la radiación</p>	<p>Espectro de absorción y emisión.</p> <p>Terminología propia de las ciencias (lenguaje científico).</p> <p>Ángulos de reflexión.</p> <p>Dibujo cuerpo Negro</p>	<p>1. Comprender la situación relacionando los conceptos implícitos en ella.</p> <p>2. Describir la situación aplicando los conceptos.</p> <p>3. Construir representaciones o modelos empleando los conceptos implícitos en la situación.</p> <p>4. Explicar el fenómeno de la radiación del cuerpo negro.</p>

**Anexo 3.** Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo en Subgrupo de Antonio y Walter. Fase dos

CAMPO CONCEPTUAL: EI ÁTOMO DESDE FUNDAMENTOS DE LA MECÁNICA CUÁNTICA. TRABAJADO EN EL SUBGRUPO DE ANTONIO Y WALTER				
CLASES DE SITUACIONES	CONCEPTOS	PROPOSICIONES	REPRESENTACIONES SIMBÓLICAS	PROCEDIMIENTOS
<p><b>Problema 6:</b> Imaginemos una habitación totalmente vacía y en el centro de esta, se encuentra una lámpara o bombilla de alta potencia que alcanza a iluminar todo su interior. Ahora, introducimos una polilla en la habitación e instalamos una cámara fotográfica capaz de tomar una fotografía por segundo y la dejamos funcionar por un minuto. Cada foto nos mostrará la polilla en una posición diferente. Sabemos qué posición tiene la polilla cada segundo, pero desconocemos cuál fue su recorrido o trayectoria para llegar allí. Al cabo de un minuto y, superponiendo todas las fotos tomadas por la</p> <p>Figura</p>  <p>Si comparamos nuestra habitación con el átomo y la polilla con el electrón ¿Es posible determinar su posición y su velocidad al mismo tiempo? ¿Podríamos asignar un valor numérico para describir tanto la posición como la velocidad del electrón dentro del átomo? ¿Qué relación encuentras entre nuestro ejemplo y los orbitales atómicos?</p>	<p>Probabilidad.</p> <p>Incertidumbre.</p> <p>Variables complementarias: Velocidad y Posición.</p> <p>Orbital atómico o Nube Electrónica.</p> <p>Electrón.</p> <p>Números cuánticos.</p> <p>Niveles y subniveles de energía.</p> <p>Configuración electrónica.</p> <p>Función de Onda.</p>	<p>1. No es posible determinar simultáneamente la posición y la velocidad del electrón dentro del orbital atómico.</p> <p>2. Cuanto más exacto sea el cálculo y la certeza sobre una de las variables (posición y velocidad) mas inexacto será el cálculo y la no certeza sobre la otra (complementariedad entre variables).</p> <p>3. Los electrones se encuentran girando alrededor del núcleo a grandes velocidades en regiones definidas del espacio llamadas orbitales atómicas o nubes electrónicas.</p>	<p>Terminología propia de las ciencias (lenguaje científico).</p> <p>Esquematzación de la situación mediante el uso de modelos gráficos.</p> <p>Representación gráfica de un orbital atómico.</p> <p>Principio de construcción, Regla de Hund, principio de exclusión de Pauli.</p> <p>Ecuación de la función de onda.</p>	<p>1. Comprender la situación relacionando los conceptos implícitos en la misma.</p> <p>2. Formular hipótesis que busquen resolver la situación planteada.</p> <p>3. Elaborar modelos que representen satisfactoriamente la situación.</p> <p>4. Construir la configuración electrónica de un elemento ubicándolo en la tabla periódica.</p>

**Anexo 3.** Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo en Subgrupo de Antonio y Walter. Fase dos

CAMPO CONCEPTUAL: EI ÁTOMO DESDE FUNDAMENTOS DE LA MECÁNICA CUÁNTICA. TRABAJADO EN EL SUBGRUPO DE ANTONIO Y WALTER				
CLASES DE SITUACIONES	CONCEPTOS	PROPOSICIONES	REPRESENTACIONES SIMBÓLICAS	PROCEDIMIENTOS
<p><b>Problema 7 :</b> Consideremos a “Pérez”, un pequeño ratón muy inquieto y escurridizo que puede moverse a lo largo de una caja cerrada. La situación inicial es esta: si abrimos la caja en cualquier instante de tiempo, hallaremos a “Pérez” dentro de la caja el 100% de las veces. <math>P = 1</math> (Probabilidad de encontrar a “Pérez”) Nuestra caja es muy especial ya que la podemos dividir en dos partes iguales cerrando una puerta intermedia. Se separa cada una de las cajas resultantes y se les entrega a dos estudiantes ¿Qué probabilidad tiene cada uno de encontrar a “Pérez” dentro de la caja?</p> <p>Asumamos ahora, que en vez de “Pérez” introduzco un electrón (partícula subatómica) dentro de la caja; la probabilidad de encontrarlo es igual a <math>1 = 100\%</math>. Si dividimos la caja en varias partes o regiones – digamos 4- ¿Qué probabilidad hay de encontrar el electrón en cada sección?</p> <p>Si suponemos que la caja es un “átomo”... ¿Puedes encontrar con certeza el electrón en un tiempo (t) determinado?</p>		<p>4. Los orbitales atómicos o nubes electrónicas son aquellas regiones del espacio externas al núcleo, donde es muy probable encontrar al electrón.</p> <p>5. El comportamiento del electrón en el átomo (en este caso, la posición) puede ser descrito utilizando números.</p> <p>6. Los electrones giran alrededor del núcleo en niveles energéticos definidos (restringidos a ciertos niveles de energía)</p> <p>7. El modelo mecánico cuántico es un modelo netamente matemático, que describe la estructura del átomo por medio de ecuaciones.</p>		<p>5. Definir los números cuánticos para un electrón en cualquier nivel de energía.</p> <p>6. Comprender la complementariedad entre las variables posición y velocidad.</p>

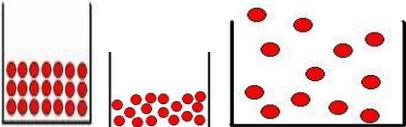
**Anexo 4.** Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo Individual de Antonio. Fase dos

<b>LOS MATERIALES: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS. TRABAJO INDIVIDUAL DE ANTONIO</b>				
<b>CLASES DE SITUACIONES</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>REPRESENTACIONES SIMBÓLICAS</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>
<p><b>Situación: Identificación de relaciones entre propiedades de los materiales.</b></p> <p><b>Problema M1:</b> Cuando un astronauta “aterriza” en la luna (alunizaje) se siente más liviano. ¿Cómo podrías explicar este fenómeno?</p> <p><b>Problema M2:</b> El profesor de química le pide a dos de sus estudiantes que le digan su peso. Andrés afirma que su peso es de 70 Kg, mientras que Julián sostiene que su peso es 525 N. ¿Cuál de los dos estudiantes entregó la respuesta correcta? Explica.</p> <p><b>Problema M3:</b> En ciertas pruebas de laboratorio para la identificación de un gas desconocido, se observó que ardía en presencia de oxígeno (se quemaba), con desprendimiento de nitrógeno y vapor de agua. Empleando únicamente esta información ¿Podrías decir si el gas en cuestión era un elemento o un compuesto? Explica.</p>	<p>Masa</p> <p>Peso</p> <p>Fuerza de gravedad</p> <p>Materia</p> <p>Elemento sustancia simple</p> <p>Compuesto</p> <p>Átomo</p> <p>Molécula</p> <p>Sustancias puras</p> <p>Gas</p> <p>Mezcla</p>	<p>1. La masa de un cuerpo depende de la cantidad de materia que posea un cuerpo.</p> <p>2. El peso de un cuerpo depende de la medida de la fuerza que ejerce un cuerpo celeste (tierra o luna) sobre la masa de un cuerpo.</p> <p>3. La fuerza de gravedad es aquella que se presenta cuando interactúan dos cuerpos masivos (con masa).</p> <p>4. La masa de un cuerpo se expresa en Kilogramos.</p> <p>5. El peso de un cuerpo se expresa en Newton (N) o unidades de fuerza.</p> <p>6. Las moléculas son uniones o agregados de átomos iguales o diferentes.</p> <p>7. Los compuestos químicos son sustancias formados por la unión de dos o más átomos diferentes.</p>	<p>Fórmulas y/o ecuaciones.</p> <p>Unidades de fuerza y masa.</p> <p>Lenguaje y/o terminología.</p> <p>Símbolos de los elementos químicos.</p> <p>Fórmulas moleculares.</p> <p>Respuestas escritas.</p>	<p>Interpretar la situación.</p> <p>Establecer diferencias entre los conceptos de masa y peso.</p> <p>Construir modelos que representen la situación.</p> <p>Comprender la diferencia de la aceleración de la gravedad entre la Tierra y la Luna.</p> <p>Plantear hipótesis e inferencias.</p> <p>Identificar posibles reacciones químicas.</p> <p>Expresar relaciones mediante símbolos químicos atómicos y fórmulas.</p>

**Anexo 4.** Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo Individual de Antonio. Fase dos

<b>LOS MATERIALES: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS. TRABAJO INDIVIDUAL DE ANTONIO</b>				
<b>CLASES DE SITUACIONES</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>REPRESENTACIONES SIMBÓLICAS</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>
<p><b>Problema M4:</b></p> <p>Imagina que tienes dos recipientes frente a ti, uno con agua y otro con gasolina, pero ninguno de los recipientes posee identificación alguna. ¿Qué propiedades físicas y qué propiedades químicas utilizarías para diferenciar ambas sustancias?</p> <p><b>Problema M5:</b></p> <p>En una práctica experimental para determinar la densidad del agua, el profesor no te ofrece información procedimental alguna, solo te informa que la densidad es la relación entre la masa y el volumen de una determinada sustancia. ¿Qué procedimiento llevarías a cabo? Si tomas volúmenes diferentes de agua ¿La densidad variaría? Explica.</p>	<p>Propiedades físicas (olor, color, viscosidad, densidad, etc.)</p> <p>Propiedades químicas (Capacidad de reacción, capacidad de combustión)</p> <p>Sustancia combustible</p>	<p>1. Las propiedades físicas de una sustancia son propias de cada una y no necesitan de ningún referente para evidenciarse.</p> <p>2. Las propiedades químicas requieren de otra sustancia como referente para evidenciarse.</p> <p>3. Cada sustancia posee características y/o propiedades particulares que las diferencian de las demás.</p>		

**Anexo 4.** Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo Individual de Antonio. Fase dos

<b>LOS MATERIALES: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS. TRABAJO INDIVIDUAL DE ANTONIO</b>				
<b>CLASES DE SITUACIONES</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>REPRESENTACIONES SIMBÓLICAS</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>
<p><b>Problema M6:</b>                      Cuando en tu casa colocas agua en el fogón, después de un tiempo, se comienzan a presentar cambios físicos de estado de agregación. ¿Cómo se denominan estos cambios? ¿Qué condiciones fueron necesarias para hacer que el agua cambiará de estado?                      Cuando se tapa la olla, se observa otro cambio de estado del agua. ¿Cómo se denomina? ¿En qué consiste este cambio?</p>  <p>Cada uno de estos gráficos representa uno de los estados de agregación físicos básicos. Identifica a qué estado de agregación pertenece cada gráfico y con base en éste, describe sus características a nivel microscópico.</p>	Estado de agregación física Cambio de Estado Presión Temperatura Condensación Evaporación Estado líquido Estado gaseoso Estado sólido Átomos o moléculas Fuerzas de atracción y cohesión intermolecular	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El estado de agregación física de una sustancia depende de las condiciones de presión y temperatura a las cuales se encuentra expuesta.</li> <li>2. La temperatura es el aumento en la frecuencia de las colisiones moleculares debido al incremento de la energía cinética.</li> <li>3. La presión es la fuerza ejercida por o sobre un cuerpo.</li> <li>4. Las sustancias están constituidas por átomos y/o moléculas</li> <li>5. Las fuerzas de atracción y cohesión intermolecular determinan el estado de agregación física de una sustancia.</li> </ol>	Posible esquema gráfico de la situación  Respuestas escritas  Lenguaje o terminología científica utilizada	Imaginar o recrear mentalmente la situación.  Interpretar y comprender la situación.  Aplicar invariantes operatorios para darle solución a la situación.  Plantear hipótesis e inferencias.

**Anexo 5.** Registros contexto de práctica. Caso Antonio. Fase dos

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		AUTOEVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA
	Subcategoría: metodología de enseñanza	Subcategoría: Evaluación de aprendizajes	
<b>Diario</b>	<p>2 -03- 2011 Esta clase la dividí en dos momentos, en uno de ellos –el primero- realicé un <b>repaso general</b> de lo concerniente a la teoría atómica para realizar un ejercicio de <b>retroalimentación</b> de la información. Posteriormente, procedí a darles la instrucción a los estudiantes para la <b>construcción de un escrito individual</b> donde sintetizarán la información, retomando ideas del texto y argumentando desde su postura personal y/o conocimiento adquirido. El ejercicio de <b>retroalimentación</b> lo hicimos mediante la discusión y la observación de una serie de videos sobre teoría atómica.</p> <p>23-03-2011 En la primera hora de clase realizamos <b>diversos ejercicios</b> sobre configuración electrónica y números cuánticos, aplicando en los mismos la regla de Hund, el principio de exclusión de Pauli y el principio de construcción. Sacamos varios estudiantes al tablero a realizar ejercicios, otros salían de forma voluntaria.</p> <p>30-03-2011</p>	<p>9-03- 2011- Para la evaluación escrita se pretende trabajar todos los objetivos que se propusieron para el desarrollo del tema. El examen se presentó de forma normal, y posteriormente (después de que todos terminaron), procedimos a socializarlo para que tuvieran una visión general de cómo les fue (resultados).</p> <p>7-04- 2011 Al valorar la actividad escrita pude darme cuenta del nivel de comprensión alcanzado por el grupo, sólo “perdieron” la actividad dos de los veinte estudiantes. Los resultados obtenidos me dejan muy satisfecho por el grado de dominio de los procedimientos y las inferencias derivadas de los mismos.</p>	<p>2-03- 2011 [...] Esta clase me dio pie para darle importancia a la <b>retroalimentación</b>, ya que <b>fomentan el debate</b> y consolidan el conocimiento adquirido debido al uso o implementación de <b>diferentes estrategias</b>.</p> <p>3-03-2011 La clase se desarrolló de forma normal, cada pareja se enfocó en la construcción de su modelo y lo entregaron de manera escrita. Será un instrumento utilizado para el análisis de la información, debido a la jerarquización y conceptualización que esta actividad puede evidenciar.</p> <p>10-03- 2011 Lo más relevante, en la clase de hoy, fue la dificultad o confusión para comprender la forma o posible forma de las nubes electrónicas u orbitales atómicas, dependiendo tanto del nivel de energía como subnivel. Análisis y reflexión: A pesar de la buena disposición que presentaron los muchachos el día de ayer, hoy fue un caso totalmente contrario, su disposición no fue la mejor y la clase se tornó algo pesada para mí, debido a mi preocupación porque ellos comprendieran lo mejor posible todos estos contenidos. Dialogué con ellos y me expusieron que estaban recibiendo mucha información y eso les estresaba.</p> <p>30 -03- 2011 Sigo evidenciando con agrado el éxito de los ejercicios o actividades de <b>retroalimentación</b>, de una u otra manera motiva a los estudiantes a participar y exponer sus ideas o conocimientos adquiridos.</p>

