

Universidad de Huelva

Departamento de Didácticas Integradas



Uso y análisis de las representaciones iónicas del ecosistema en los libros de texto durante la enseñanza y el aprendizaje en 2º ESO : un estudio de caso

**Memoria para optar al grado de doctora
presentada por:**

Linda Arelis Silva Arias

Fecha de lectura: 15 de mayo de 2018

Bajo la dirección de los doctores:

Roque Jiménez Pérez

Francisco Javier Perales Palacios

Huelva, 2018





**Universidad
de Huelva**

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

Departamento de Didácticas Integradas

TESIS DOCTORAL

**USO Y ANÁLISIS DE LAS REPRESENTACIONES ICÓNICAS DEL
ECOSISTEMA EN LOS LIBROS DE TEXTO DURANTE LA ENSEÑANZA Y
EL APRENDIZAJE EN 2º ESO. UN ESTUDIO DE CASO.**

Realizada por

Linda Arelis Silva Arias

Directores

Dr. Roque Jiménez Pérez

Dr. Francisco Javier Perales Palacios

Huelva, 2018



**Universidad
de Huelva**

Departamento de Didácticas Integradas

**USO Y ANÁLISIS DE LAS REPRESENTACIONES ICÓNICAS DEL
ECOSISTEMA EN LOS LIBROS DE TEXTO DURANTE LA ENSEÑANZA Y
EL APRENDIZAJE EN 2º ESO. UN ESTUDIO DE CASO.**

Memoria para optar al grado de Doctor

Presentada por

Linda Arelis Silva Arias

Dirigida por

Dr. Roque Jiménez Pérez

Dr. Francisco Javier Perales Palacios

*“Las especies que sobreviven no son
las más fuertes, ni las más inteligentes,
sino aquellas que se adaptan mejor al cambio”.*

Charles Darwin

*A Violetta la inspiración
en la metamorfosis de mi vida.*

AGRADECIMIENTOS

Cuando escribí estas palabras evocaron a mi mente muchos de los distintos obstáculos por los que tuve que cruzar para llegar a esta etapa, pero a su vez vibraron en mí, infinitas emociones de satisfacción personal, por alcanzar este sueño tan anhelado y que en muchos momentos pensé que era algo utópico.

Aprendí muchas cosas, pero indudablemente aprendí a reconocer lo valiosas que son cada una de las personas, siendo éstas las principales artífices de dichos inconmensurables aprendizajes, que en menor o mayor medida contribuyeron en la consolidación de esta Tesis Doctoral.

En principio, manifiesto mi más vehemente agradecimiento a los directores de esta Tesis, Dr. Roque Jiménez Pérez y Dr. Francisco Javier Perales, quienes con su admirable sapiencia, exigencia y dedicación cualificaron este trabajo. Sin duda, sin sus valiosas enseñanzas, orientaciones precisas y múltiples gestiones, no hubiese sido posible el cumplimiento de este sueño. Nuevamente les reitero una humilde gratitud, por acogerme, creer en mí y compartir la responsabilidad que implica el reto de vivir esta investigación.

Al profesorado que tuve de la Universidad de Huelva y de la Universidad de Extremadura, una especial gratitud por sus útiles apreciaciones en los diferentes cursos, seminarios y congresos.

A mis amigos y compañeros de doctorado, que me brindaron su amistad y conocimiento de manera incondicional, gracias por compartir y hacerme participe de sus grandes experiencias y fructíferos debates, convirtiendo en un mar de emociones el pequeño despacho, que muy curiosamente nominamos “cuartito oscuro”, pero que paradójicamente fue el recinto con mayor luz, donde fluyeron pensamientos contundentes para esta Tesis.

Asimismo, quiero expresar un agradecimiento a los participantes de esta investigación, en especial, a la Docente que otorgo su consentimiento para ingresar en su espacio laboral, a ella, manifiesto mi más sincera gratitud por hacer de este estudio una realidad y por la desinteresada gestión administrativa y personal que facilitó el acceso a la institución educativa.

A la Universidad de Andalucía y a la Fundación Caja Sol por las ayudas para movilidad, actividades de divulgación científica y asistencia a congresos, convocadas por el I plan propio de investigación. A LA AUIP (Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrados) por su ayuda de movilidad para

estancia doctoral en años precedentes, a estas entidades, muchas gracias por su colaboración y continua lucha en la promulgación del intercambio cultural y disciplinar.

He de hacer una mención muy especial a mis padres, por su gran esfuerzo, dedicación y amor con que han acogido y cuidado a mi hija en toda la estancia doctoral, a ellos infinitas gracias, porque a pesar de la distancia, siempre estuvieron allí para apoyarme cuando necesité una voz de aliento.

A mi hija Violetta que una vez más fue la propulsora de darle sentido a mi existencia, contemplarla solo desde mi corazón, hizo que en tiempos desolados surgiera dentro de mí un ímpetu invencible. Gracias hija por perdonar mi ausencia y creer en mí, esperando cada día mi regreso.

Por último, pero sin restar importancia, doy gracias a Dios por estar en todo este camino, cuidando y fortaleciendo mi alma, guiando e iluminando el cierre de esta Tesis a la espera del nuevo amanecer.

Muchas Gracias a todos

INDICE

Índice de cuadros.....	XIV
Índice de figuras.....	XV
Índice de gráficas.....	XVII
Índice de tablas.....	XIX
Resumen.....	XX
Abstract.....	XXII
 CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN, ANTECEDENTES Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	27
I.1. Introducción.....	27
I.2. Fundamentos del problema.....	32
I.3. Preguntas de Investigación, Objetivos y Supuestos.....	36
 CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	43
II.1. La enseñanza y aprendizaje de los ecosistemas	45
II.1.1. Dificultades en la enseñanza y aprendizaje del ecosistema	45
II.1.2. Los libros de texto vs el currículo en la enseñanza y aprendizaje del ecosistema.....	49
II.2. Conocimiento Didáctico del Contenido.....	71
II.2.1. Conocimiento Didáctico del Contenido sobre Ecosistema (CDC-Ec). 88	
II.2.1.1. Componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido de Ecosistema	92
II.3. El Cambio Conceptual.....	120
II.3.1. Algunas visiones que se tienen acerca de: ¿Qué es el cambio conceptual?.....	127
II.4. Las Imágenes en los Libros de Texto.....	132
II.4.1. El Referente desde la Semiótica	133
II.4.2. El Referente desde la Psicología y la Didáctica.....	139
II.4.3. El Uso de las Imágenes en la Enseñanza-Aprendizaje.....	144
II.5. Recapitulación del Marco Teórico	151
 CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	155
III.1. Algunas indicaciones sobre la investigación educativa	155
III.1.1. El Paradigma que caracteriza esta investigación.....	156
III.2. Tipo de Investigación.....	158
III.2.1. El estudio de caso	159
III.3. Diseño de la Investigación.....	161
III.3.1. El Contexto del estudio	164
III.3.2. Los Participantes en la investigación	164
III.3.3. Fases de la investigación	167
III.3.4. Instrumentos de Recogida de Datos	170
III.3.5. Sistematización, categorización e instrumentos para el análisis de datos.	181
III.3.5.1. Instrumentos para el análisis de los datos.....	185

CAPÍTULO IV. RESULTADOS OBTENIDOS Y PRIMEROS ANÁLISIS	207
IV.1. Resultados y análisis de las concepciones y evolución de los participantes	209
IV.1.1. Resultados y análisis de las concepciones y evolución conceptual de Diana.....	210
IV.1.2. Resultados y análisis de las concepciones y evolución conceptual de Tomás	220
IV.1.3. Resultados y análisis de las concepciones y evolución conceptual de Luciana	232
IV.1.4. Resultados y análisis de las concepciones y evolución conceptual de Camilo.....	242
IV.1.5. Resultados y análisis de la participación observada del Grupo	252
IV.1.6. Resultados y análisis de las concepciones de la profesora sobre estrategias instruccionales para la enseñanza de las ciencias	259
IV.2. Resultados y análisis relacional de las imágenes del ecosistema de los Libros de texto 1, 2, 3, 4	278
IV.3. Resultados y análisis particular de las imágenes del ecosistema del libro de texto empleado (durante la clase objeto de estudio (Libro 1)	293
 CAPÍTULO V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	307
V.1. Discusión de las concepciones y evolución de Diana según los Ámbitos	309
V.2. Discusión de las concepciones y evolución de Tomás según los Ámbitos	312
V.3. Discusión de las concepciones y evolución de Luciana según los Ámbitos	315
V.4. Discusión de las concepciones y evolución de Camilo según los Ámbitos	318
V.5. Discusión de la participación del grupo según los Ámbitos I y II.....	322
V.6. Discusión de las concepciones declaradas y de la práctica de aula de la Profesora según los ámbitos	324
V.7. Discusión de las imágenes del ecosistema en los libros de texto 1, 2, 3, 4	333
V.7.1. Concurrencias y oposiciones entre III.E Función de la secuencia didáctica con III.F Etiquetas verbales.....	335
V.7.2. Concurrencias y Oposiciones entre las sub-categorías de III.E Función de la secuencia didáctica en la que aparecen las imágenes en el libro de texto con III.G Iconicidad	347
V.7.3. Concurrencias y oposiciones entre las sub-categorías de III.E Función de la secuencia didáctica en la que aparecen las imágenes en el libro de texto con III.H Imagen de ciencia.....	357
V.7.4. Concurrencias y Oposiciones entre las sub-categorías de III.E Función de la secuencia didáctica con III.I Percepción de ecosistema.	370
V.8. Recapitulación de los datos discutidos	372
 CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES	381
VI.1. Conclusiones generales según el problema de investigación	381
VI.1.1. Validación de Supuestos	389