**Anexo 5.** Registros contexto de práctica. Caso Antonio. Fase dos

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		AUTOEVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA
	Subcategoría: metodología de enseñanza	Subcategoría: Evaluación de aprendizajes	
<b>Diario</b>	<p>Realizamos un ejercicio de <b>repaso y de síntesis</b> de todo lo visto hasta el momento para <b>retroalimentar la información</b> y reforzar los conocimientos, sobre todo en cuanto a los orbitales atómicos y nubes electrónicas, es decir, lo referente a la probabilidad de encontrar un electrón en estas regiones o zonas del espacio. Se esbozaron algunos gráficos en el tablero que representan la forma o posible forma de los orbitales.</p> <p>1-04-2011 Nos dirigimos a la sala de sistemas para <b>realizar un laboratorio virtual</b> (applet) donde los estudiantes pudieron interactuar con los orbitales y los números cuánticos de una forma “más directa y dinámica”. Se les dio la instrucción para ingresar a la página de internet. En esta página encontraron dos links que los remitían a dos applets diferentes, en uno de ellos, encontraban actividades donde ellos asignaban los números cuánticos y el applet les moldeaba los orbitales dependiendo de los números cuánticos asignados. El otro applet, era algo parecido, con la diferencia de que planteaba orbitales atómicos como nubes electrónicas de probabilidad – densidad de probabilidad de encontrar al electrón en una determinada región–</p>	<p>14-04-20</p> <p>Los estudiantes estuvieron muy dispuestos a abordar las situaciones y solucionarlas o dar respuestas a sus preguntas.</p> <p>Observé que los estudiantes trabajaron de forma ordenada, cada uno contestando su cuestionario.</p> <p>Al evaluar esta actividad se evidenciaron muy buenos niveles de conceptualización en la mayoría de los estudiantes</p> <p>No sé hasta qué punto, el hecho de la experiencia virtual realizada ayer y su relación con la serie de situaciones, pudo influir de esta manera en los resultados, al tener la información más reciente.</p>	<p>6-04- 2011 El grupo estuvo muy dispuesto hoy, se logró explicar el tema y evidenciar buen dominio por parte de la mayoría de los estudiantes. El número cuántico que más dificultad presentó para comprender fue el ms, que determina el espín o momento angular del electrón dentro del orbital.</p> <p>14-04-20 Los estudiantes estuvieron muy dispuestos a abordar las situaciones y solucionarlas o dar respuestas a sus preguntas. Observé que los estudiantes trabajaron de forma ordenada, cada uno contestando su cuestionario. Al evaluar esta actividad se evidenciaron muy buenos niveles de conceptualización en la mayoría de los estudiantes No sé hasta qué punto, el hecho de la experiencia virtual realizada ayer y su relación con la serie de situaciones, pudo influir de esta manera en los resultados, al tener la información más reciente.</p> <p>28-04-2011 Los estudiantes participaron de forma dispuesta y activa en el ejercicio de repaso. En sus discursos y/o aportes se evidenciaron buenas ideas, dominio conceptual, utilización de terminología y aceptable conceptualización. Con respecto a las partículas subatómicas todavía se notan confusiones en cuanto a los nombres de las partículas, su naturaleza eléctrica y su ubicación dentro del átomo.</p> <p>1-05-2011 Con respecto a la actividad lúdica, me parece una estrategia muy apropiada para explicar y comprender las fuerzas intermoleculares que se presentan en cada uno de los estados</p>

**ANEXO 5:** Registros contexto de práctica. Caso Antonio. Fase dos (continuación)

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA
	Subcategoría: metodología de enseñanza	Subcategoría: Evaluación de aprendizajes	
Transcripción de clases	<p>9 -03-2011</p> <p>1. Tenía limitaciones fundamentales que planteaba el modelo de Bohr. O sea, cosas que él no podía explicar, surge la necesidad de construir un nuevo modelo, ¿qué conceptos implicaba este nuevo modelo?. Recordemos que el modelo de Bohr fue planteado en 1913. En 1924 viene el señor Francés Luis De Broglie que expone que si la luz se comporta como corrientes de partículas, que son fotones; los electrones pueden tener propiedades ondulatorias. Partículas que viajan o se desplazan en el espacio de forma ondulatoria.</p> <p>2. Estudiante 1: ¿nos lo vuelve a repetir?</p> <p>3. Antonio: que si la luz se comporta como una corriente de partículas, o sea, los fotones o paquetes de luz, los electrones pueden tener propiedades ondulatorias, o sea como ellos también son partículas pueden viajar como ondas, como el fotón. De ahí es que vemos la dualidad onda – partícula. Que el electrón es una partícula y cuando viaja en el espacio se comporta como una onda, ¿listo?</p> <p>4. Estudiantes: sí de Luis De Broglie.</p> <p>5. Antonio: Este es un aporte importante para la construcción del modelo mecánico cuántico. Luego viene en 1927, el señor Alemán Heisenberg y nos propone lo siguiente: si una partícula se comporta como una onda y viceversa, es imposible conocer simultáneamente la posición exacta y la velocidad de dicha partícula, <b>recuerdan que eso se analizaba en el ejercicio de la hélice</b>. Esto es lo que se conoce como el principio de incertidumbre. Entonces ¿qué dice el principio de incertidumbre? Si conozco la posición de una partícula con exactitud, en este caso, ¿cuál es la partícula?</p> <p>6. Estudiantes: Fotón. No, el electrón.</p> <p>7. Antonio: si yo conozco la velocidad exacta del electrón, es imposible conocer...</p> <p>8. Estudiantes: la posición.</p>		

**Anexo 5.** Registros contexto de práctica. Caso Antonio. Fase dos

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		AUTOEVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA	
	Subcategoría: metodología de enseñanza	Subcategoría: Evaluación de aprendizajes		
<b>Transcripción de clase</b>	<p>9. Antonio: la posición, o viceversa, si conozco la posición es imposible conocer la velocidad, esto se llama complementariedad de variables. [escribe en el tablero], ¿cuáles serían las variables aquí?</p> <p>10. Estudiantes: posición y velocidad</p> <p>13. Antonio: estos son dos aportes que se necesitaron para plantear el nuevo modelo mecánico cuántico, la dualidad onda partícula y el principio de incertidumbre., ¿qué puedo decir con respecto al electrón?, que yo puedo conocer la posición pero no a qué velocidad va, o puedo conocer a qué velocidad va, pero no en qué posición está. Entonces esto es lo que llaman variables complementarias o complementariedad entre variables. ¿estamos claros?</p> <p>14. Estudiantes: Si señor</p> <p>15. Antonio: este era el ejemplo del ejercicio de la hélice, [realiza el dibujo en el tablero] que si podíamos ver la nubecita que deja la hélice y si las aspapas eran los electrones, ¿Dónde podían estar el electrón? Puedo conocer la velocidad de la hélice, pero no sé si está acá...o acá [señala el tablero], lo único que tengo seguro es en qué espacio está.</p> <p>30 -03-2011</p> <p>1. Antonio: vamos a hablar de otra base teórica para la construcción de nuestro modelo. Recuerden que Bohr propuso los niveles, entonces un electrón que esté en el nivel uno, decimos energía uno; en el nivel dos tiene energía dos. Podemos ubicar cierta región del átomo. Lo que se hace en esta ecuación es que se reemplaza esta letra Psi, que nos permite indicar la energía y la posición, entonces lo que hacemos es reemplazarla por números enteros y nos daría la posición; para el nivel uno, nivel dos, y eso es lo que determina esta ecuación. Nos permite a nosotros hacer la configuración electrónica.</p>			

**Anexo 5.** Registros contexto de práctica. Caso Antonio. Fase dos

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		AUTOEVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA
	Subcategoría: metodología de enseñanza	Subcategoría: Evaluación de aprendizajes	
<b>Transcripción de clases</b>	<p>Aquí tenemos cinco fundamentos teóricos muy importantes que posibilitaron la construcción del modelo mecánico cuántico. Ahora de acuerdo a la posición y energía aparece un término que se llama orbital atómico, lo podemos también llamar nube electrónica, ¿por qué nube? Porque se trata de una región donde está el electrón, nosotros no sabemos dónde está exactamente, sabemos en qué espacio se está moviendo, pero no la posición exacta. La función de onda <math>\psi</math> es una función matemática sin significado físico en la física clásica, recuerden que esto, ya es mecánica cuántica, cuya interpretación ha sido objeto de múltiples controversias. La ecuación describe el electrón en función del tiempo y su posición. Es una ecuación que los anteriores físicos no entendieron, de hecho es una ecuación muy compleja, pero lo que yo pretendo con esta ecuación, es que puedo darle un nivel y un cierto valor energético al electrón dentro del átomo. El concepto de densidad electrónica, es la probabilidad de encontrar un electrón en una cierta región del átomo.</p> <p>2. Estudiante 1: ¿Copiamos lo que está ahí?</p> <p>3. Antonio: sólo me interesa esto [señala lo relacionado con el orbital]. En esa región del espacio se va encontrar el electrón, no su posición exacta. Ejemplo, en este salón encuentro al grado décimo, pero no sé cómo se sentaron hoy, Pedro se sentó aquí, Simón allá y mañana no sé dónde van a estar. Un ejemplo más claro, en la reunión de padres de familia, ellos saben dónde queda el salón de décimo, pero desconocen en qué puesto nos sentamos, conocen la región del espacio que con certeza está el grado décimo, pero no saben dónde se sienta. Juan Andrés, ¿Listo?.</p> <p>4. Estudiantes Sí</p> <p>5. Antonio: Orbital o nube electrónica es un concepto más físico, pero significan lo mismo. ¿está claro?, ¿nadie tiene dudas con respecto a eso?,</p> <p>6. Estudiantes: [no responden]</p> <p>7. Antonio: O sea en el modelo cuántico no vamos a hablar de orbita, sino</p>		

**Anexo 5.** Registros contexto de práctica. Caso Antonio. Fase dos

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		AUTOEVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA	
	Subcategoría: metodología de enseñanza	Subcategoría: Evaluación de aprendizajes		
	de ..? 8. Estudiante3: Nube electrónica			
<b>Transcripción de clase</b>	9. Antonio: nube electrónica u orbital. Desaparece el término orbita. Juan repíteme, ¿Qué preguntaste? 10. Estudiante 4: ¿Una órbita y qué más? 11. Antonio: No, orbital atómico o nube electrónica, ¿Esta claro? 12. Estudiante 5: ¿El orbital es esa cosa?. 13. Antonio: El orbital atómico sería lo que está alrededor del núcleo, pero no lo consideren como un lugar fijo o estático, sino como un espacio donde encontramos el electrón. 14. Estudiante5: ¿Como una sombra? 15. Antonio: Exacto sombra, por eso la llamamos nube, <b>recuerden el ejercicio de la hélice del helicóptero. ¿Listo?</b> 16. Antonio: Cuánticos, acá si nos metemos en lo bueno. El comportamiento de un electrón en un átomo se describe por cuatro números cuánticos. Pues aquí todos vamos a tomar nota, todos absolutamente. Primero viene un número cuántico principal que vamos a representar con n y ese fue el que estableció Bohr, n=1, n=2 ¿recuerdan?, n es un entero positivo. Van anotando esto y yo les voy explicando poco a poco.			

**Anexo 5.** Registros contexto de práctica. Caso Antonio. Fase dos (continuación)

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA
	Subcategoría: metodología de enseñanza	Subcategoría: Evaluación de aprendizajes	
<b>Entrevista final</b>	<p>29-09-2011</p> <p>1. Profesora: ¿Cómo crees que contribuyó la propuesta desarrollada en los seminarios de Proyecto pedagógico e Investigación monográfica en tu proceso de formación como maestro?</p> <p>2. Antonio: yo creo que las modificaciones en mi forma de enseñar o en mi proceso de formación son muchas, de pronto se me escapan algunas, pero, voy a mencionar algunas de las más importantes. La primera modificación es muy grande, yo diría que es apoyar mi trabajo didáctico en un referente teórico. Uno siempre había hecho las cosas de buena fe, ¿si me entiende?, o sea, hacer esta experiencia o algo para mejorar el proceso, pero nunca apoyado en ningún referente. Entonces, yo digo que el primer avance que hubo fue apoyar mi forma de enseñar en un referente que me dé cuenta, de si estoy realizando bien el proceso, de analizar verdaderamente los avances conceptuales o evolución conceptual que tuvieron los muchachos, en una evaluación permanente. Apoyar mi práctica en un referente teórico, que es la teoría de Campos Conceptuales. Aunque, es una teoría que me interesa, me gustaría leer otras teorías a ver si uno puede fusionar. El año que viene yo quiero hacer una investigación sobre factores de conversión, que es un tema, muy duro para ellos, entonces quiero metérmele a ese cuento, incluso Walter me dijo, hágale vamos a investigar los dos sobre esto.</p> <p>La segunda gran modificación es la profundización en el dominio conceptual, o sea, tener que ir a un referente teórico, o sea a un libro que no sea el texto propiamente dicho, sino, una literatura digamos... universitaria, ¿Cómo diríamos? entonces esta también fue otra forma, más profunda, más profesional, más “verdadera”, y tener que profundizar en todos esa serie de conceptos para yo poder transmitirlos de una forma más segura y más coherente a los muchachos. Uno siempre como profe, lastimosamente hay que aceptarlo nos remitimos mucho a los libros de texto. Muchas veces caemos en el error que no tomamos ni siquiera dos o tres libros de texto, sino que utilizamos el libro de texto que hay en el colegio, pues, no es mi caso porque yo manejo varios libros de texto.</p>		

**Anexo 5. Registros contexto de práctica. Caso Antonio. Fase dos (continuación)**

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA
	Subcategoría: metodología de enseñanza	Subcategoría: Evaluación de aprendizajes	
<b>Entrevista final</b>	<p>Bueno, la otra modificación y yo diría que la más significativa para mí, es la forma de enseñar basada en situaciones ¿cierto?, entonces al principio uno planea, como ciertas situaciones que pretende que los muchachos dominen o resuelvan, todos los talleres, los ejercicios, los laboratorios, todo lo que haga uno dentro de la clase gira en torno a que ellos sean capaces de resolver esa situación, digamos como una evaluación bimestral, entonces uno siempre, esa forma de enseñar basada en situaciones me pareció excelente. Aunque, yo las había implementado sin sentido alguno, porque me parecía bien que ellos resolvieran situaciones de la vida cotidiana, más enfocado como en la cotidianidad, nunca lo había pensado desde que una teoría trabajará esas situaciones, con una estructura definida, no como una tarea solo de ejecución, sino cognitiva, que a ellos les implique razonar, y relacionar conceptos, plantear hipótesis o teoremas, entonces me pareció excelente, ¿cierto?, entonces esa es otra modificación que de hecho la estoy implementando en otras áreas. En ambiental, también le pongo situaciones, entonces ellos ya las resuelven.</p> <p>3. Profesora: ¿En otros grados?</p> <p>4. Antonio: En otros grados, en once, en octavo. De por sí, yo siempre he planteado situaciones, pero con esta teoría, ya sé como plantearlas de forma más coherente y con un verdadero sentido, para mí como profe, o sea, qué es lo quiero yo verdaderamente con esta situación con ellos, o sea qué conceptos quiero que dominen para manejar esta situación, qué posibles hipótesis o teoremas ellos pueden plantear para resolver la situación. Por otra parte, todo gira en torno a esta situación, entonces la evaluación también giraría en torno a la resolución de estas situaciones. Como yo te decía, yo planeo talleres que son muy procedimentales, de pronto muy tradicionales, muchos caemos en eso, y yo creo que vamos a seguir cayendo, pero la idea es, que a esos talleres uno les dé el enfoque que permitan desarrollar habilidades o destrezas cognitivas en ellos, para que ellos después me resuelvan esa situación y digan: ¡ah!, para resolver esta situación necesito este procedimiento, y ese procedimiento me implica, este, este y este otro concepto.</p>		

**Anexo 5.** Registros contexto de práctica. Caso Antonio. Fase dos (continuación)

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA
	Subcategoría: metodología de enseñanza	Subcategoría: Evaluación de aprendizajes	
<b>Entrevista final</b>	<p>Porque yo digo que los procedimientos no están desligados de los conceptos, yo tengo que saber qué es una fórmula empírica para ir a..., si o no?, yo tengo que saber qué es una masa molecular, para poderla calcular, yo tengo que saber que es una masa atómica, para poder buscarla en la tabla, yo digo que todo procedimiento implica conceptualización, ¿cierto?, <b>entonces la evaluación basada en situaciones me parece excelente, ojalá la pueda seguir implementando, porque es una forma de evaluar que los pone a ellos como a patinar, no es una forma tan escueta, como: ¿Qué es esto?</b></p> <p>Y la otra, que también me parece muy importante, es que por medio de esta teoría yo estoy previendo un posible dominio conceptual y la evolución del mismo dominio por parte de los estudiantes, con esta situación como se supone que la debemos organizar por orden jerárquico o de complejidad, entonces yo digo con esta situación ellos me van a manejar estos dos conceptos, pero, si la modifico, así ya me tienen que manejar estos cuatro, entonces estoy previendo qué posibles conceptos pueden manejar o deben manejar para responderla y me estoy adelantando a los posibles teoremas o hipótesis que ellos pueden plantear, y ya con eso, como yo tengo una planeación prevista que es el campo que yo quiero entonces mirar , ¿se me acercaron o no al campo?, ¿qué tanto fue el acercamiento?, ¿qué tan significativo fue ese acercamiento? y de pronto ser otra forma de evaluar y de evaluar mi desempeño como docente. Entonces yo diría que esas son las cinco modificaciones más drásticas que tuvo este proceso del seminario en mi forma de enseñar.</p> <p>Bueno, yo pienso también que otra evolución o una ruptura digámoslo en términos también de Campos es que, primero mi forma de enseñar estaba muy enfocada a lo que es el aprendizaje significativo, centrado solo en el aprendizaje del muchacho, nunca me había detenido a pensar que ellos aprenden según como yo les enseñe, entonces la teoría de Vergnaud me puso a pensar: es que vos planeas previendo el posible aprendizaje de ellos. Entonces para yo prever ese aprendizaje yo tengo que diseñar las situaciones, todos las estrategias o métodos de enseñanza, entonces me pareció que ahí hubo pues ruptura, pero digamos de forma como positiva, porque fue pasar de aprendizaje significativo basado en el estudiante, en sólo el proceso del estudiante a pasar a Teoría de Campos donde me centro en la forma como yo enseño para potenciar el aprendizaje significativo en ellos, entonces ahí hubo también algo de transformación en mi forma de enseñar.</p>		