VI.1.2. Articulando los diferentes objetos de estudio.....	392
VI.2. Limitaciones asociadas al estudio.....	394
VI.3. Perspectivas futuras de investigación.....	394
VI.4. Implicaciones didácticas de la investigación.....	395
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	423

ANEXOS (en CD)

Anexo I. Concepciones declaradas por Diana.....	3
I.1. Transcripción del Cuestionario N°1.....	3
I.2. Transcripción del Cuestionario N°2.....	4
I.3. Transcripción del Cuestionario N°3.....	5
I.4. Transcripción de la entrevista.....	6
I.5. Representación pictórica.....	8
Anexo II. Concepciones declaradas por Tomás.....	9
II.1. Transcripción del Cuestionario N°1.....	9
II.2. Transcripción del Cuestionario N°2.....	10
II.3. Transcripción del Cuestionario N°3.....	11
II.4. Transcripción de la entrevista.....	13
II.5. Representación pictórica.....	15
Anexo III. Concepciones declaradas por Luciana.....	16
III.1. Transcripción del Cuestionario N°1.....	16
III.2. Transcripción del Cuestionario N°2.....	17
III.3. Transcripción del Cuestionario N°3.....	18
III.4. Transcripción de la Entrevista.....	19
III.5. Representación Pictórica.....	22
Anexo IV. Concepciones de Camilo.....	23
IV.1. Transcripción del Cuestionario N°1.....	23
IV.2. Transcripción del Cuestionario N°2.....	24
IV.3. Transcripción del Cuestionario N°3.....	25
IV.4. Transcripción de la Entrevista.....	27
IV.5. Representación pictórica.....	30
Anexo V. Concepciones de la Profesora.....	31
V.1. Transcripción Grabaciones de audio.....	31
V.2. Transcripción de la Observación.....	80
V.3. Transcripción Entrevista.....	84
Anexo VI. Analisis de las imágenes de los libros de texto.....	90
VI.1. Plantilla toma de datos de la función didáctica.....	90
VI.2 Plantilla toma de datos de las etiquetas verbales.....	95
VI.3. Plantilla toma de datos de la iconicidad.....	99
VI.4. Plantilla toma de datos de la imagen de ciencia.....	104
VI.5. Plantilla toma de datos de la perspectiva de ecosistema.....	110

Anexo VII. Material curricular.....	118
VII.1. Rúbrica para evaluar la competencia visual en el aprendizaje del ecosistema.....	180
VII.2. Actividad orientada a la contextualización de imágenes por medio de las etiquetas verbales.....	120

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro II.1. Categorización de las concepciones del ecosistema.....	46
Cuadro II.2. Contenidos sobre ecosistema para el segundo curso de la ESO .	53
Cuadro II.3. Perspectivas sobre ecosistema desde los expertos	56
Cuadro II.4. Diferentes perspectivas sobre el CDC.....	73
Cuadro II.5. Diferentes perspectivas sobre el CDC.....	74
Cuadro II.6. Contenidos recomendados para la enseñanza del ecosistema en segundo curso de la ESO.....	99
Cuadro II.7. Ejemplo de sistemática empleada en una rúbrica para evaluar la interpretación de imágenes en libros de texto (ver rúbrica completa en Anexo VII.1).....	119
Cuadro II.8. Actividad para el análisis didáctico de un libro de texto, según Vílchez (2014, p.45)	120
Cuadro II.9. Funciones de las imágenes según Badanelli (op.cit.).....	148
Cuadro III.1. Guión del cuestionario sobre concepciones alternativas del ecosistema	174
Cuadro III.2. Guion entrevista a los estudiantes.....	177
Cuadro III.3. Guion entrevista a la profesora.....	178
Cuadro III.4. Plantilla registro de datos sobre ilustraciones en libros de texto, según la etiqueta e iconicidad	180
Cuadro III.5. Plantilla registro de datos sobre ilustraciones en libros de texto según tipo de función	181
Cuadro III.6. Plantilla registro de datos sobre ilustraciones en libros de texto según la imagen de ciencia y perspectiva de ecosistema.....	181
Cuadro III.7. Ejemplo formato de sistematización de datos	183
Cuadro III.8. Ejemplo de formato de análisis y codificación	185
Cuadro IV.1. Resumen de códigos de las UA divididas por ámbito para el caso de Diana.219	
Cuadro IV.2. Resumen de los códigos de las UA divididas por ámbito para el caso de Tomás.....	232
Cuadro IV.3. Resumen de los códigos de las UA divididas por ámbitos para el caso de Luciana.....	241
Cuadro IV.4. Resumen de los códigos de las UA divididas por ámbito para el caso de Camilo.....	251
Cuadro IV.5. Resumen de los códigos de las UA divididas por ámbito para el caso Grupal.....	258
Cuadro IV.6. Resumen de los códigos de las UA divididas por ámbito para el caso de la Profesora	278

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1. Estructura de la Investigación	30
Figura I.2. Sinergias que establecen los libros de texto	33
Figura II.1. Esquema del marco teórico empleado en la Investigación	44
Figura II.2. Esquema de los elementos de un ecosistema	58
Figura II.3. Ciclo de la materia y flujo de energía (Fuente: González-García et al., 2015, p.200)	59
Figura II.4. Flujo de energía en un ecosistema	60
Figura II.5. Características de un ecosistema	61
Figura II.6. Entradas y salidas en un ecosistema	62
Figura II.7. Representación de la exclusión de los seres humanos en un ecosistema natural	66
Figura II.8. Mapa conceptual sobre el constructo del ecosistema desde la perspectiva conservacionista	69
Figura II.9. Estructura del conocimiento profesional del profesor según Magnusson et al. (1999, p. 98). Traducción propia.	75
Figura II.10. Componentes del CDC según Magnusson et al. (1999, p.99). Traducción propia.....	79
Figura II.11. Componentes del CDC: el modelo hexagonal según Park y Oliver (2008, p.279).....	81
Figura II.12. Proceso del CDC centrado en la eficacia.....	82
Figura II.13. Modelo del conocimiento y habilidad profesional de los profesores que incluye el CDC según Gess-Newsome (2015, p. 31). Traducción propia. .	83
Figura II.14. Estructura del CDC (Fuente: adaptado de Magnusson et al., 1999; Park y Oliver, 2008 y Gess Newsome, 2015).....	87
Figura II.15. Caracterización del conocimiento escolar según García (1994, p.66).	89
Figura II.16. Conocimiento didáctico del contenido de ecosistema.	91
Figura II.17. Red alimentaria en Doñana, según Jiménez Aleixandre (op.cit., p.136)	113
Figura II.18. Características en el proceso de acomodación conceptual	122
Figura II.19. Representación de la diversidad del mundo según Fuentes (2015, p.1)	137
Figura II.20. Representación de una cadena alimentaria según Fuentes y García (2009, p.1499).....	138
Figura II.21. Clasificación de las representaciones	139
Figura III.1. Estructura de la metodología empleada en la investigación	163
Figura III.2. Instrumentos para la recogida de datos	171
Figura IV.1 Red trófica creada por Camilo	249
Figura IV.2. Ejemplo de una imagen del libro de texto 2	290
Figura IV.3. Ejemplo de una imagen del libro de texto 3	291
Figura IV.4. Ejemplo de una imagen del Libro 3.....	292
Figura IV.5. Ejemplo de imagen presente en el Libro 1.....	301

Figura IV.6. Ejemplo de ilustración presente en el Libro 1	303
Figura V.1. Ruta de la discusión de los resultados.....	308
Figura V.2. Resultante de las concepciones del aprendizaje de Diana.....	309
Figura V.3. Resultante de la evolución conceptual del ecosistema en Diana	310
Figura V.4. Resultante de las concepciones de Diana para el ámbito III	312
Figura V.5. Resultante de las concepciones del aprendizaje de Tomás	312
Figura V.6. Resultante de la evolución conceptual del ecosistema en Tomás	313
Figura V.7. Resultante de las concepciones de Tomás para el ámbito III	314
Figura V.8. Resultante de las concepciones del aprendizaje de Luciana.....	315
Figura V.9. Resultante de la evolución conceptual del ecosistema en Luciana	316
Figura V.10. Concurrencia entre la sub-categoría II.C1 con II.C7	317
Figura V.11. Resultante de las concepciones de Luciana para el ámbito III ..	318
Figura V.12. Resultante de las concepciones del aprendizaje de Camilo	319
Figura V.13. Oposición de las sub-categorías I.B1, I.B2, I.B3 respecto a I.B4	319
Figura V.14. Resultante de la evolución conceptual del ecosistema en Camilo	320
Figura V.15. Resultante de las concepciones de Camilo para el ámbito III....	321
Figura V.16. Relación análoga para el ámbito I por frecuencia de UA	323
Figura V.17. Divergencia para el ámbito II por frecuencia de UA.....	323
Figura V.18. Vínculo significativo entre categorías del ámbito I	325
Figura V.19. Relación entre las concepciones declaradas de la Profesora y la práctica de aula	326
Figura V. 20 Superposición entre sub-categorías del ámbito II	327
Figura V.21. Proceso para la evolución de las concepciones de la profesora	330
Figura V.22. Divergencia entre las concepciones declaradas de la Profesora y las representadas en su práctica de aula según el ámbito III.....	332
Figura V.23. Síntesis de la Relación dinámica de los resultados	333
Figura V.24. Concurrencia múltiple entre la categoría III.E y las categorías III.F, III.G, III.H, III.I	334
Figura V.25. Concurrencia entre III.E1 y III.F3 del Libro 3	336
Figura V.26. Concurrencia entre III.E2 y III.F2 del Libro 1, 2, 4.....	337
Figura V.27. Imagen que representa la concurrencia entre III.E2/F2 (Libro 2 p.76)	338
Figura V.28. Concurrencia entre III.E3 y III.F3 del Libro 1, 2, 3, 4.....	339
Figura V.29. Concurrencia entre III.E4/III.F3 y Oposición entre III.E4/III.F2 del Libro 1, 2, 3, 4	340
Figura V.30. Imagen que representa la concurrencia entre E4/F3	341
Figura V.31. Concurrencia entre III.E5/F3 y Oposición entre III.E5/III.F2 de los Libros 1, 2, 3, 4.....	342
Figura V.32. Concurrencia entre III.E6/III.F3 y Oposición entre III.E6/III.F1-III.F2 del Libro 1, 2, 3, 4.....	343
Figura V. 33. Imagen que representa la concurrencia entre E6/F3 (Libro1 p.280)	345
Figura V.34. Concurrencia entre III.E7/III.F2 y E7/III.F3 del Libro 1, 2, 3, 4 ...	347
Figura V.35. Concurrencia entre III.E1 Evocación, y III.G2 Dibujo figurativo, hallada en el Libro 3	348