**Anexo 6.** Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo Individual de Walter. Fase dos

CAMPO CONCEPTUAL. LOS MATERIALES				
CLASE DE SITUACIONES	CONCEPTOS	PROPOSICIONES	REPRESENTACIONES SIMBÓLICAS	PROCEDIMIENTOS
<p><b>S1: Análisis de la relación entre los estados de agregación de las sustancias y las condiciones específicas de temperatura.</b></p> <p><b>Problema 1:</b> Un día una madre de familia se disponía a lavar la nevera, ya que estaba presentando fallas técnicas, lo primero que se le ocurrió fue desconectar el electrodoméstico, su hijo que estaba presente al momento de hacerlo, se dio cuenta que minutos después el hielo que estaba en el congelador comenzaba a fundirse hasta quedar convertido en agua líquida, el niño le preguntó a su madre por qué sucedía esto ¿cómo le explicarías al niño lo que ocurrió con el hielo?</p> <p><b>Problema 2:</b> Más tarde la madre estaba cocinando una sopa y le agregó los demás ingredientes al agua que estaba hirviendo, una parte del humo que salía del interior de la olla alcanzó a tocar el brazo de la madre y ésta en el momento sintió un dolor muy fuerte, Tanto que le causó una quemadura, el niño le preguntó a su madre que de donde se originó este “humito” ¿qué le podría responder la madre que fuera cercano a la explicación científica? Luego llegó una vecina y le preguntó a la madre si estaba preparando sopa, el niño le preguntó a la madre por qué la vecina supo si no estaba en la casa ¿cómo podría relacionar el</p>	<p>Cambios de estado de agregación, Fusión, ebullición, evaporación,</p> <p>Estados: sólido, líquido y gaseoso.</p> <p>Temperatura y energía.</p>	<p>Dependiendo de la presión y temperatura de un contexto, los materiales presentan un estado de agregación, cuando estas condiciones son cambiadas, también lo hace el estado de agregación.</p> <p>Los cambio de energía cinético molecular en los materiales puede generar un cambio de estado de los mismos.</p> <p>Las sustancias están formadas por átomos.</p>	<p>Lenguaje y terminología utilizada.</p>	<p>Interpretar y comprender la situación planteada.</p> <p>Según la experiencia tratar de explicar lo que ocurre.</p> <p>Planteamiento de hipótesis.</p> <p>Modelar la situación planteada.</p> <p>Explicar los fenómenos presentados en la situación con base a la experiencia y a los invariantes operatorios.</p>

**Anexo 6.** Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo Individual de Walter. Fase dos

CAMPO CONCEPTUAL. LOS MATERIALES				
CLASE DE SITUACIONES	CONCEPTOS	PROPOSICIONES	REPRESENTACIONES SIMBÓLICAS	PROCEDIMIENTOS
comportamiento de los gases para responderle al niño?				
<p><b>S2: Explicación del proceso de descomposición de una sustancia compuesta.</b></p> <p><b>Problema 3:</b> En una clase de química, el docente le decía a sus estudiantes que los elementos químicos constituyen la parte más básica de las sustancias y que sustancias compuestas utilizando diversas técnicas de laboratorio podían separarse en sustancias simples. Luisa una de las estudiantes del curso le pidió al profesor que ilustrara sobre esta técnicas de una mejor manera utilizando ejemplos tangibles. El docente les explicó la hidrólisis del agua (reacción de descomposición de H<sub>2</sub>O en H<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>) ¿por qué este proceso le ayudaría a Luisa a comprender la relación entre la sustancia compuesta, la sustancia simple y elemento?</p> <p><b>Problema 4:</b> Si tenemos dos moléculas de agua que mediante el proceso de hidrólisis se trasforman en dos moléculas de hidrógeno y una molécula de oxígeno  <math display="block">2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2\text{g} + \text{O}_2\text{g}</math>                     ¿Crees que se pueden producir a partir del agua, combustibles más amigables para el medio ambiente y de mejor rendimiento que los hidrocarburos como el petróleo y sus derivados? Explica.</p>	Sustancia compuesta, sustancia simple, elemento químico, hidrólisis	Sustancias simples y sustancias compuestas están constituidas de elementos químicos.  La fórmula molecular representa clase de elementos químicos combinados.  La fórmula molecular representa el número de veces de cada elemento en la combinación.  La hidrólisis del agua consiste en la aplicación de energía eléctrica para romper los enlaces químicos que mantienen unidos los elementos.	Símbolos de los elementos químicos,  Formulas moleculares de las sustancias.	Interpretar y comprender la situación dada.  Diferenciar entre sustancia simple y sustancia compuesta.  Reconocer los símbolos de los elementos químicos involucrados. Explicar la reacción de la hidrólisis.  Modelar la situación presentada Explicar y concluir lo que sucede en el fenómeno.

**Anexo 7.** Registros del contexto de práctica. Caso Walter. Fase dos.

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN	
	Metodología de enseñanza	Evaluación de aprendizajes		
Diario	<p>15-02-2011 Se aplicó el cuestionario de invariantes operatorios iniciales. Bibliografía: VERGNAUD, Gérard: Campos Conceptuales. BALLESTEROS, Jesús H: Física Moderna.</p> <p>11-04-2011 En la hora de hoy se <b>trabajó en el aula de informática con algunos applets relacionados con la teoría cuántica</b>, sobre los niveles de energía y las nubes de probabilidad electrónica.</p> <p>14 -04-2011 Se termina el informe de laboratorio y se hace <b>Explicación del cuerpo negro</b>. En la elaboración del informe se respetó muy poco la condición individual. Bibliografía: BALLESTEROS, Jesús H. Física Moderna.</p> <p>28-04-2011 Se continuó <b>con el trabajo de los números cuánticos</b> y se propusieron <b>muchos ejercicios de aplicación</b> para que las estudiantes practicaran con su grupo de trabajo. Bibliografía: BRAUN. Química La Ciencia Central. BALLESTEROS, Jesús H. Física Moderna.</p>	<p>15-02-2011 Se aplicó el cuestionario de indagación de invariantes operatorios sobre fundamentos del Modelo Cuántico. (...) la mayoría se mostraron preocupadas por la desastrosa nota que iban a recibir, se les dijo que se les iba a valorar el compromiso de acuerdo a los puntos realizados, aunque desde un principio se les dejó claro que se respondía de forma individual y completamente y tratando de ser lo más argumentativas posible.</p> <p>24-02-2011 Se asistió al aula de informática para observar los videos referentes a las teorías atómicas e inicios de la mecánica cuántica. El objetivo era que discutieran los videos en forma grupal y realizaran un mapa conceptual como producción final.</p>	<p>15-02-2011 En esta clase las estudiantes se enfrentaron a algo muy duro para cualquier persona, presentar argumentos sobre algo sobre lo cual no tiene mucha información. De hecho algunos se mostraban en desacuerdo para responderlo ya que se sentían “ignorantes” o “frustradas” o “sin elementos” para esa exigencia para la mayoría demasiado grande.</p> <p>17-02-2011 Hay estudiantes un poco ubicadas en el tema aunque se evidencia que la mayoría de ellas tiene como concepto de átomo el modelo de Rutherford y en algunos casos, modelos anteriores a éste. Les da dificultad a la mayoría ubicar los quark dentro de un átomo. En cuanto a la clase de hoy hubo gente muy dispuesta y otra muy dispersa.</p> <p>28-02-2011 Fue un trabajo interesante, la mayoría hicieron aportes válidos, les llamó mucho la atención los errores de los modelos que se planteaban tanto en la lectura como en los videos, se pudo hacer una reflexión de ello y se pudo plantear a groso modo un modelo actual.</p>	
	Diario	<p>26-04-2011 Las estudiantes presentaron la segunda serie de situaciones problema, se les dio un tiempo de una</p>	<p>12 -04-2011 <b>En Informática se hizo un laboratorio virtual sobre el efecto</b></p>	<p>07-04-2011 También al igual que en el tema de energía anterior, nos fue bien, trabajamos calculando dichas energías con la fórmula.E</p>

**Anexo 7.** Registros del contexto de práctica. Caso Walter. Fase dos.

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN
	Metodología de enseñanza	Evaluación de aprendizajes	
	<p>hora, para resolver de manera individual.</p> <p>Reflexión: Las estudiantes como ya están más familiarizadas con las “situaciones-problemas”, no tuvieron tantos inconvenientes cuando trabajaron las situaciones relacionadas con los invariantes operatorios iniciales: Hubo buena acogida aunque de manera aislada, no faltó quien manifestó inconformidad, argumentando no saber nada, se les habla sobre la importancia de la atención en clase.</p> <p>Bibliografía: BALLESTEROS, Jesús H. Física Moderna.</p> <p>29-04- 2011</p> <p>Con las estudiantes de este grupo se inició a trabajar los números cuánticos y el principio de construcción, se dictó una buena clase, ya que las estudiantes participaron, hicieron ejercicios y salieron al tablero.</p> <p>Bibliografía: BALLESTEROS, Jesús H. Física Moderna.</p>	<p><b>fotoeléctrico.</b> En parejas o tríos se realizó la experiencia, con un reporte para entregar de manera individual.</p> <p>05-04-2011</p> <p>Se les aplicó la <b>segunda serie de situaciones problemas</b> referentes a la radiación de cuerpo negro y ondas.</p> <p>17-05-2011</p> <p><b>Los estudiantes presentaron la tercera serie de situaciones problema,</b> no hubo reclamos, quejas y/o sugerencias por parte de los estudiantes.</p> <p>19 -05-2011</p> <p>Las estudiantes presentaron el <b>cuestionario aplicado al comienzo</b> de la intervención, de cara a comparar y a analizar los logros adquiridos de manera general.</p>	<p>= <math>h\nu = RH (1/n_1^2 - 1/n_2^2)</math></p> <p>Con la cual se puede calcular la energía que queda después del paso de un electrón de un nivel a otro o en su defecto, la que debe absorber para que ese paso dé. Las estudiantes trabajaron con mucho entusiasmo.</p> <p>12-04-2011</p> <p>A las estudiantes les gustó mucho el laboratorio virtual, por lo menos fue lo que manifestaron, se repasó allí el concepto de fotón, energía umbral, electrón, longitud de onda, entre otros; hubo muy buena participación y estuvieron muy dispuestos a aprender y a preguntar.</p> <p>29-04-2011</p> <p>Se dictó una buena clase, ya que las estudiantes participaron, hicieron ejercicios y salieron al tablero, pensé que iba a ser más difícil pero hubo muy buena disposición hasta las “indisciplinadas” trabajaron.</p> <p>19-05-2011</p> <p>No hubo mayor inconveniente en la resolución del instrumento, aunque aún hay estudiantes con conceptos pocos desarrollados; en el caso por ejemplo, de dibujar como átomo el modelo de Dalton y en ocasiones definir el átomo “partícula indivisible”.</p>

**Anexo 7:** Registros del contexto de práctica. Caso Walter. Fase dos (Continuación)

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN
	Metodología de enseñanza	Evaluación de aprendizajes	
Transcripción de clases	<p>Clase 22 -09-2011.</p> <p>5. Walter: Vamos ahora a hacer un repaso sobre los estados de agregación. Los sólidos son los que presentan una forma definida, geométrica o no. Un sólido es muy difícil de comprimir, en general. Habrá sólidos más fáciles que otros para comprimir; por ejemplo, una piedra es difícil de comprimir, y se explica porque las partículas están muy juntas; también se pueden expandir en un porcentaje muy pequeño, por ejemplo, una puerta metálica que está al sol y voy a abrirla, no se abre tan fácil.</p> <p>2. Estudiante 2: Se expande.</p> <p>3. Walter: Se expande, ese metal que está ahí ha tomado otro volumen, como si dijéramos que se hinchó, pero esa no es la palabra, entonces da más dificultad abrir la puerta. Tiene alta fuerza de interacción entre las partículas, si ustedes ven este dibujo, ¿cómo están las partículas?</p> <p>4. Estudiante 2: Muy juntas</p> <p>5. Walter: Casi con una distancia prácticamente nula, eso es lo que le da la rigidez y la forma a los sólidos. Casi todos los sólidos tienen forma cristalina, no sé si ustedes han mirado con una lupa un granito de sal.</p> <p>6. Estudiante 2: Si.</p> <p>7. Walter: ¿qué forma presenta? Presenta una forma perfectamente cúbica y el de azúcar no es perfectamente cúbica. En general los sólidos son muy densos, que pasa si yo le hecho un balín a un vaso con agua.</p> <p>8. Estudiante 2: se va al fondo.</p> <p>9. Walter: en general se cumple que los más densos se van para el fondo, pero hay excepciones, por ejemplo cuando usted pone una cuchilla sobre la superficie del agua, esta flota, pero esto tiene que ver más los fenómenos de tensión superficial.</p>		

**Anexo 7:** Registros del contexto de práctica. Caso Walter. Fase dos (Continuación)

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN
	Metodología de enseñanza	Evaluación de aprendizajes	
Transcripción de clase	<p>Vamos a ver el estado líquido, que tiene unas diferencias grandes con el estado sólido, por ejemplo los sólidos son difíciles de comprimir, los líquidos se pueden comprimir, no del todo pero si puede comprimirse, los líquidos si tienen más compresibilidad que el sólido, por ejemplo el agua en una jeringa, se puede comprimir. Los líquidos no tienen forma adquieren la forma del recipiente que los contiene, los líquidos en general son menos densos que los sólidos, pero con una salvedad ¿hay un metal que es un líquido, ¿Cuál es?</p> <p>10. Estudiante 4: el mercurio.</p> <p>11. Walter: el mercurio tiene una densidad muy grande 13.6 gr/cm<sup>3</sup>. Bueno, los gases son otro estado de la materia, también toman la forma del recipiente que los contiene, hay poca interacción entre las partículas y ellas permanentemente se chocan contra el recipiente y el menos denso que los líquidos y los sólidos. La materia puede pasar de un estado a otro, sufre cambios cuando pasa de líquido a gas se llama evaporación. De sólido a líquido se llama fusión, de sólido a gas se llama sublimación. La materia puede pasar de un estado a otro, pero en ocasiones ella no puede regresar a otro ejemplo si caliento un papel hasta quemarse, no puedo regresarlo a su estado original, hay un cambio químico. Otras propiedades físicas de la materia son la dureza, el color, punto de fusión.</p> <p>Clase 3 -10-2011</p> <p>1. Walter [escribe en el tablero la siguiente situación problema:  <math>2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2\text{g} + \text{O}_2\text{g}</math></p> <p>Y pregunta, ¿creéis que se pueden producir combustibles más amigables para el medio ambiente a partir del agua y de mejor rendimiento que los hidrocarburos, como el petróleo y sus derivados? Explicarlo.</p>		

**Anexo 7:** Registros del contexto de práctica. Caso Walter. Fase dos (Continuación)

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN
	Metodología de enseñanza	Evaluación de aprendizajes	
Transcripción de clases	<p>Van a escribir eso que aparece en el tablero, que es una situación problema.</p> <p>2. Estudiante 1: ¿Cada uno lo copia?</p> <p>3. Walter: claro, y lo que debe salir de esta clase es una discusión de lo que está ocurriendo ahí. La situación problema se las voy a definir, aunque ustedes ya conocen lo que hemos hablado aquí, sobre la hidrólisis del agua.</p> <p>4. Estudiante. ¿Lo escribimos en el cuaderno?</p> <p>5. Walter: En una hojita, porque me la debo llevar. No necesitan copiar la situación problema, la toman del tablero y en unos segundos la vamos a socializar. La situación problema dice... se la voy a leer, tenemos dos moléculas de agua mediante el proceso de hidrólisis se transforman en dos moléculas de hidrógeno y una molécula de oxígeno, como sabemos el agua es líquida y el hidrógeno y el oxígeno son dos gases. Recuerden la reacción química se llama hidrólisis, hidro (agua) lisis (rompimiento). Walter: [señala el tablero] esto que aparece aquí se llama hidrólisis, el agua mediante un proceso llamado hidrólisis, es decir se va a convertir en hidrógeno y oxígeno, es decir va a producirse una separación, es una reacción de descomposición, el agua tiene dos elementos, el hidrógeno y el oxígeno. La pregunta es, ¿creen que se pueden producir a partir de agua combustibles más amigables con el medio ambiente y de mejor rendimiento que los hidrocarburos como el petróleo y sus derivados? Explicarlo.</p>		

**Anexo 7:** Registros del contexto de práctica. Caso Walter. Fase dos (Continuación)

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN
	Metodología de enseñanza	Evaluación de aprendizajes	
Transcripción de clases	<p>6. Estudiante 1: ¿el ácido sulfúrico no afecta el agua?.</p> <p>7. Walter: No, el ácido aumenta la conductividad, entonces vamos a poner a funcionar el montaje. El burbujeo, lo que significa es que el agua se está separando en hidrógeno y oxígeno, ¿qué pasa? el hidrógeno queda en uno de los tubos y el oxígeno va a quedar en otro tubo. El lado positivo con el oxígeno, ¿Cuál creen muchachas que es el lado positivo? El lado positivo es ese, el que está de color verde y en el lado negativo, ¿qué debe quedar?</p> <p>8. Estudiantes: el hidrógeno</p> <p>9. Walter: en el otro lado el hidrógeno, recuerden que ahí, ya no hay agua pura sino dos elementos diferentes, ahora dejamos que reaccione.</p> <p>10. Estudiante 2: Walter uno no puede diferenciar a simple vista cuál es cada uno.</p> <p>12 Walter: niñas, vamos a hablar sobre la pregunta.</p> <p>13. Estudiante 7: ¿no es en la hoja?</p> <p>14. Walter: pero hablemos también, ¿creen ustedes que se pueda crear un combustible?. Las que dicen que sí, ¿por qué creen que si?</p> <p>15. Estudiante 7: porque el agua es más pura</p> <p>16. Walter: si, pero ¿ se puede crear combustible a partir de esta?.</p> <p>17. Estudiante 7: sí, ¿Pero a partir de cuál base?</p> <p>18. Walter: ¿se trata de llenar un tanque de agua y listo?</p> <p>19. Estudiante 7: ¿solo con agua, con agua solamente?.</p> <p>20. Estudiantes: No, no. Con otros compuestos</p> <p>21. Walter: pilas, ¿ni siquiera conectándole un aparatico de estos al motor.</p> <p>22. Estudiante 8: en el carro se divide en las dos cosas, y hay una reacción química ahí</p>		

**Anexo 7:** Registros del contexto de práctica. Caso Walter. Fase dos (Continuación)

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN
	Metodología de enseñanza	Evaluación de aprendizajes	
<b>Transcripción de clases</b>	<p>23. Walter: entonces si puedo llenar, miren les mejoro la pregunta, usted llena el tanque de su carro con agua, si le adaptamos un aparatico de hidrólisis al carro, ¿Será que puede funcionar?</p> <p>24. Estudiante 9: No</p> <p>25. Walter: ¿Por qué no? Recuerden que yo le dije que el hidrógeno es un combustible</p> <p>26. Estudiante 10: si, se puede</p> <p>27. Walter: si se puede y es más amigable con el medio ambiente ¿o no?</p> <p>28. Estudiante 9: no, ¿por qué necesita de un compuesto?.</p> <p>29. Walter: suponga que el hidrógeno solito es capaz de impulsarle el carro, si impulsa una nave espacial, dígame si no va a impulsar un carro, que necesita menos energía, bueno entonces sería posible ¿si, no, porque? Podríamos en el futuro sustituir en el futuro la gasolina por el agua, ¿si, no, porque?</p> <p>30. Estudiante 10: los combustibles fósiles se están acabando.</p> <p>31. Walter: aquí dicen algo importante, los combustibles fósiles se están acabando porque todos los usan, ¿a quién le pasaríamos ese problema?</p> <p>32. Estudiante 10: al agua</p> <p>33. Estudiante 11: estaría mal, porque el agua tiene otras prioridades.</p>		

**Anexo 7** Registros del contexto de práctica. Caso Walter. Fase dos (Continuación)

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: INSTRUMENTO
	Metodología de enseñanza	AUTOEVALUACIÓN	
<b>Entrevista final</b>	<p>1. Profesora: ¿qué te aportaron los seminarios en la formación como ?</p> <p>2. Walter: me aportaron mucho, porque uno tiene otra forma diferente de planear sus clases, lógicamente la clase tradicional, la clase (tiza -tablero), nunca se va a acabar; pero, me aportó en que puedo utilizar otras nuevas tecnologías en las explicación de muchos otros conceptos, y más si son complejos como los que fueron objetivo de nuestra práctica.</p> <p>3. Profesora: y ¿cómo cambió el plan de clase?</p> <p>4. Walter: El plan varió en que simplemente, ya no es el hecho de planear una clase tradicional, sino que hay que tener en cuenta laboratorios virtuales y discusiones en grupo de las estudiantes, que me parece que yo no lo implementaba antes, y ahora sí lo implemento mucho; incluso, hace poco que volví a la docencia, el trabajo mío ya es que los estudiantes aporten, que de eso se trata ¿cierto?, No simplemente de transmitir, sino que ellos puedan dar su propio punto de vista y convertirme yo como en alguien que también aporta.</p> <p>5. Profesora: pero, desde la planificación de la enseñanza ¿hubo alguna modificación?,</p> <p>6. Walter: bueno, de todas maneras uno se tiene que acoplarse a la institución donde trabaja, ¿cierto?, yo sí tuve que trabajar los dos formatos. Pero me parece que las reflexiones me sirvieron mucho para llenar los formatos del colegio, porque uno primero lo que hacía era que donde decía descripción, colocaba lo planeado; por ejemplo enseñar el modelo atómico mecánico-cuántico, en la observación escribía sí, simplemente, se enseñó el modelo atómico mecánico cuántico: Ahora lo que gané con esto fue que uno debe estar pendiente de todos los aspectos de una clase, es decir,</p>	<p>7. Profesora: ¿cómo fue el proceso de evaluación de los aprendizajes?</p> <p>8. Walter: pues, al inicio yo si implementaba mucho exámenes escritos, después no me regí tanto por estas evaluaciones, sino que más bien traté de tomar evidencias de lo que hacíamos, tanto de las situaciones problemas como los laboratorios que hacíamos. No solo preguntando que responda ¿qué es esto?, sino que argumenten ¿por qué se da este fenómeno?. Me parece que en mi evaluación hubo cambios, ya no tanto que el estudiante responda, como yo quiera que responda, sino que lo pueda argumentar con sus propias palabras.</p>	
<b>Entrevista final</b>	cómo estuvo la actitud de los estudiantes, cómo estuvo la actitud de uno mismo como docente y uno mismo pensarse todos los		

**Anexo 7** Registros del contexto de práctica. Caso Walter. Fase dos (Continuación)

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: INSTRUMENTO
	Metodología de enseñanza	AUTOEVALUACIÓN	
	<p>días, hoy fallé en esto, hoy gané en esto, que es una de las ganancias más grandes que uno tiene como docente, saber en qué está bien y en qué está mal, y retroalimentar eso.</p> <p>9. Profesora: Y ¿cómo fue el proceso de implementación de las orientaciones de la teoría de los Campos Conceptuales para enseñar conceptos científicos?.</p> <p>10. Walter: Fue un proceso que al principio fue difícil, como todo. A mí me dio mucha dificultad trabajar la parte de las situaciones problema, de todas maneras todavía me da mucha dificultad, porque uno tiene que cranearse una situación para englobar varios conceptos. Pero de todas maneras es una metodología buena para la enseñanza de las ciencias, me ha aportado bastante, porque sabemos que en la parte disciplinar hay que tener los conceptos muy claros antes de poder redactar una situación problema. Me llamó mucho la atención los cuestionarios de invariantes operatorios, pues yo si había visto eso en una didáctica, pero no le presté mucha atención, yo me vine a empapar de esta esto en los seminarios.</p> <p>11. Profesora: pero, te habías dado cuenta ¿de qué?, ¿de la teoría de campos Conceptuales?</p> <p>12. Walter: como le digo en la Didáctica uno, nos hablaron de Vergnaud, pero la verdad yo no le presté atención, la vimos de forma general, me vine fue a enterar bien fue con estos seminarios de investigación monográfica.</p> <p>13. Profesora: bueno, ahora hablabas de la importancia de las TIC, ¿qué relación encontraste entre las tecnologías de la información y la comunicación y la teoría de los Campos Conceptuales?</p>		
<b>Entrevista final</b>	14. Walter: Lo que nos va a facilitar las TIC en esto, es que el estudiante tenga una representación de lo que puede llegar a ser		

**Anexo 7** Registros del contexto de práctica. Caso Walter. Fase dos (Continuación)

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: INSTRUMENTO
	Metodología de enseñanza	AUTOEVALUACIÓN	
	<p>un concepto científico e interactuar con él como lo hicimos la vez pasada con el efecto fotoeléctrico. Pues, eso es difícil de mostrar en la realidad, pero, con la interacción que ellas tuvieron con ese efecto, con los computadores, pues en el laboratorio virtual que hicimos, me parece que entienden mas el concepto y ellas pudieron jugar con él, y esa es la idea de esas TIC. Bueno, el concepto de Campos conceptuales de Vergnaud, hace alusión a las tareas que deben desarrollar los estudiantes. Nosotros mismos, como docentes, tenemos que prepararnos mucho para crear a los estudiantes una tarea específica que puedan tener como ese desequilibrio, y quieran hacer las cosas, porque es que muchas veces uno coloca cosas así muy teóricas y al estudiante no le gusta y va llenando eso así, va contestando cualquier cosa, en cambio una situación virtual, tal como la del efecto foto-Eléctrico, los invita a que hagan las cosas, porque les gusta, no simplemente por una imposición, eso les motiva.</p>		

**Anexo 8.** Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo en Subgrupo de Federico y Edna. Fase dos

<b>ESTADO FÍSICO DE AGREGACIÓN DE LOS MATERIALES. TRABAJADO EN EL SUBGRUPO DE FEDERICO Y EDNA</b>			
<b>CLASES DE SITUACIONES INICIALES</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>
<p><b>S1. Interpretación de fenómenos con explicaciones que hacen referencia a partículas.</b></p> <p>1. La tía Rosa entró a su habitación y se frotó un poco de un agradable perfume; luego al salir de la habitación, su hermano Pepe percibió su olor desde la cocina.</p> <p>-¿A qué se debe que Pepe hubiese percibido el olor desde lejos?</p> <p>-¿Por qué crees que puedes oler un perfume?</p>	<p>Partículas</p> <p>Molécula</p> <p>Átomo</p> <p>Estado gaseoso</p>	<p>-Los materiales están formados por partículas.</p> <p>-Las partículas están moviéndose continuamente y en interacción.</p> <p>-Entre las partículas hay vacío.</p> <p>-Las partículas pueden agruparse en estructuras más complejas.</p> <p>-Las moléculas de los gases presentan movimientos que permiten la difusión rápida de las partículas.</p> <p>-Las interacciones entre partículas provocan cambios en su movimiento o en las asociaciones entre las partículas que son los responsables de los cambios macroscópicos de la materia.</p>	<p>Identificar las características del estado gaseoso</p>
<p>2 María está inflando un globo para una piñata. A medida que sopla, una y otra vez, se infla y se va poniendo cada vez más duro.</p> <p>¿Por qué crees que al soplar se infla el globo?</p> <p>Haz un dibujo de lo que ocurre en el interior del globo.</p>	<p>Estado gaseoso</p> <p>Molécula</p> <p>Presión</p>	<p>-Los gases no tienen forma, ni volumen definidos.</p> <p>-Los gases ocupan el volumen del recipiente que los contiene</p> <p>-La presión de un gas dentro de un recipiente es el resultado del choque de las moléculas constituyentes del gas contra las paredes del mismo.</p>	<p>Interpretar el comportamiento del estado gaseoso.</p> <p>Indicar el efecto de la presión en un gas.</p>
<p><b>S2: Identificación del estado de agregación desde la teoría cinética molecular, utilizando las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado.</b></p> <p>3. Al llegar a casa, María saca de la nevera cuatro cremas para sus amigos, en ese instante la llaman para seguir jugando y olvida los helados en la cocina, al regresar encuentra los helados derretidos.</p>	<p>Cambio físico</p> <p>Temperatura</p> <p>Calor</p> <p>Energía cinética</p> <p>Estados de</p>	<p>-Cuando un sólido se le transfiere calor sus moléculas aumentan de energía cinética y existe una temperatura a la cual el sólido pasa al estado líquido a determinadas condiciones de presión, esta es la denominada temperatura de fusión.</p> <p>-En el estado sólido se considera que las moléculas están en contacto y las fuerzas</p>	<p>-Identificar estado de agregación.</p> <p>-Reconocer el estado inicial y final infiriendo que se presentó un cambio.</p> <p>-Determinar que este cambio fue causado por el cambio de temperatura.</p> <p>-Deducir la transferencia de calor y su incidencia en el cambio de</p>

**Anexo 8.** Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo en Subgrupo de Federico y Edna. Fase dos

<b>ESTADO FÍSICO DE AGREGACIÓN DE LOS MATERIALES. TRABAJADO EN EL SUBGRUPO DE FEDERICO Y EDNA</b>			
<b>CLASES DE SITUACIONES INICIALES</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>
<p><b>a.</b> Cuando decimos y observamos que las cremas se <i>derritieron</i>, ¿qué les sucede y por qué?</p> <p><b>b.</b> ¿A los materiales con los que están hechos los helados que les pasa?</p> <p><b>4.</b> Susana todos los fines de semana va a la peluquería donde le lavan su cabello, después de un rato su cabello mojado empieza a secarse.</p> <p><b>a.</b> ¿A qué hace alusión la palabra <i>secarse</i>?</p> <p><b>b.</b> ¿Por qué si se utiliza un secador el cabello demora menos en secar que estando al aire libre?</p> <p><b>c.</b> ¿Qué le ocurre al agua que estaba en el cabello?</p> <p><b>5.</b> Juliana pone en el fogón una olla con agua a fuego bajo, pero esta se demora en calentarse. Así que decide ponerla a fuego alto y observa a los pocos minutos que en el fondo empiezan a formarse pequeñas burbujas.</p> <p><b>a.</b> ¿A qué se debe este fenómeno?</p> <p><b>b.</b> ¿Qué ocurre allí?</p> <p>¿Que indican las burbujas?</p> <p><b>6.</b> Lucas metió a la nevera un vaso de leche y se le olvidó. Al día siguiente fue a buscarlo y encontró que se había congelado.</p> <p><b>a.</b> ¿A qué se debe?</p> <p><b>b.</b> ¿Qué ocurrió con la leche?</p>	<p>agregación: sólido, líquido, gaseoso.</p> <p>Cambios de estado (fusión, evaporación, ebullición, solidificación)</p>	<p>atractivas llegan a ser muy importantes, presentan una distribución geométrica característica de las moléculas, las cuales solo tienen un movimiento de vibración en su posición.</p> <p>-Los líquidos tienen las moléculas separadas por distancias muy pequeñas y las fuerzas atractivas entre ellas determinan las propiedades de los líquidos.</p> <p>-La temperatura es una propiedad de los cuerpos que nos da idea del mayor o menor grado de agitación que poseen las moléculas.</p> <p>-El calor fluye de un cuerpo que está a mayor temperatura hacia el que está a menor temperatura.</p> <p>-En la evaporación se disminuye la energía del sistema puesto que escapan las moléculas de mayor energía.</p> <p>-Si un líquido se enfría se alcanza una temperatura a la cual el líquido pasa al estado sólido, denominada temperatura de solidificación.</p> <p>-La solidificación implica la extracción de calor a un líquido.</p> <p>-Cuando a un líquido se le transfiere calor, la energía cinética o de traslación de las moléculas aumenta, hasta que el líquido entra en ebullición pasando al estado de vapor.</p> <p>-La ebullición es un proceso que se realiza en</p>	<p>temperatura.</p> <p>-Reconocer el tipo de cambio de estado según la temperatura.</p>

**Anexo 8.** Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo en Subgrupo de Federico y Edna. Fase dos

ESTADO FÍSICO DE AGREGACIÓN DE LOS MATERIALES. TRABAJADO EN EL SUBGRUPO DE FEDERICO Y EDNA			
CLASES DE SITUACIONES INICIALES	CONCEPTOS	PROPOSICIONES	PROCEDIMENTOS
		el seno del líquido. -En un líquido las moléculas que reciben calor van hacia la superficie con gran energía, vencen las fuerzas atractivas y saltan a la fase gaseosa.	
<p><b>S3: Identificación de relaciones entre presión, temperatura y calor con el movimiento de partículas y cambio de estado.</b></p> <p>7. El martes Melisa estaba jugando en el parque y observó que el cielo estaba lleno de nubes. Más tarde empezó a caer unas gotas de agua.  <b>a.</b> ¿Qué ocurrió con las nubes?  <b>b.</b> ¿Por qué se dio este hecho?</p> <p>8. Preparamos unos deliciosos frijoles en la olla a presión tapada y observamos que se cocinan más rápido que en una olla normal y sin tapa. ¿Qué es lo que ocurre dentro de la olla?</p>	Cambio físico Temperatura Calor Estados de agregación(gaseoso, líquido) Cambios de estado (condensación) Presión	-Si se le disminuye la temperatura a un gas llegará a un punto en el cual pasa a estado líquido, llamado condensación. -Con el calor las partículas del aire que están dentro de la olla se mueven a mayor velocidad, ocupan más espacio. -Cuando un gas se calienta, a presión y número de moles constantes, su volumen aumenta. -Cuando se igualan las velocidades de dos fenómenos contrarios como la evaporación y la condensación. --La presión que se ejerce en ese momento por la fase gaseosa depende de la temperatura y las fuerzas atractivas intermoleculares.	-Conocer el funcionamiento de la olla a presión.  -Relacionar el efecto de la presión, el calor y la temperatura sobre las partículas.  -Inferir el aumento del movimiento de las partículas.