Figura V.36. Concurrencia entre III.E2 y III.G3 de los Libro 1, 2, 4	349
Figura V.37. Concurrencia entre III.E3 y III.G1 del Libro 1, 2, 3, 4	351
Figura V.38. Concurrencia entre III.E4/III.G1y III.E4/III.G3 del Libro 1, 2, 3, 4	352
Figura V.39. Concurrencia entre III.E5 y III.G1 de los Libros 1, 2, 3, 4	353
Figura V.40. Concurrencia entre III.E6 y todas las sub-categorías de Iconicidad de los Libros 1, 2, 3, 4	354
Figura V.41. Concurrencia entre III.E7/III.G1 y oposición entre III.E7/III.G2 de los Libros 1, 2, 3, 4.....	355
Figura V.42. Imagen que representa la concurrencia entre III.E7/III.G1 (Libro 4 p.184)	356
Figura V.43. Imagen propuesta para mejorar la concurrencia entre III.E7/III.G1 del Libro 4.....	357
Figura V.44. Concurrencia entre III.E1 y III.H3 del Libro 3	359
Figura V.45. Imagen que representa la concurrencia entre III.E2/III.H3 (Libro 2 p.77)	360
Figura V.46. Concurrencias entre III.E2 /III.H3 y III.E/III.H4	362
Figura V.47. Concurrencia entre III.E3/III.H4 y Oposición entre III.E3/H3 de los Libros 1, 2, 3, 4.....	363
Figura V.48. Imagen que representa la concurrencia entre III.E3/III.H4 (Libro 4 p.181)	364
Figura V.49. Concurrencia entre III.E4/III.H4 y Oposición entre III.E4/III.H3, III.H5 de los Libros 1, 2, 3, 4	365
Figura V. 50. Oposición entre III.E5/III.H3 y III.E5/III.H4 de los Libros 1, 2, 3, 4	366
Figura V.51. Concurrencia múltiple entre III.E6 /III.H1, III.H2, III.H3, III.H4, III.H5, III.H6 de los Libros 1, 2, 3, 4.....	367
Figura V.52. Imagen que representa la concurrencia entre III.E6/III.H3 (Libro 2 p.71)	368
Figura V.53. Concurrencia entre III.E7/III.H3, III.H4 y Oposición entre III.E7/ III.H5 de los Libros 1, 2, 3, 4	370
Figura V.54. Oposición entre III.E1,2,3,4,5,6,7/III.I1 de los Libros 1, 2, 3, 4 ..	371
Figura V.55. Imagen que representa la semi-inclusión del ser humano (Libro 4 p.176)	372
Figura V.56. Representación general del proceso evolutivo en los estudiantes	373

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica IV.1. Unidades de análisis según instrumentos aplicados al caso Diana	211
Gráfica IV.2. Frecuencia unidades de análisis por ámbito para el caso Diana	212
Gráfica IV.3. Identificación de sub-categorías por el instrumento aplicado al caso Diana	213
Gráfica IV.4. Unidades de Análisis según instrumentos aplicados al caso Tomás	220
Gráfica IV.5. Frecuencia unidades de análisis por ámbito para el caso Tomás	221