**Anexo 8.** Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo en Subgrupo de Federico y Edna. Fase dos (continuación).

<b>ESTADO FÍSICO DE AGREGACIÓN DE LOS MATERIALES. TRABAJADO EN EL SUBGRUPO DE FEDERICO Y EDNA</b>			
<b>SITUACIONES Y PROBLEMAS FINALES</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>
<p><b>S1. Interpretación de fenómenos con explicaciones que hacen referencia a partículas.</b></p> <p>1. Cuando caminamos en la calle podemos mover los pies con facilidad, cuando hemos estado en una piscina se nos dificulta un poco más mover los pies y si metiéramos nuestros pies en un pozo de arena, nos cuesta mayor dificultad mover las piernas. ¿Por qué hay estas diferencias? Representa mediante un dibujo las partículas del aire, arena y del agua.</p> <p>2 Colocamos una bolsa de plástico transparente y dentro de él un montón de canicas. Las mismas canicas se acomodan en el interior de una caja. ¿Qué estado de agregación representa cada símil y por qué? ¿Qué propiedades son características de ese estado y no de los otros?</p>	<p>Partículas Distribución de partículas Fuerzas de atracción. Vacío. Atracción. Repulsión. Cohesión. Fuerzas de atracción. Estados sólido, líquido y gaseoso. Movimiento de las partículas. Cambio físico</p>	<p>-Los materiales están formados por partículas. -Las partículas están moviéndose continuamente y en interacción. -Entre las partículas hay vacío. -En el estado sólido se considera que las moléculas están en contacto y las fuerzas atractivas llegan a ser muy importantes, presentan una distribución geométrica característica de las moléculas, las cuales solo tienen un movimiento de vibración en su posición. -Los líquidos tienen las moléculas separadas por distancias muy pequeñas y las fuerzas atractivas entre ellas determinan las propiedades de los líquidos -Los gases no tienen forma ni volumen definidos. Los gases ocupan el volumen del recipiente que los contiene. -Las propiedades de las partículas no siempre corresponden al nivel macroscópico aparente.</p>	<p>-Identificar las características de los estados de agregación: líquido, sólido y gaseoso.  -Relacionar las características de cada estado con el aire, agua y arena.  -Comparar los tres estados y hallar diferencias en cuanto a movilidad.  -Graficar las partículas de cada estado de agregación.</p>
<p><b>3.</b> José realiza un cuestionario sobre la teoría de partículas y debe analizar algunas afirmaciones. Analiza las ideas que tiene José para responder y según lo que tú sabes selecciona las ideas incorrectas y explica el por qué:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las partículas que constituyen los sólidos están siempre en reposo</li> <li>• Entre las partículas hay aire u otras sustancias</li> <li>•</li> </ul>		<p>-La materia está constituida por partículas que pueden ser átomos ó moléculas cuyo tamaño y forma característicos permanecen el estado sólido, líquido ó gas. -Estas partículas están en continuo movimiento aleatorio. En los sólidos y líquidos los movimientos están limitados por las fuerzas cohesivas, las cuales hay que vencer para fundir un sólido ó evaporar un líquido.</p>	<p>-Asociar a qué estado de agregación corresponde cada imagen.  -Identificar las características propias de cada estado de agregación.  -Leer cuidadosamente los enunciados</p>

**Anexo 8.** Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo en Subgrupo de Federico y Edna. Fase dos (continuación).

<b>ESTADO FÍSICO DE AGREGACIÓN DE LOS MATERIALES. TRABAJADO EN EL SUBGRUPO DE FEDERICO Y EDNA</b>			
<b>SITUACIONES Y PROBLEMAS FINALES</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las partículas experimentan el mismo cambio que ocurre el mundo que percibimos con los sentidos</li> <li>• En los líquidos las partículas solo se mueven cuando hay un agente externo que causa movimiento</li> <li>• Las partículas de los sólidos se atraen y se repelen fuertemente y en los líquidos débilmente.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>-La energía depende de la temperatura. A mayor temperatura más movimiento y mayor energía cinética.</li> <li>-Las colisiones entre partículas son elásticas. En una colisión la energía cinética de una partícula se transfiere a otra sin pérdidas de la energía global.</li> <li>-Las partículas se atraen cuando están separadas y se repelen cuando están cerca. Las partículas de los sólidos se atraen y repelen fuertemente, en los líquidos débilmente y en los gases muy débilmente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Identificar las proposiciones incorrectas según la teoría.</li> <li>-Justificar cada una de las elecciones desde supuestos teóricos dando un valor de verdad.</li> </ul>
<p><b>S2: Identificación del estado de agregación desde la teoría cinética molecular, utilizando las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado.</b></p> <p>4. Cuando llega el verano en Argentina, las personas guardan la ropa de invierno con un antipolillas (unas esferas pequeñas de alcanfor, naftalina,...). Al sacarla en otoño, las bolas han disminuido de tamaño o han desaparecido, no dejando restos de líquido en la ropa.</p> <p>¿Qué cambio de estado se ha producido? ¿Por qué crees que ocurrió esto?</p> <p>5. Los ambientadores líquidos que deben enchufarse a la red eléctrica para que dispersen el olor se basan en provocar un cambio de estado en el ambientador</p>	Partículas. Temperatura. Calor Sublimación. Distribución de partículas. Cambio físico Estados de agregación (líquido, gaseoso) Evaporación. Cambio físico Temperatura condensación. Distribución de partículas	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La temperatura es una propiedad de los cuerpos que nos da idea del mayor o menor grado de agitación que poseen las moléculas.</li> <li>-La sublimación implica adición de calor. Es un equilibrio entre el sólido y su vapor, y este se obtiene cuando el número de moléculas que se evaporan igualan a las que se solidifican a presión y temperatura determinada</li> <li>-En un líquido las moléculas que reciben calor van hacia la superficie con gran energía, vencen las fuerzas atractivas y saltan a la fase gaseosa</li> <li>-El calor fluye de un cuerpo que está a mayor temperatura hacia el que está a menor temperatura.</li> <li>-En la evaporación se disminuye la energía del sistema puesto que escapan las moléculas de mayor energía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Identificar estado de agregación.</li> <li>-Reconocer el estado inicial y final infiriendo que se presentó un cambio.</li> <li>-Determinar que este cambio fue causado por el cambio de temperatura.</li> <li>-Deducir la presencia de calor y su incidencia en el cambio de temperatura.</li> <li>-Reconocer el tipo de cambio de estado según la temperatura.</li> <li>-Identificar estado de agregación.</li> <li>-Reconocer el estado inicial y final infiriendo que se presentó un cambio.</li> </ul>

**Anexo 8.** Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo en Subgrupo de Federico y Edna. Fase dos (continuación).

<b>ESTADO FÍSICO DE AGREGACIÓN DE LOS MATERIALES. TRABAJADO EN EL SUBGRUPO DE FEDERICO Y EDNA</b>			
<b>SITUACIONES Y PROBLEMAS FINALES</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>
<p>a) ¿Cuál cambio de estado se presentó? b) ¿A qué se debe que puedan dispersar el olor por el lugar?</p> <p>Realiza un dibujo sobre la forma como se distribuyen las partículas.</p> <p><b>6.</b> Un día soleado, Juan al terminar su entrenamiento de fútbol compra una gaseosa fría, al rato observa que el envase de su gaseosa se recubre de agua.</p> <p>a) ¿Cómo explicarías lo que sucede teniendo en cuenta la temperatura?</p> <p>Representa mediante una gráfica la interacción entre temperatura y calor con las partículas de los estados presentes.</p>		<p>- Si se le disminuye la temperatura a un gas llegara a un punto en el cual pasa a estado líquido, llamado condensación</p>	<p>-Determinar que este cambio fue causado por el cambio de temperatura. -Deducir la presencia de calor y su incidencia en el cambio de temperatura. -Reconocer el tipo de cambio de estado según la temperatura. -Identificar estado de agregación. -Reconocer el estado inicial y final infiriendo que se presentó un cambio. -Determinar que este cambio fue causado por el cambio de temperatura. Deducir la presencia o ausencia de calor y su incidencia en el cambio de temperatura. Reconocer el tipo de cambio de estado según la temperatura.</p>
<p><b>S3: Identificación de relaciones entre presión, temperatura y calor con el movimiento de partículas y cambio de estado.</b></p> <p><b>7.</b> Si observas el hombre de las imágenes, este desea <i>comprimir</i> los siguientes materiales ¿Cuál de ellos le dará mayor dificultad? ¿Cuál menor dificultad? ¿Qué características poseen estos materiales para que lo permitan o lo dificulten</p>	<p>Estados de agregación(gaseoso, líquido, sólido) Cambios de estado Cohesión. Repulsión. Vacío. Presión. Temperatura Calor</p>	<p>Cuando se igualan las velocidades de dos fenómenos contrarios como la evaporación y la condensación. La presión que se ejerce en ese momento por la fase gaseosa depende de la temperatura y las fuerzas atractivas intermoleculares. Con el calor las partículas del aire que están dentro del volcán se mueven más de prisa y ocupan más espacio.</p>	<p>Identificar estado de agregación y sus características. Relacionar cada estado con las gráficas correspondientes. Analizar la presión ejercida para cada uno de los materiales</p> <p>Conocer el funcionamiento de un volcán.</p>

**Anexo 8.** Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo en Subgrupo de Federico y Edna. Fase dos (continuación).

<b>ESTADO FÍSICO DE AGREGACIÓN DE LOS MATERIALES. TRABAJADO EN EL SUBGRUPO DE FEDERICO Y EDNA</b>			
<b>SITUACIONES Y PROBLEMAS FINALES</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>
<p><b>8.</b> El pasado fin de semana el volcán Galeras tuvo una erupción y todas las personas tuvieron que alejarse del lugar. Días después regresaron y encontraron que la montaña estaba cubierta de ceniza y roca volcánica. ¿Cuáles son los estados de agregación presentes allí y donde los encontramos?</p> <p>Teniendo en cuenta los estados de agregación y los cambios que presentan, explica cómo se dan estos en una erupción volcánica. Y cómo interviene la temperatura y el calor.</p> <p>Tomando en cuenta que el foco del volcán es una cámara con agua, gases y roca fundida a altas temperaturas, ¿cómo explicarías el comportamiento de las partículas dentro de dicha cámara?</p>	<p>Presión</p> <p>Estados de agregación.</p> <p>Cambios de estado: fusión, solidificación, evaporación, Ebullición.</p>	<p>Cuando un gas se calienta, a presión y número de moles constantes, su volumen aumenta.</p> <p>Cuando se igualan las velocidades de dos fenómenos contrarios como la evaporación y la condensación. La presión que se ejerce en ese momento por la fase gaseosa depende de la temperatura y las fuerzas atractivas intermoleculares.</p> <p>-La temperatura de los cuerpos está relacionada con el movimiento de las partículas, a mayor velocidad, mayor la temperatura del cuerpo</p> <p>-El calor fluye de un cuerpo que está a mayor temperatura hacia el que está a menor temperatura.</p> <p>-Cuando un sólido se calienta, sus moléculas aumentan de energía cinética y existe una temperatura a la cual el sólido pasa al estado líquido, esta es denominada temperatura de fusión.</p> <p>-Cuando a un líquido se le comunica calor, la energía cinética o de traslación de las moléculas aumenta, hasta que el líquido entra en ebullición pasando al estado de vapor.</p> <p>-La ebullición es un proceso que se realiza en el seno del líquido.</p> <p>-Si un líquido se enfría se alcanza una temperatura a la cual el líquido pasa al estado sólido, denominada temperatura de solidificación. La solidificación implica la extracción de calor a un líquido.</p>	<p>.Reconocer los estados de agregación.</p> <p>Determinar los cambios de estado que se presentan en el volcán.</p> <p>Identificar la relación existente entre temperatura, calor y presión.</p>

**Anexo 9.** Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo Individual de Federico. Fase dos.

<b>NUTRICIÓN EN LOS ECOSISTEMAS. TRABAJO INDIVIDUAL DE FEDERICO</b>			
<b>CLASES DE SITUACIONES</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>
<p><b>Clasificación de organismos en niveles tróficos, según la manera en que adquieren energía.</b></p> <p>1. La mamá de Juanito tiene en su casa una planta y él observa que todos los días ella la pone en la ventana al sol y le echa agua, pero no entiende por qué hace esto y más por qué la planta se mantiene bonita y cada vez crece un poco.</p> <p>¿De dónde obtendrá la planta el alimento?</p> <p>¿Qué necesita una planta para poder vivir?</p>	<p>Productor</p> <p>Alimento</p> <p>Autótrofo</p> <p>Fotosíntesis</p>	<p>-Un productor es un organismo autótrofo, porque fabrican su propio alimento.</p> <p>-Un autótrofo fabrica su propio alimento sintetizando sustancias orgánicas a partir de sustancias inorgánicas que toma del aire, del suelo y energía solar (fotosíntesis), o mediante sustancias y reacciones químicas (quimiosíntesis).</p> <p>-Los autótrofos producen alimento para ellos mismos y para otros seres vivos llamados heterótrofos.</p> <p>-Los animales, los hongos, y la mayoría de bacterias y protozoos, dependen de los autótrofos, ya que aprovechan su energía y la de la materia que contienen para fabricar moléculas orgánicas complejas.</p> <p>-Los heterótrofos obtienen la energía rompiendo las moléculas de los seres autótrofos que han comido.</p>	<p>Identificar las plantas como organismos autótrofos.</p> <p>Relacionar el proceso de la fotosíntesis de las plantas y la fabricación de su alimento.</p>
<p>2. Observa la siguiente imagen:</p>	<p>Consumidor Primario</p>	<p>-Los consumidores primarios son los litófagos o los herbívoros que se alimentan de los</p>	<p>Relacionar los dibujos con el flujo de energía que ahí se presenta, que</p>

**Anexo 9.** Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo Individual de Federico. Fase dos.

<b>NUTRICIÓN EN LOS ECOSISTEMAS. TRABAJO INDIVIDUAL DE FEDERICO</b>			
<b>CLASES DE SITUACIONES</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>
 <p>Describe lo que pasa en cada uno de los tres dibujos.</p> <p>Si el sapo no estuviera ¿qué pasaría?                  ¿Para qué se alimentan los animales?                  ¿Qué relación se puede establecer entre estos organismos?                  ¿De dónde obtienen los animales la energía?</p>	<p>Secundario                  Terciario                  Flujo de energía                  Energía                  Nutrientes                  Productor</p>	<p>organismos autótrofos, especialmente de plantas o algas, lo hacen de forma parásita como los pulgones o devoran sus restos muertos como los ácaros o los mil pies.</p> <p>-Los consumidores secundarios son los zoófagos o carnívoros que se alimentan de consumidores primarios, pero también los parásitos de los herbívoros como el ácaro Varroa que es parásito de las abejas.</p> <p>-Los consumidores terciarios se alimentan de los consumidores secundarios. En este nivel se encuentran los animales dominantes de los ecosistemas, por ejemplo, aves de presa y grandes felinos.</p>	<p>empieza en la planta y pasa hasta el águila.</p> <p>Clasificar los diferentes niveles de los consumidores.</p>
<p><b>3.</b> Lucas va de vacaciones a la finca de su abuela que queda en un pueblo. La última vez que fue se encontró una oveja muerta y días después fue a verla y solo había unos cuantos huesos.</p>		<p>-Los descomponedores son microorganismos que actúan sobre los organismos muertos y degradan la materia orgánica.</p> <p>-Los microorganismos transforman nuevamente los nutrientes en materia orgánica disponible para las raíces o en sustancias inorgánicas, devolviendo al suelo (nitratos, nitritos, agua) y a la atmósfera (dióxido de carbono).</p>	<p>Identificar la función de los descomponedores en el ciclo de trasiego de la energía.</p>

**Anexo 9.** Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo Individual de Federico. Fase dos.

<b>NUTRICIÓN EN LOS ECOSISTEMAS. TRABAJO INDIVIDUAL DE FEDERICO</b>			
<b>CLASES DE SITUACIONES</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>
			
<p>¿Qué ocurrió con la oveja?                  ¿Quiénes serán los encargados aprovechar los restos de la oveja?                  ¿Será que los restos de esta oveja les son útiles a la naturaleza?  <b>4.</b> Observa las siguientes imágenes y organízalas según consideres se deben alimentar los animales y las plantas.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>	<p>Cadena alimentaria                  Autótrofo                  Heterótrofo                  Flujo                  Descomponedor                  Productor                  Carnívoro                  Herbívoro</p>	<p>-En la cadena alimentaria cada organismo se alimenta del precedente y es alimento del siguiente.</p> <p>-La cadena alimentaria es la transferencia de energía y nutrientes entre las especies de un ecosistema en relación con su nutrición.</p>	<p>Diferenciar los conceptos de autótrofo y heterótrofo.</p> <p>Secuenciar el flujo de energía, que inicia en el sol pasa a las plantas y luego a los animales.</p> <p>Clasificar los animales en herbívoros y carnívoros.</p> <p>Establecer diferencias entre la planta y el hongo.</p> <p>Organizar la cadena alimenticia desde el sol hasta finalizar con el hongo.</p>

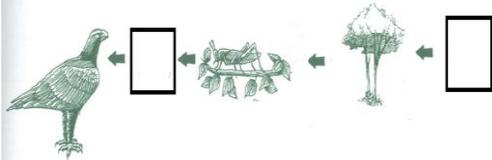
**Anexo 9.** Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo Individual de Federico. Fase dos.

<b>NUTRICIÓN EN LOS ECOSISTEMAS. TRABAJO INDIVIDUAL DE FEDERICO</b>			
<b>CLASES DE SITUACIONES</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>
 			
<p>¿Cuál es la diferencia entre la planta y el búfalo de acuerdo a la forma como se alimentan?                  ¿Para qué sirve el sol?                  ¿Cómo podríamos clasificar la planta y el hongo?</p> <p>5. Observa las imágenes:</p> 	<p>Autótrofo                  Heterótrofo                  Descomponedor</p>	<p>En la naturaleza existen dos tipos de seres vivos. Los que producen su propio alimento y los que lo obtienen consumiendo a otros seres vivos.</p> <p>Los autótrofos producen su propio alimento, un ejemplo son las plantas, que por medio de la fotosíntesis obtienen su alimento.</p> <p>Los heterótrofos son los que no pueden producir su alimento por sí mismos, por lo que tienen que consumir a otros seres vivos.</p>	<p>-Diferenciar autótrofo, heterótrofo y descomponedores.</p> <p>-Relacionar conceptos con las imágenes.</p> <p>-Establecer diferencias entre organismos según la forma en que adquieren la energía.</p>

**Anexo 9.** Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo Individual de Federico. Fase dos.

<b>NUTRICIÓN EN LOS ECOSISTEMAS. TRABAJO INDIVIDUAL DE FEDERICO</b>			
<b>CLASES DE SITUACIONES</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>
 <p>Según la forma cómo se alimentan, ¿qué diferencias hay entre ellas? ¿Cómo las podemos clasificar?</p>			
<p><b>6.</b> Rosita está viendo una película en la cual mataron todos los conejos de un prado y no quedaron animales herbívoros pequeños.</p> <p>¿Qué crees que pasará con los animales que se alimentaban de ellos?</p> <p>¿Cuáles serían las posibles soluciones para que alguna especie cumpla su mismo papel?</p> <p><b>7.</b> La profesora de Teresita le puso como tarea llevar una cadena alimenticia para la clase de ciencias, pero en el camino se le extraviaron algunas de las láminas y ella no sabe qué hacer.</p> <p>Estas son algunas de las láminas que le quedaron :</p>	<p>Productores Consumidores Flujo de energía</p>	<p>Una cadena alimentaria es una serie de organismos vivos en la cual uno consume al que le precede en la cadena y a su vez, es consumido por el que sigue.</p> <p>Al comienzo de toda cadena alimentaria siempre se encuentran los organismos vegetales que son los productores, luego siguen los consumidores que pueden ser de orden primario, secundario o terciario según el lugar que ocupen en la cadena.</p>	<p>Reconocer los diferentes niveles de la cadena alimenticia.</p> <p>Relacionar un organismo para cada nivel. Completar la cadena.</p>

**Anexo 9.** Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo Individual de Federico. Fase dos.

<b>NUTRICIÓN EN LOS ECOSISTEMAS. TRABAJO INDIVIDUAL DE FEDERICO</b>			
<b>CLASES DE SITUACIONES</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>
 <p>¿Cuál falta en el primer lugar y por qué?                  ¿Con cuáles podrá complementar la última imagen?                  ¿Qué pasa si no están esas dos fichas?</p>			

**Anexo 10.** Registros del contexto práctica. Caso Federico. Fase dos

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA
	Subcategoría: metodología de enseñanza	Subcategoría: evaluación de aprendizajes	
Diario	<p>22-03- 2011</p> <p>Hoy se inicio la aplicación de la unidad didáctica sobre cambio físico, se nota mucho interés por parte de los estudiantes y están dispuestos a participar activamente. Las actividades se empezaron cortando pequeños trozos de papel, pulverizando una tiza y haciendo figuras de plastilina. De estas actividades se realizaron discusiones y resolución de preguntas. Hubo muy buena participación especialmente por parte de Erika.</p> <p>Todo esto con miras a explicar que los materiales están formados de pequeñas partículas llamadas átomos y que la unión de estos son los que conforman todo lo que vemos. Se hizo mucho énfasis <b>en la gráfica de las diferentes actividades</b>, ya que esta es una manera de entender mejor lo que sucede.</p>	<p>1-02-2011</p> <p>En la clase de hoy se aplicó el primer cuestionario con las situaciones problema. Los estudiantes se mostraron con buena disposición y trataron de resolver todas las preguntas con la mayor seguridad posible. Para ello fue necesario explicar algunas de estas, ya que no entendían las preguntas. Al revisar algunas se nota que los estudiantes responden desde sus conocimientos cotidianos.</p>	<p>29- 03- 2011</p> <p>El trabajo de hoy permitió reforzar la idea de partículas y las características que estas presentan en cuanto a movimiento, todos participaron en las actividades.</p>
	<p>29- 03- 2011</p> <p>Hoy fue el segundo día de la aplicación de la unidad didáctica. Esta vez se inició con el experimento de la dispersión de tinta en un vaso de agua fría y otro caliente. Con ello se comparó la velocidad de dispersión de las partículas y como la variable de temperatura afectaba tal dispersión. En las preguntas realizadas se notó que los estudiantes concibieron que la temperatura alta hace que las partículas se muevan más rápido.</p> <p>En la siguiente actividad de inflar un globo se explicó que cuando se llena lo que hay en el interior son muchas partículas de aire (O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>), ya que, en el cuestionario inicial no tenían la noción de partículas, por lo cual se hizo énfasis en la existencia de ellas y en su representación en estado gaseoso.</p> <p>El otro experimento de frotar una bolsa con perfume y luego introducirla en un frasco por 20 minutos, conllevó a pensar que las partículas tienen movimiento y se esparcen por el medio.</p>	<p>6-04- 2011</p> <p>Para el día de hoy se empezó la aplicación de las situaciones finales y solo se pudo realizar las 4 primeras. Fue necesario explicar algunas de ellas y dar orientaciones sobre lo que se preguntaba.</p>	<p>2-04-2011</p> <p>En general hubo muy buena participación de todos los estudiantes para desarrollar las actividades.</p> <p>6-04- 2011</p> <p>Se pudo observar buen dominio conceptual de la noción de partículas, pero falta complementar las nociones de cambio de estado. Manejan la representación y diferenciación de los estados de agregación y los relacionan con algunas variables como temperatura.</p>
Diario	En la parte diseñada para atracción y repulsión se abordó desde		Después de terminar la clase la

**Anexo 10.** Registros del contexto práctica. Caso Federico. Fase dos

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA
	Subcategoría: metodología de enseñanza	Subcategoría: evaluación de aprendizajes	
	<p>el experimento de untar un portaobjetos de aceite y luego agregar unas gotas de agua para ver la velocidad como se mueven las partículas.</p> <p>La última actividad en esta sección fue clasificar diferentes materiales en los estados de sólido, líquido y gaseoso. Para ellos fue fácil y todos lo hicieron correctamente.</p> <p>2-04-2011 El día de hoy se terminó de aplicar la unidad didáctica con los dos estudiantes del grado cuarto y una de quinto. Se inicio viendo el video “La teoría cinética molecular” en el cual se explicaban las características de cada estado desde las partículas y se abordó los conceptos velocidad, cohesión y repulsión, calor y temperatura. Me pareció que los de cohesión y repulsión entre partículas no quedaron claros. Y para ello se plantearon ejercicios donde se aplicaban tales conceptos, se destacó muy buena participación y respondieron las situaciones de manera grupal y complementándose entre ellos. Luego continuaron con el ciclo del agua y se nota que manejan los estados de agregación y reconocen los cambios que esta pueden presentar.</p> <p>La otra actividad fue ver el video “Los estados de agregación” donde se nombraron las características de cada uno e identificaron diferentes materiales en dichos estados y <b>su representación</b>. Ya para terminar clasificaron diferentes materiales según el estado de agregación y como son afectados por el calor y temperatura.</p>		<p>asesora realizó una entrevista al grupo participante, haciendo énfasis en el trabajo realizado y como habían sido desarrolladas las diferentes actividades. Algunos participaron activamente especialmente Erika tiene buen dominio de la mayoría de conceptos, Sindy y Lorena (participantes de la investigación) igual aportaron en la discusión. Pablo (Participe investigación) se mostró un poco más aparte y su participación fue muy poca.</p> <p>3 06-2011 En la clase de hoy se aplicaron las situaciones problemas iniciales sobre la cadena alimenticia. Los estudiantes estuvieron trabajando en las situaciones, tranquilos, aunque fue necesario explicar en algunas veces la pregunta y generarles inquietud. Hubo buen trabajo y esta vez estaban más tranquilos con las situaciones, ya que las relacionaron con las pasadas.</p>
<b>Diario</b>	<b>12-08-2011</b>		

**Anexo 10.** Registros del contexto práctica. Caso Federico. Fase dos

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA
	Subcategoría: metodología de enseñanza	Subcategoría: evaluación de aprendizajes	
	<p>El proceso de intervención se inició con una experiencia práctica que consistía en sembrar una plantita y luego llenar un cuadro en el cual se completaba una información sobre las partes que iban naciendo, el desarrollo y las observaciones que iban a ir registrando los niños.</p> <p>Luego también se desarrolló una consulta, para la cual se dividió el grupo en dos equipos, uno de ellos debía consultar sobre la fotosíntesis y el otro sobre las partes de la planta y sus funciones, cuando terminaban la consulta, a cada equipo le correspondía hacer una cartelera explicando el tema y luego debían socializar con los demás. Esta actividad no se logró terminar en la primera clase.</p> <p><b>16-08-2011</b></p> <p>Se inició con la explicación de las carteleras que habían quedado pendientes. Algunos cuando explicaron aún les faltaban “cositas” y yo complete la explicación, luego realizamos algunos dibujos sobre el proceso de la fotosíntesis y para qué servía cada parte de la planta. También tomamos algunas plantas del medio, observaron las hojas, la raíz, el tallo y los estudiantes identificaron las funciones de cada parte.</p> <p>Cuando se terminó esto, empezamos a trabajar el siguiente nivel de la nutrición, que eran los herbívoros, luego los carnívoros, los descomponedores, cada uno de estos se consultaron. Luego socializaron, los explicamos y se realizaron algunos dibujos relacionados con esto.</p>		
<b>Diario</b>	<p>Cuando se terminó de socializar, se trabajó en clase los conceptos y luego se observaron algunos videos en los cuales los estudiantes identificaron las relaciones de nutrición, el flujo</p>		

**Anexo 10.** Registros del contexto práctica. Caso Federico. Fase dos

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA
	Subcategoría: metodología de enseñanza	Subcategoría: evaluación de aprendizajes	
	<p>de energía y se discute sobre el papel que cumplía cada ser vivo, cómo pasa el flujo de energía de las plantas a los herbívoros y a los carnívoros.</p> <p>Uno de los videos que los estudiantes observaron fue el de leopardos cazando los ñu. Los estudiantes ya identificaban que el sol era el que le daba la energía a las plantas, luego los ñu por ser herbívoros se alimentaban de hierba y los leopardos se alimentaban de ellos y finalmente, están los descomponedores que aprovechaban los restos que quedaban.</p> <p>Para finalizar organizamos unas fichas en las cuales los estudiantes dibujaban diferentes animales y organizaban cadenas o pirámides tróficas, identificando el flujo de energía desde las plantas a los herbívoros, carnívoros y finalmente a los descomponedores.</p> <p><b>18-08-2011</b></p> <p>Como actividad final, se realizó la aplicación del cuestionario final y de ahí se notó mucho progreso a nivel conceptual, adquirieron varios conceptos nuevos lo que fue herbívoros, carnívoros, descomponedores, que en las situaciones iniciales nunca se evidenciaron; ya ellos los identificaban y lo más importante identificaban el flujo de energía desde el sol a las plantas y a todos los animales y luego como los descomponedores regresan mucho de los nutrientes a la tierra, que es aprovechado luego por las plantas. Entonces siempre está ese ciclo de energía</p>		

**Anexo 10.** Registros del contexto práctica. Caso Federico. Fase dos. (Continuación).

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA
	Subcategoría: metodología de enseñanza	Subcategoría: evaluación de aprendizajes	
Transcripción de clase	<p>1. Federico: Bueno ahora vamos a hacer una socialización de las situaciones problemas que cada uno resolvió. Voy a leer el problema y entre todos vamos a tratar de darle respuesta, para ver que dice cada uno y para ver qué argumentos tenemos, si estamos bien o mal, a ver qué tan acertados son.</p> <p>La mamá de Juanito tiene en su casa una planta y este observa que todos los días la pone en la ventana al sol y la echa agua, pero no entiende para qué hace esto, y además por qué la planta se mantiene bonita y cada vez crece un poco más. ¿De dónde obtendrá la planta el alimento?. Bueno, ¿qué dicen?</p> <p>2. Alumnos: De las hojas.</p> <p>3. Federico: Las hojas, ¿qué es lo que absorben?</p> <p>4. Alumnos: La luz solar.</p> <p>5. Federico: Pablo, ¿qué adsorbe la raíz?</p> <p>6. Alumnos: El agua, minerales y los nutrientes.</p> <p>7. Federico: Bueno, entonces recordemos que una planta necesita agua, minerales y abono. La luz solar y dióxido de carbono, con estas cosas produce su alimento. ¿Cómo se llama este proceso?</p> <p>8. Alumnos: Fotosíntesis.</p> <p>9. Federico: Fotosíntesis, por eso es que las plantas no necesitan alimento, sino que ellas mismas lo producen, porque por medio de la fotosíntesis es que ellas pueden hacerlo. Entonces toman la luz solar, el agua y los minerales por medio de la raíz, y el dióxido de carbono y por medio de la fotosíntesis, elaboran su alimento. ¿Qué necesita una planta para poder vivir?</p> <p>10. Alumnos: Agua, minerales, luz solar, nutrientes, dióxido de carbono.</p>		