Gráfica IV.6. Identificación de sub-categorías por instrumento aplicado al caso Tomás	222
Gráfica IV.7. Unidades de Análisis según los instrumentos aplicados al caso Luciana.....	233
Gráfica IV.8. Frecuencia unidades de análisis por ámbito para el caso Luciana	233
Gráfica IV.9. Identificación de sub-categorías por instrumento aplicado al caso Luciana.....	234
Gráfica IV.10. Unidades de Análisis según los instrumentos aplicados al caso Camilo	242
Gráfica IV.11. Frecuencia unidades de análisis por ámbito para el caso Camilo	243
Gráfica IV.12. Identificación de categorías por instrumento aplicado al caso Camilo	244
Gráfica IV.13. Unidades de análisis según instrumentos aplicados al caso grupal	252
Gráfica IV.14. Frecuencia unidades de análisis por ámbito para el caso Grupal	253
Gráfica IV.15. Identificación de sub-categorías por instrumento aplicado al caso grupal	254
Gráfica IV.16. Unidades de Análisis según el instrumento aplicado al caso Profesora.....	259
Gráfica IV.17. Frecuencia unidades de análisis por ámbito para el caso de la profesora	260
Gráfica IV.18. Identificación de sub-categorías por instrumento aplicado al caso Profesora.....	261
Gráfica IV.19. Taxonomía de las imágenes de los Libros 1,2,3,4	281
Gráfica IV.20. Función de la secuenciación didáctica en la que aparecen las ilustraciones de los libros de texto 1, 2, 3, 4.....	284
Gráfica IV.21. Etiquetas verbales en las ilustraciones de los libros de texto1, 2, 3, 4	284
Gráfica IV.22. Iconicidad en las ilustraciones de los libros de texto 1, 2, 3, 4	285
Gráfica IV.23. Imagen de Ciencia en las ilustraciones de los Libros de texto 1, 2, 3, 4	287
Gráfica IV.24. Percepción del ecosistema en las imágenes de los Libros1, 2, 3, 4	288
Gráfica IV.25. Función de la secuencia didáctica en la que aparecen las imágenes del Libro 1	294
Gráfica IV.26. Etiquetas verbales de las ilustraciones del Libro 1	295
Gráfica IV.27. Iconicidad de las imágenes del Libro 1.....	295
Gráfica IV.28. Imagen de ciencia en las imágenes del Libro 1.....	296
Gráfica IV.29. Percepción del ecosistema en las imágenes del Libro 1	297

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.1. Relación entre pregunta-objetivo-supuesto	38
Tabla II.1. Hipótesis de progresión para la enseñanza del ecosistema en secundaria según Valbuena (2007, p.170)	97
Tabla II.2. Estrategias para la enseñanza del ecosistema.	108
Tabla II.3. Algunas propuestas para realizar trabajos prácticos fuera del aula	110
Tabla II.4. Algunos ejemplos de la evaluación para el constructo de ecosistema	117
Tabla III.1. Cronología empleada en la recogida de datos	179
Tabla III.2. Categorías desde la enseñanza y aprendizaje de un concepto complejo.....	187
Tabla III.3. Categorías desde el cambio conceptual.....	188
Tabla III.4. Categorías desde las imágenes del ecosistema como aproximación a la alfabetización visual	190
Tabla III.5. Relación de instrumentos de recogida de datos con las posibles categorías que evalúa cada uno	194
Tabla III.6. Ámbitos presentes en el instrumento de la entrevista (profesora y estudiantes)	195
Tabla III.7. Relación del sistema de categorías vs preguntas del cuestionario	197
Tabla III.8. Relación del sistema de categorías vs. preguntas de la entrevista a los estudiantes	199
Tabla III.9. Relación del sistema de categorías Vs preguntas de la entrevista a la profesora.....	200
Tabla IV.1. Frecuencia de Imágenes en los libros de texto	282

RESUMEN

En este trabajo se analizan las imágenes de los libros de texto y su uso en segundo curso de Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO en adelante) para la reflexión didáctica del proceso como contribución a una alfabetización visual durante la enseñanza y el aprendizaje del ecosistema. Para evidenciar dicho uso, se exploran las concepciones que la profesora tiene sobre las estrategias instruccionales de la enseñanza y las concepciones de los estudiantes sobre el ecosistema, identificando la posible incidencia de las imágenes para el cambio o evolución conceptual.

Lo anterior se realiza bajo el paradigma cualitativo orientado a un Estudio de Caso, compuesto por cuatro estudiantes, la profesora y cuatro libros de texto de las editoriales más utilizadas en el contexto español para segundo de ESO. Se aclara que los sujetos de este estudio trabajan con solo un libro de texto; sin embargo, hemos ampliado el análisis a otros tres libros para tener un referente de contraste y ver la uniformidad o diversidad entre ellos. Los datos se recolectaron durante un periodo de tres meses mediante la observación directa, las entrevistas, las grabaciones en audio, los cuestionarios y la revisión documental de los libros ya mencionados. Esto permitió la triangulación de la información en distintos momentos.

Las categorías empleadas para el análisis de los datos están diseñadas bajo tres pilares que constituyen los fundamentos: el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC en adelante), el cambio conceptual y el rol de las imágenes en los libros de texto, aclarándose que para este último, las categorías implementadas en el análisis de las imágenes se obtienen parcialmente de un instrumento validado por Perales y Jiménez (2002) y adaptado al objeto de este estudio.