**Anexo 10.** Registros del contexto práctica. Caso Federico. Fase dos. (Continuación).

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA
	Subcategoría: metodología de enseñanza	Subcategoría: evaluación de aprendizajes	
Transcripción de clase	<p>39. Federico: El segundo problema, Lucas va de vacaciones a la finca de su abuela que queda en un pueblo, la última vez que fue se encontró una oveja muerta, días después fue a verla y solo había unos cuantos huesos. Bueno aquí está la imagen de la ovejita muerta y luego cuando ya solo encontró los huesos. ¿Qué ocurrió con la oveja?</p> <p>40. Alumnos: Se descompuso y se la comieron los gallinazos, los gusanos.</p> <p>41. Federico: ¿Quiénes serán los encargados de aprovechar los restos de la oveja?</p> <p>42. Alumnos: El gallinazo, los gusanos, el buitre.</p> <p>43. Federico: ¿Los hongos no aprovecharán esto?</p> <p>44. Alumno: No. ¿Cómo se va a comer un animal que está muerto?, ¿de qué manera un hongo se va a comer un animal?</p> <p>45. Federico: Bueno, lo que pasa es que hay unos organismos que son descomponedores, que son los que se encargan de que los desechos de los cuerpos de los animales se descompongan y toda esa energía que ellos tenían vuelva, ¿a dónde?</p> <p>46. Alumnos: A las plantas</p> <p>47. Federico: A la tierra, y ya de la tierra la energía vuelve a las plantas. En este caso, ¿por qué desaparece?, porque hay unas bacterias o también pueden ser hongos que ayudan a descomponer y hacen que esto ocurra, por eso es que no se queda ahí el cuerpo de los animales. Los gallinazos también son descomponedores porque comen, pero no se comen todas las partes, quedan otras. Lo mismo sucede con la basura cuando uno la entierra, días después uno va y ya se ha descompuesto, es porque hay unas bacterias y también hay unos hongos..., también en el caso de los arboles, cuando un árbol se cae no han visto que hay unos honguitos o unas sombrillitas a los lados, ellos están ayudando a descomponer y hacen que esto se desintegre mucho más rápido y vuelva otra vez a la tierra. ¿Será que los restos de esta oveja no le hacen bien a la naturaleza?</p>		

**Anexo 10.** Registros del contexto práctica. Caso Federico. Fase dos. (Continuación).

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA
	Subcategoría: metodología de enseñanza	Subcategoría: evaluación de aprendizajes	
<b>Entrevista</b>	<p><b>6-09-2011</b></p> <p>1. Profesora ¿Cómo fue el desarrollo de tu intervención didáctica?</p> <p>2. Federico: la intervención didáctica permitió fortalecer los invariantes operatorios de los estudiantes, porque en las respuestas a las situaciones problema iniciales no daban explicaciones adecuadas, ni tenían representaciones sobre el flujo de energía. En las situaciones problema finales identificaban una cadena trófica completamente, usando conceptos nuevos para explicar todo el proceso. Hubo rupturas con muchos conceptos que tenían, lo relacionado con los descomponedores fue un avance, porque en las primeras, no estaban y ya al final si aparecen, los identifican bien. También, cual es el papel de cada parte de la cadena trófica y cómo es el flujo de energía.</p> <p>En las guías está muy limitada la parte teórica, igual que muchas actividades prácticas. Las actividades son para comparar o mostrar algo, no se profundiza en las temáticas y a la final me parece que ellos, aunque adquieren ciertas herramientas, no son las suficientes para poder desenvolverse.</p> <p>Requieren conceptos y teoremas-en- acción que les permita enfrentarse a situaciones complejas, son como conceptos muy superficiales, muy limitados. Con esta propuesta hubo mayor progreso conceptual y la evaluación fue muy constante y eso permitió estar pendiente de cuáles eran los progresos o lo que les faltaba, y así uno podía ir reforzando en eso.</p>	<p><b>6-09-2011</b></p> <p>La evaluación fue durante todo el trabajo, cuando estuvimos en la intervención también hubo discusión: En todas las discusiones ellos iban aportando, entonces yo les decía si estaba bien o estaba mal. Se evaluaba el nivel que adquirirían, también en la explicación de las carteleras. Había unos que lograron una mayor comprensión del tema. Siempre que veíamos un video nos poníamos a discutir sobre este, ¿qué pasaba?, ¿por qué pasa esto? y toda participación es una evaluación constante.</p> <p>También uno de los trabajos era para organizar diferentes cadenas tróficas del medio, entonces, ya ellos identificaban: que ¿si tengo un conejo quién se lo puede comer?, ¿luego que sigue del conejo?, todas esas discusiones permitían ir evaluando constantemente y también las situaciones finales como la evaluación escrita donde uno puede recoger mucha más información sobre el avance que tuvieron.</p>	<p><b>6-09-2011</b></p> <p>5. Profesora ¿En qué aspectos consideras hubo de modificación en tus prácticas de enseñanza?</p> <p>6. Federico: En general hubo un cambio total, porque igual en las guías ya están diseñadas las actividades, las intervenciones, las preguntas, esta todo diseñado, solamente es que los estudiantes desarrollen lo que ahí está propuesto. Con esta nueva forma de enseñar es necesario consultar, buscar los conceptos, los teoremas, buscar un referente teórico, diseñar situaciones, hay que planear más situaciones, requiere más trabajo del docente. No es tanto como dejar que los estudiantes desarrollen algo que ya está planeado, sino nosotros como docentes busquemos nuevas alternativas acordes a las necesidades de los estudiantes. Con las situaciones iniciales, ya uno puede ver cuáles son las fortalezas y debilidades y a partir de ahí diseñar una intervención didáctica: Aparte de eso, cuando uno está trabajando con ellos las</p>

**Anexo 10.** Registros del contexto práctica. Caso Federico. Fase dos. (Continuación).

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA
	Subcategoría: metodología de enseñanza	Subcategoría: evaluación de aprendizajes	
<b>Entrevista</b>	<p>Es bueno que uno tuviera la posibilidad de trabajar de esa forma, yo creo que los estudiantes aprenderían mucho más, pero igual nosotros por el modelo de escuela nueva..., yo en este momento tengo cinco grupos no me queda fácil implementar la propuesta, pero igual me parece que es muy buen modelo de enseñanza. Las situaciones es otra forma de adquirir conocimientos, que no sea que el profesor trasmita o les dice que es la teoría y lean y hagamos unos ejercicios. Las situaciones los ponen a pensar a replantearse las cosas, ¿por qué ocurre esto?, entonces es bueno.</p> <p>Yo creo que el bagaje que tuvimos durante estos dos años, ha permitido seleccionar las situaciones más fácilmente. Cuando uno empieza a diseñarlas, uno sabe que necesita estos conceptos. Me ha parecido que es más fácil debido al trabajo.</p> <p>El cuestionario inicial da las herramientas necesarias para que uno pueda plantear una intervención didáctica acorde. Porque uno muchas veces planea una clase, pero igual puede que hayan conceptos que ellos manejen u otros que no se tienen en cuenta, entonces las situaciones iniciales le dan una idea de cómo abordar esta temática y además, también le dicen si estos conceptos están fuertes o débiles y uno va diseñando más actividades.</p> <p>3. Profesora ¿En relación con las fuentes teóricas en cuáles se apoyaron para estudiar los contenidos de enseñanza?</p>		<p>discusiones, el diálogo, todo eso que uno está más cerca de ellos, pueden ir direccionando todas esas actividades como alejarse o centrarse o buscar otras nuevas que le puedan suplir esas necesidades:</p> <p>Entonces es más como un trabajo del docente, estar ligado a los estudiantes. Estar pendiente que necesitan ellos, es un trabajo de uno propiamente como docente, de buscar estrategias, de ver si los estudiantes si están aprendiendo con todo esto.</p> <p>Bueno con el campo conceptual igual es otra forma de planeación diferente, porque requiere uno buscar unos conceptos, estar consultando la teoría, que si sea esto. No es tanto centrarnos a lo que tiene la cartilla, sino ir buscando los conceptos, los teoremas, la forma en que puede ver las representaciones, todo eso.</p>

**Anexo 10.** Registros del contexto práctica. Caso Federico. Fase dos. (Continuación).

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA
	Subcategoría: metodología de enseñanza	Subcategoría: evaluación de aprendizajes	
Entrevista	<p>4. Federico: También hay que consultar en varias fuentes, estar pendiente de muchas cosas, tener lo que es buen internet, los videos y los libros, todo eso ha ayudado mucho y más como es para primaria. Para trascender la guía fue necesario complementar varias cosas teniendo en cuenta que no es teoría muy elevada para primaria, ni que tampoco fuera muy básico, sino como un nivel intermedio y que supliera la necesidad de los muchachos, buscamos en libros, en internet, buscamos videos en YouTube.</p>		<p>7. Profesora ¿Cómo fue el proceso de interacción con el estudiante?              8. Federico: La interacción con el estudiante fue muy buena durante este trabajo, porque nos permitió estar más en contacto con ellos, conocer qué piensan, qué explicaciones dan ellos a los diferentes fenómenos o situaciones. Son tan pocos los estudiantes que uno puede conocer muy bien lo que piensan y por qué dan esas explicaciones, y más como llevo mucho tiempo trabajando con ellos, ya tienen mucha confianza conmigo, explican y no les da pena, entonces la participación fue muy buena, es uno de los elementos que resalto de esta propuesta: Además, como a ellos les gustaba lo del computador, entonces esa fue una herramienta que yo utilice mucho para que hicieran consultas, para que vieran videos y estuvieron haciendo diferentes actividades que son del interés de ellos y que uno puede aprovechar.</p>

**Anexo 11.** Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo Individual de Edna. Fase dos

<b>ECOSISTEMAS. TRABAJO INDIVIDUAL DE EDNA</b>				
<b>CLASES DE SITUACIONES</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>REPRESENTACIONES SIMBÓLICAS</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>
<p><b>S1: Clasificación de componentes bióticos y abióticos de los ecosistemas.</b>                      Inicial:                      1. Carlitos fue al bosque con sus compañeros y observó los siguientes seres: una hormiga, un caracol, arena, una rosa, agua, una mariposa, una lombriz, piedra.</p> <p>Al regresar al salón de clase los clasificó de la siguiente manera:</p> <p>C1: caracol, hormiga, rosa, mariposa, lombriz                      C2: arena, agua, piedra</p> <p>Explica por qué Carlitos los clasificó de esta manera</p>	<p>Biótico                      Abiótico                      Interacciones                      Especie.                      Reproducción</p>	<p>Dentro de las relaciones de los organismos vivos que interactúan con otros seres vivos, existen los componentes que se llaman factores bióticos, se refieren a la flora y fauna de un lugar y a sus interacciones.</p> <p>Los distintos componentes que determinan el espacio físico en el cual habitan los seres vivos; se llaman factores abióticos entre los más importantes podemos encontrar: el agua, la temperatura, la luz, el pH, el suelo y los nutrientes.</p>	<p>Lenguaje natural.                      Dibujos</p>	<p>Identificar componentes bióticos y abióticos de un ecosistema.</p>
<p>Final:</p> <p>1. La maestra entrega a los estudiantes los siguientes seres: un pez, una planta, agua, tierra, una mariposa y arena. Sepáralas en dos grupos y especifica cuáles pertenecen a cada grupo y cuáles fueron las características que determinaron esta clasificación.</p>		<p>Dentro de la clasificación biológica existen organismos que podemos denominar especies, con capacidad de cruzarse entre sí en condiciones naturales, de forma sexual o asexual. Además estos seres realizan otras funciones como la respiración, la excreción, la nutrición que permite reconocerlos como vivos.</p>		

**Anexo 11.** Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo Individual de Edna. Fase dos

<b>ECOSISTEMAS. TRABAJO INDIVIDUAL DE EDNA</b>				
<b>CLASES DE SITUACIONES</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>REPRESENTACIONES SIMBÓLICAS</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>
<p><b>S2: análisis de relaciones entre factores bióticos y abióticos y su importancia en los ecosistemas.</b>                      Inicial:                      2. La maestra de ciencias pide a Juanita que realice un proyecto que tendrá por nombre “ El mini ecosistema”, allí sembró diversas plantas e introdujo varios animales como lombrices, cucarrones, mariposas, luego de 15 días empezó a notar que plantas y animales empezaron a morir ¿A qué se debe que tanto plantas como animales se hubieran muerto?</p>	<p>Hábitat                      Nicho                      Población                      Comunidad                      Ecosistema                      Reproducción</p>	<p>El hábitat posibilita que una especie resida, pueda reproducirse y perpetuar su presencia. Es el territorio donde viven las especies.</p> <p>Cada especie o población tiene un nicho en el ecosistema, es decir un papel funcional que desempeñar como miembro de una población con el medio vivo y físico.</p> <p>Los organismos de una especie particular conforman una población, ya que se encuentran en una misma área donde satisfacen sus necesidades de vida.</p>	<p>Imagen miniecosistema.                      Escrito en el cuaderno                      Dibujos elaborados en un cartel.</p>	<p>Determinar importancia del hábitat y nicho para una población / comunidad                      Reconocer características propias de los organismos que forman los ecosistemas.                      Determinar condiciones físicas de los seres vivos, además de la importancia de la reproducción.                      Identificar recursos básicos que proveen los requerimientos para la vida.</p>
<p>Inicial:                      3. Lupita estuvo observando un video de unos hermosos pingüinos que emigraron hacia un bosque, porque las condiciones de vida estaban cambiando ¿Crees que los pingüinos se puedan adaptar a las nuevas condiciones de vida?                      Inicial:                      4. Natalia quiere tener de mascota una lombriz con alas, entonces decide capturar una mariposa y una lombriz y las deja</p>	<p>Ecosistema                      Nicho                      Población                      Hábitat                      Cadena alimentaria                      Reproducción</p>	<p>Todas las poblaciones que interactúan en un ecosistema conforman una comunidad.</p> <p>Un ecosistema incluye todos los organismos y su medio físico.</p> <p>Los procesos que permiten la generación de nuevos individuos poseen características comunes, las modalidades de reproducción se</p>		

**Anexo 11.** Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo Individual de Edna. Fase dos

<b>ECOSISTEMAS. TRABAJO INDIVIDUAL DE EDNA</b>				
<b>CLASES DE SITUACIONES</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>REPRESENTACIONES SIMBÓLICAS</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>
<p>juntas por un buen tiempo pensando que se reproducirán ¿Crees que esto es posible? Explica Final:</p> <p>2. Lolita tenía una pecera y decidió pasar a los peces para otro lugar, un día después los peces empezaron a morir ¿Qué ocurrió? Explica. Final:</p> <p>3. Hace algún tiempo existía un bosque hermoso en las afueras de la ciudad, pero algunas familias decidieron construir sus casas alrededor del bosque, hoy podemos observar que ya no es el mismo ¿Qué crees que ocurrió? Explica Final:</p> <p>4. María trajo de tierra caliente unas hormigas que se reproducían con mucha facilidad pero se dio cuenta de que aquí en el municipio de La Unión no se reproducían ¿Por qué crees que las hormigas no se reproducen igual? Explica. Final:</p> <p>5. El domingo pasado se presentó un incidente en un bosque, debido a las altas temperaturas se incendió y terminó con gran parte de este, ¿Qué crees que ocurrió con todos los animales del bosque?</p>		<p>agrupan en dos tipos: asexual y sexual.</p>		

**Anexo 11.** Registros del contexto de formación universitaria. Trabajo Individual de Edna. Fase dos

<b>ECOSISTEMAS. TRABAJO INDIVIDUAL DE EDNA</b>				
<b>CLASES DE SITUACIONES</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>REPRESENTACIONES SIMBÓLICAS</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>
<p><b>S3: análisis de relaciones alimentarias en un ecosistema y el efecto de condiciones adversas.</b></p> <p>Inicial:</p> <p>5. Mariana fue de paseo con su familia al Amazonas y se encontró con hermosos sapos Toro, así que los observó por varios días y se dio cuenta que otros animales diferentes a los sapos estaban desapareciendo. ¿Qué ocurrió con los animales que había allí antes?</p> <p>¿Qué ocurrió con los sapos que Mariana observó en el Amazonas?</p> <p>Final:</p> <p>6. Un barco de pesca había capturado algunos peces de un lado de la costa para transportarlos hacia otro lugar y poder comercializarlos, entonces el barco se volcó y los peces cayeron al mar en un lugar donde abundan peces grandes, ¿qué ocurrió con los peces del barco? ¿Qué pasó con los animales que habían donde los peces cayeron?</p>	<p>Ecosistema</p> <p>Nicho</p> <p>Población</p> <p>Hábitat</p> <p>Cadena alimentaria</p> <p>Reproducción</p>	<p>Un ecosistema está constituido por poblaciones de seres vivos y el medio físico donde se relacionan. El nicho incluye a todos los factores bióticos y abióticos con los cuales el organismo vive y cumple sus funciones.</p> <p>Un ecosistema está integrado por organismos interdependientes que comparten el mismo hábitat, las diferentes etapas que sufre el alimento desde su lugar de origen hasta el consumo se conoce como cadena alimentaria.</p> <p>La cadena alimenticia representa el paso de energía y nutrientes a través de las poblaciones en una comunidad.</p> <p>Los procesos que permiten la generación de nuevos individuos poseen características comunes, las modalidades de reproducción se agrupan en dos tipos: asexual y sexual.</p>	<p>Escritas.</p> <p>Representación de cadenas alimenticias.</p>	<p>Reconocer importancia de las cadenas alimenticias dentro de los ecosistemas.</p> <p>Identificar las condiciones de un ecosistema.</p> <p>Explicar efectos de los cambios en las condiciones de un ecosistema</p> <p>Comparar diferentes tipos de organismos, vegetales (productores), animales (consumidores) y hongos y bacterias (descomponedores).</p>