Para entender el andamiaje de las estrategias instruccionales en la enseñanza del ecosistema, componente que hace parte del CDC, acogemos las ideas propuestas por Magnusson, Krajcik y Borko (1999), junto con las de Gess-Newsome (2015), de manera integradora, pero a su vez tomando posición al respecto. Por otra parte, el cambio conceptual que se indaga en los estudiantes es abordado desde las posturas de Posnert et al. (1982). El tratamiento de las imágenes se concentra, en mayor medida, desde el referente de la Didáctica de las Ciencias.

Los resultados arrojaron que las concepciones de la profesora sobre las estrategias instruccionales para la enseñanza y aprendizaje del ecosistema, están enmarcadas en un desconocimiento iconográfico permeadas del enfoque

tradicional. En este sentido, encontramos que el uso que la docente hace de la imagen centrado en la función de identificación (nemotecnia), facilitó parcialmente en los estudiantes la evolución de sus concepciones del ecosistema; sin embargo, se destaca en ellos la prevalencia del modelo simplista en las cadenas tróficas.

Desde esta perspectiva, la ausencia de actividades que propicien el pensamiento crítico y reflexivo se debe a la carencia de conocimientos pedagógicos, didácticos e icónicos de la profesora, aspectos limitantes para el desarrollo de la competencia visual en los estudiantes, ya que el éxito de esta depende en gran medida del uso que se proporciona a las imágenes.

Adicionalmente encontramos que las estrategias de aprendizaje de los estudiantes y las estrategias de enseñanza de la profesora, en conjugación con los fundamentos teóricos, permiten la configuración del Conocimiento Didáctico del Contenido del Ecosistema (CDC-Ec en adelante), compendio que puede actuar como referente auto-evaluativo para el profesorado.

Respecto a las imágenes representadas en el libro de texto, instrumento pedagógico-didáctico más utilizado como modelo curricular por los docentes (Cuéllar, Pérez y Quintanilla, 2005), se evidenció que, de 241 imágenes analizadas, el 96% excluyen el ser humano en las representaciones del ecosistema, el 49% presenta una iconicidad tendiente a la fotografía, el 49% evidencio una imagen de la ciencia de verdades absolutas, el 51% se acompañaban de etiquetas nominativas y el 45% de relacionales. Al respecto, los cuatro libros de texto, en mayor o menor medida, presentan vínculos favorables y otros no tanto, para el aprendizaje del ecosistema.

Atendiendo a estos resultados emerge una propuesta fundamentada para la enseñanza del ecosistema desde la perspectiva conservacionista e integradora de la especie humana como algo inherente al funcionamiento del ecosistema, partiendo en alguna medida del rediseño de las imágenes de los libros de texto.

En definitiva, las imágenes son representaciones complejas, por lo que precisan de una adecuada intervención del profesor como mediador en su interpretación. Por ello encontramos una necesidad inmediata de iniciar procesos de alfabetización visual en el profesorado y en los estudiantes.

identification function (mnemonics), partially facilitated the development of the students' concepts of the ecosystem; nevertheless, the prevalence of the simplistic model in illustrating the food chain should be highlighted.

From this perspective, the absence of activities which foster critical thinking can be put down to the teacher's lack of pedagogical, didactic and iconic knowledge, which can limit the development of visual skills in students, as the successful development of these skills depends on using these images favourably.

In addition, we found that students' learning strategies and the teacher's instructional strategies combined with the theoretical basics, allow the configuration of Pedagogical Content Knowledge of the Ecosystem (PCK-Ec), which could be used as a referent for self-evaluation for teachers.

With respect to the represented images in the textbook, which is the most common pedagogical, didactic and curricular tool for teachers (Cuéllar, Pérez y Quintanilla, 2005) it has been demonstrated that out of the 241 analysed images, 96% excludes the human being from the representation of the ecosystem, 49% presents an iconicity with a tendency to photography, 49% shows an image of science as absolute truth, 51% were accompanied by nominative captions and 45% with relational captions. Moreover, all four textbooks, to a greater or lesser extent, establish favourable links to the learning of the ecosystem.

Based on the obtained results, a well-grounded proposal for the teaching of the ecosystem from the humankind's conservative and integrative perspective as something inherent to the functioning of the ecosystem emerges, in some way starting with redesigning the images of textbooks.

In conclusion, images are complex representations, thus an adequate intervention of the teacher as a mediator in their interpretation of these images is needed. As a result, there is an immediate need to develop the teachers' and students' visual competences.

CAPÍTULO I .

INTRODUCCIÓN, ANTECEDENTES Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN



Contenido General del Capítulo I.

I.1. Introducción

I.2. Fundamentos del problema

I.3. Preguntas de investigación, objetivos y supuestos

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN, ANTECEDENTES Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

I.1. Introducción

Los procesos de enseñanza y aprendizaje tienen sin duda un protagonista, el profesorado, ya que son los mediadores directos entre el conocimiento científico y los materiales curriculares para cautivar el interés de los estudiantes.

Sin embargo, el protagonismo otorgado al profesorado, empieza a generar innumerables cuestionamientos durante la formación inicial como docente. En concreto, para culminar el grado de la Licenciatura es un requisito incipiente realizar un acercamiento a los institutos educativos, con la finalidad de llevar a cabo la práctica profesional en las aulas de clase.