**Anexo 12.** Registros del contexto de práctica. Caso Edna. Fase Dos

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA
	Subcategoría: Metodología didáctica	Subcategoría Evaluación de aprendizajes	
<b>Diario</b>	<p>15-04-2011 Se les da a conocer el tema que íbamos a iniciar por medio de un mapa conceptual, el cual es elaborado por todos de acuerdo a sus saberes previos.</p> <p>03-05-2011 Recorderis de los temas anteriores.</p> <p>06-05-2011 Pequeña salida ecológica para observar varios tipos de ecosistemas, en las afueras del colegio, solo debían reportar lo que observaron.</p> <p>24-05-2011 Se inicia con el trabajo de la unidad didáctica referente a ecosistemas, se trabaja en el cuaderno de creatividad con un paisaje que les da la educadora, allí deben poner las fichas de diversos animales de acuerdo a la comunidad donde deben vivir. Trabajamos la clasificación de fichas. Yo llevé láminas de animales: agua, arena suelo, aire, sol. Las repartí y por equipos debían clasificarlas. Tuvieron dificultades, pues ellos pensaban que era clasificar en poblaciones, por ejemplo todos los peces y se trataba de que clasificaran en bióticos o abióticos. Recortamos y las pegamos como un collage en el cuaderno de creatividad.</p>	<p>09-05-2011 La evaluación: trabajo en clase participación, trabajo en grupo</p> <p>23-05-2011 Aplicación de situaciones iniciales para el tema de ecosistemas. Los estudiantes trabajaron bien, realizaron preguntas pertenecientes al tema, sin embargo la educadora les hizo énfasis en que no les podía brindar información, esto para poder identificar sus invariantes operatorios iniciales. Al final realizamos trabajo grupal, los alumnos debían tomar papel bond y plasmar lo que conocían acerca de los bosques, los páramos, la selva y el desierto específicamente su flora y fauna, para luego socializarlo en clase, no se terminó el trabajo en la siguiente clase se socializó.</p>	<p>15-04-2011 El mapa conceptual lo hicimos entre todos en una clase, yo les dije vamos a estudiar el tema de ecosistemas, ¿Qué ecosistemas creen que existen? Los estudiantes decían ecosistemas muy bonitos y ecosistemas contaminados, porque hemos hecho actividades donde ellos muestran el mundo hoy y el mundo de hace tiempo. Entonces ellos solo creían que había dos tipos de ecosistemas, el ecosistema de hace muchos años que era bonito y el de ahora que la mano del hombre ha producido deforestación, tala de árboles y contaminación. Entonces yo les enfoqué y les expliqué lo acuático y lo terrestre. Los acuáticos les dieron más dificultad, yo les expliqué los significados de léntico y lótico. En los terrestres tenían la idea, pero no los tenían bien definidos, por ejemplo ellos decían un ecosistema en una montaña muy alta, pero no identificaban era por ejemplo un páramo y fuimos haciendo entre todos el mapa conceptual, por eso</p>

**Anexo 12.** Registros del contexto de práctica. Caso Edna. Fase Dos

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA
	Subcategoría: Metodología didáctica	Subcategoría Evaluación de aprendizajes	
<b>Diario</b>	<p>La teoría sobre las poblaciones se les dicte yo, también hicieron una consulta sobre ecosistema, especie, individuo y equilibrio. Luego esto lo trabajamos por medio de libros, uno de Ciencias Naturales de grado quinto, lo trabajamos por grupo y lo socializó.</p> <p>27-05-2011 Comprensión de lectura: “Hablemos de los bienes naturales” para resolver preguntas tales como: ¿qué identifica en el dibujo?, ¿qué beneficios nos presta el agua, el sol y el aire?, ¿por qué son importantes las plantas y los animales, ¿qué riquezas se encuentran en el bosque?, ¿cómo proteger la naturaleza?.</p> <p>07-06-2011 Observación de video “Ecosistemas” El video lo que ellos tenían que hacer era captar ideas del video que fueran muy importantes y escribirlas y luego en el salón. El video tenía los ecosistemas marino y terrestre.</p>	<p>EVALUACION</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Cómo te sentiste durante el desarrollo de las clases del tema de los ecosistemas?</li> <li>2. ¿Crees que la metodología empleada fue correcta?</li> <li>3. ¿Trabajaste lo suficiente para aprender sobre el tema de los ecosistemas?</li> <li>4. ¿Desarrollaste todas las actividades a conciencia?</li> <li>5. ¿Conocías algo del tema de los ecosistemas antes de llegar a cuarto grado?</li> </ol>	<p>yo no lo amplié mucho para no suministrar demasiados conceptos y les explique que esto era lo que íbamos a trabajar durante la clase.</p> <p>03-05-2011 El grupo estuvo disperso, tal vez porque hace algunas semanas que no trabajamos costo un poco explicarles y acomodarlos, me desgasté toda la hora de clase y obtuve buenos resultados</p> <p>27-05-2011 Se trabajó arduo durante la clase, estuvo extenso el texto, pero permitió que los estudiantes aprendieran mucho, salieron cansados por el trabajo que se mostró un poco rutinario, inclusive lo comentaron varios de ellos, pero fue una buena jornada.</p> <p>31-05-2011 Realizaron el ensayo, algunos de ellos confunden todavía el ensayo con ideas sueltas, pero se les explicó lo que debían hacer, algunos lo captaron otros no, me doy cuenta que desde el área de ciencias puedo trabajar otros aspectos relacionados con español por ejemplo, es gratificante para mí.</p>

**Anexo 12.** Registros del contexto de práctica. Caso Edna. Fase Dos

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA
	Subcategoría: Metodología didáctica	Subcategoría Evaluación de aprendizajes	
<b>Transcripción de clase</b>	<p>23-05-2011</p> <p>1. Edna: Pueden iniciar a desarrollar, lo más legible por favor [Edna entrega a cada estudiante una hoja con una serie de problemas]</p> <p>2. Alumna 1: profe me explica el punto 2.</p> <p>3. Edna: supongamos que allí hay sembradas plantas y hay animales como lombrices, cucarrones y mariposas y luego de un tiempo las plantas y los animales empezaron a morir, ¿por qué sería que empezaron a morir?</p> <p>4. Alumna 1: no le echaron agua, no tenían alimento.</p> <p>5. Edna: ah bueno, no tenían alimento. Mientras que los compañeros van terminando vamos a hacer lo siguiente, equipo número uno...</p> <p>6. Alumno 2: yo no entiendo.</p> <p>7. Edna: ya voy Jacobo a colaborarle. Equipo número uno: Carlos Daniel, Jacobo, Carolina y Juan José, ese es el primer equipo. Le corresponde graficar un bosque, van a dibujar un bosque y le van a ubicar la Flora y la fauna, ¿cuál consideran ustedes que deben ser la flora y la fauna de un bosque? ¿Cómo debe ser el bosque?</p> <p>8. Alumno 2: profe venga</p> <p>9. Edna: ya voy amor</p> <p>10. Alumno 2: no entiendo el cinco</p> <p>11. Edna: Jacobo, supongamos que el sapo llegó y los animales que estaban allí estaban desapareciendo, ¿qué ocurrió con los animales que había allí antes? por qué razón, piensa Jacobo.</p> <p>12. Alumno 2: se quedaron ahí</p> <p>13. Edna: .. ¿y solo se quedaron ahí? o algo tuvo que haber pasado.</p>		

**Anexo 12.** Registros del contexto de práctica. Caso Edna. Fase Dos

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA
	Subcategoría: Metodología didáctica	Subcategoría Evaluación de aprendizajes	
Entrevista	<p><b>29-10-2011</b></p> <p>1. Profesora: ¿Cómo fue el proceso llevado a cabo para enseñar “los ecosistemas”?</p> <p>2. (...) Se realizó el cuestionario de situaciones y dentro de esa misma clase empezamos a realizar por equipos de cuatro personas unos carteles; se les dijo por equipo un tipo de ecosistema terrestre y allí debían de plasmar lo que ellos conocían sobre la flora y la fauna en ese ecosistema. No terminamos en esa clase, si no que en la clase siguiente ellos expusieron lo que conocían, luego se socializó y se les aclaró dudas, porque algunos estudiantes no tenían claro qué fauna o qué flora hacia parte de determinados ecosistemas, entonces allí se les explicó. Dentro del proceso también se llevó a cabo la observación de un video, el cual tenía cuatro tipos de ecosistemas, que eran tres terrestres y uno acuático, luego de que vieron el video se realizó un escrito</p> <p>3. Profesora: ¿sobre qué realizaron el escrito?</p> <p>4. Edna: Con base en el video ellos hicieron un texto, el cual luego que me lo entregaron, socializamos entre todos, ellos empezaron a reconocerle a los otros que era lo que había, pero también a decirle a los otros estudiantes: no, usted está equivocado, porque dentro de ese ecosistema no existen tales y tales cosas.</p> <p>5. Profesora: ¿eso fue en otra clase?</p> <p>6. Edna: si, eso fue en otra clase ellos debían investigar algunos conceptos importantes, pero no enfocados sobre un solo libro de textos, sino en varios y que consultaran a profundidad, que no fuera superficial.</p>	<p><b>29-10-2011</b></p> <p>2. Edna: Bueno, entonces, les voy a contar que fue lo que se realizó dentro del tema de ecosistema, cuál fue el proceso que se llevó a cabo con los estudiantes, entonces lo primero que se hizo fue empezar a desarrollar las situaciones iniciales con los estudiantes, ellos debían resolver problemas que permitían ver cuáles eran los <b>invariantes operatorios</b> que ellos tenían para empezar el tema de ecosistemas, cuál era la idea que ellos tenían de ese concepto.</p> <p><b>7. La evaluación</b> siempre me ha parecido muy importante aunque considero que de pronto he fallado y que siempre la he dejado como para el final del proceso y la evaluación también puede tenerse en cuenta dentro del proceso y no al final, hay cositas que hay que seguir mejorando, pero que se va ir haciendo de acuerdo como a la experiencia y a los procesos que se estén llevando a cabo.</p>	<p><b>29-10-2011</b></p> <p>6. (...) muy interesante, los estudiantes estuvieron muy tranquilos, a ellos les favorece mucho el cambio, que la actividad no se realice en el aula sino afuera, en otra parte. He notado que cuando las actividades se realizan fuera de clase, ellos mantienen como cierta tranquilidad, un interés; les gusta la actividad en otra parte, entonces esa actividad fue muy provechosa porque ellos preguntan y están pendientes, qué hay que buscar.</p> <p>8. (...) Entonces aquí se evidenció que algunos clasificaron muy bien, dos o tres que no lo hicieron de la misma manera, pero se les ayudo. Los estudiantes estaban muy interesados porque era algo diferente, era más didáctico, más lúdico, entonces estaban fuera los cuadernos, los lapiceros, solamente todas acá en el centro pendientes de esa clasificación.</p>

**Anexo 12.** Registros del contexto de práctica. Caso Edna. Fase Dos

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA
	Subcategoría: Metodología didáctica	Subcategoría Evaluación de aprendizajes	
Entrevista	<p>8. Edna: Muchísimas cosas, entre ellas algo muy importante para destacar y es las fuentes bibliográficas, nosotros como profesores no nos podemos quedar en una sola fuente, sino que tenemos que buscar, tenemos que tratar de hacer una planeación, pero con varios libros de texto, no en una sola fuente, porque una sola fuente no nos va a brindar muchísima información, y nosotros también tenemos que documentarnos, entonces varios libros de textos, varias fuentes.</p> <p>(...) Cuando yo empecé a realizar la planeación no me parecía importante la fundamentación epistemológica, luego me fui dando cuenta que era importante empezar mirando el estudiante que sabe y luego ir introduciendo la historia de ese concepto que es importante que el estudiante la tenga en cuenta, entonces fue algo también muy valioso, fue algo que aprendí dentro de este proceso ya que nos da mayor fundamentación a nosotros los educadores y al estudiante también le da una fuente para empezar, <b>para comprender mas el concepto</b>, y no llegar a decirle mire el concepto esto y esto.</p> <p>8. (...) Bueno, la manera de planear ha cambiado también, porque cuando uno planea, uno muchas veces no se da cuenta de la secuencia de las actividades que uno debe realizar, entonces cuando uno planea una clase piensa debo empezar con esto y luego con esto y se lleva una secuencia, pues si no lo hago, entonces estoy como pendiente que fue lo que trabajé la anterior clase que de pronto no recuerdo.</p>		<p>Por último se realizaron las situaciones finales con resultados muy positivos, sin embargo, pienso que de pronto se pudo haber trabajado muchísimo mejor, porque si se lograron aprender algunos conceptos, hubo otros que de pronto faltó profundización, pero fue exitoso, fue muy exitoso.</p> <p>Bueno, lo de las situaciones fue una experiencia nueva que he tenido con los estudiantes, me parece que es una labor desgastante, pero que es muy interesante, que hay sacarle tiempo, por que las situaciones le permiten al estudiantes pensar. Al inicio por ejemplo a ellos les da mucha pereza pensar y les da como aburrición empezar las situaciones, pero a medida que uno las sigue aplicando el estudiante va cogiendo la habilidad y lo mismo nosotros. Pues en el caso mío como profesora, al inicio me dio muy duro empezar hacer situaciones, pero ya después va aprendiendo uno de los fallos en las situaciones anteriores, entonces la elaboración de situaciones al inicio y al final, me parece muy importante para destacar los invariantes operatorios que han tenido al inicio y al final y de pronto que puede uno mejorar para otros momentos, que se puede mejorar de lo que te falló en ese tema.</p>

**Anexo 12.** Registros del contexto de práctica. Caso Edna. Fase Dos

INSTRUMENTO	CATEGORÍA: ACCIÓN EN EL AULA		CATEGORÍA: AUTOEVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA
	Subcategoría: Metodología didáctica	Subcategoría Evaluación de aprendizajes	
<b>Entrevista</b>	<p>Mientras que dentro de la <b>planeación</b> esta todo, se hizo esto, se hizo lo otro, faltó esto, entonces me parece muy importante, si demanda mucho tiempo y a veces los educadores no nos queda mucho tiempo, pero es una labor que hay que hacerla porque es importante, nos forma a nosotros y ayuda a que el proceso del estudiante sea mucho mejor.</p> <p>9. Edna: También se realizó en otra clase una clasificación de factores bióticos y abióticos.</p> <p>10. Profesora: ¿Cómo se hizo?</p> <p>11. Edna: Yo les traje ciertos elementos, como fue piedritas, arena, plantas, insectos, un cucarroncito, una mariposita, cositas,</p> <p>12. Profesora: ¿qué debían hacer los estudiantes?</p> <p>13. Edna: clasificarlos, cuáles de ellos pertenecen a los bióticos y cuales a los abióticos. Luego se realizó el cuestionario de preguntas que fueron discutidas sus respuestas, ese fue un cuestionario también interesante porque se hablan y se mencionaban otros conceptos que no están dentro de las situaciones, entonces allí pudimos evaluar muchos conceptos, más avanzados los invariantes operatorios.</p> <p>14. Profesora: ¿Qué aprendiste en el proceso de formación en los seminarios y en la práctica?</p> <p><b>Uso de recursos</b></p> <p>6. (...) Bueno luego se realizo una consulta en la biblioteca, pero esta consulta se hizo en diversos tipos de textos.</p>		<p>Una de las cosas que también he superado y que aprendí dentro de este proceso de formación, fue que tenía el manejo del diccionario, de pronto me detenía en que el estudiante copiara y no me fijaba que el estudiante no estaba copiando de acuerdo al tema que estábamos viendo, sino que simplemente la primera definición que ellos tenían en el diccionario, entonces al uso del diccionario hay que darle una profundidad si estamos viendo un tema de ciencias hay que tratar de buscar una fuente, un diccionario que me este dando conceptos apropiados y profundos de esta temática y no que me este dando cualquier definición que en algún momento puede confundir hasta los mismos estudiantes.</p> <p>De pronto también cometía un error y era dictarles mucha teoría, sin pensar en que es mucho más importante que el estudiante desarrolle otras actividades que le ayuden a pensar y que la metodología sea muy variada, no estar solamente en lo que es lo magistral, lo teórico y la consulta, sino muchas otras actividades que le permitan al estudiante pensar y construir el conocimiento.</p>