De ahí que, observar cómo el profesorado delegó su protagonismo a los libros de texto, cuestiona y discrepa fuertemente con mis conocimientos noveles y aun obnubilados debido al desconocimiento del mundo real de la práctica de aula. Por ello, nace un entramado de preguntas, ¿cómo pueden los libros de texto desencadenar innumerables acciones, en los docentes y en los estudiantes? y particularmente, ¿cómo éstos podrían influir en mi práctica profesional? ¿Qué tienen los libros de texto que seducen y enceguecen al profesorado?

En relación a lo anterior, sin aclarar aun el panorama, la investigadora principal de este estudio, realiza un *Programa Oficial de Postgrado en Investigación en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas* llevado a cabo en la Universidad Internacional de Andalucía conjuntamente con la Universidad de Huelva, donde en uno de los cursos impartidos se aborda de manera cautivante y particular algunos estudios sobre los materiales curriculares. Siendo éstos un abanico de grandes posibilidades a explorar, vemos la oportunidad de esclarecer de cierto modo el compendio de interrogantes emergidos durante la práctica profesional como profesor novel.

En este sentido, el foco se particulariza especialmente en observar lo que son las representaciones iconográficas que incluyen los libros de texto, de ahí que, quien investiga, decide realizar su Trabajo Fin de Máster en asuntos que competen a dichas representaciones, con el título: *La imagen de ciencia desvelada por los libros de texto en las representaciones icónicas de la célula.*

Así, se destaca que los caminos que derivan del Trabajo Fin de Máster, constituyen un complemento o apoyo en el inicio de esta Tesis Doctoral.

En esta línea resaltamos y coincidimos con lo expresado por Gimeno (1988):

"El profesor puede utilizar como ayuda muchos recursos que siente necesarios, pero la dependencia de los medios estructuradores de la práctica es un motivo de descualificación técnica en su actuación profesional...Es, en definitiva, lo que ocurre con los propios libros de texto: no son solamente recursos para ser usados por el profesor y los alumnos, sino que pasan a ser los verdaderos vertebradores de la práctica pedagógica" (p. 187).

Tras este conciso relato de sucesos que inspiraron focalizar la temática de esta Tesis Doctoral, vemos la importancia de proceder en la reflexión del plus que envuelve a los libros de texto, antes de concretar los focos particulares por los que pretendemos viajar.

Podemos ver cómo el pensamiento sobre los libros de texto ha variado a lo largo del tiempo respecto a los diferentes enfoques didácticos de su uso.

Estilos revolucionarios en su momento, como la Escuela de Freinet, fueron motivadores para que algunos docentes pudieran entrar a debatir la opresión del libro de texto e indagar otros modelos impulsores de conocimiento; sin embargo se sigue viendo cómo este artefacto didáctico se perpetúa en el tiempo y que, incluso, los frentes sociales dominantes han sido fuertes contribuyentes a los diversos cambios que pueden reflejar históricamente ideologías que vayan en concordancia con los fines políticos en que se encuentren, empleándose así éstos como propulsores de información.

Por tanto, debido a su carácter de mercancía que entra dentro de la lógica de la oferta y la demanda, aunque haya evolucionado el acceso al libro de texto, aún se sigue observando cómo en otros centros educativos se continúa solicitando a los estudiantes la adquisición de ellos. En este sentido, teniéndose presente la dimensión económica de los libros de texto, es comprensible la conexión que se puede dar entre las expectativas del profesorado, las estrategias que plantean las editoriales y las prescripciones realizadas por la administración educativa (Jiménez, 2000).

Es aquí, cuando la enseñanza y el aprendizaje conversan asiduamente en una complejidad e incertidumbre, que por múltiples factores y en diferentes investigaciones se han tratado, pero que para este caso se resume en una

palabra "heterogeneidad", sin pretender simplificar esas dificultades por las que atraviesa en el día a día la enseñanza y el aprendizaje.

Debido a lo anterior sería menester que las editoriales ensayaran nuevas fórmulas para atender a un gremio diverso que desarrolla su labor en ambientes exigentes. Como ejemplo se puede ver en la literatura la situación sorprendente por la que atraviesan las editoriales, el caso de S.M., que distribuyó hace un tiempo en los centros de enseñanza media un proyecto en el que se percibe de manera implícita la segmentación del profesorado, compilando en la misma carpeta publicitaria dos materiales diferentes para cada nivel, el primero, al que denominan proyecto *Newton* que va dirigido al modelo "tradicional" y el segundo designado *Interacción* que va encaminado al modelo "constructivista". Mostramos aquí breves frases que son clarificadoras:

"El proyecto Newton... presenta abundantes contenidos tratados de un modo exhaustivo y pormenorizado. Introduce los conceptos de forma directa y precisa...El proyecto Interacción... presenta los contenidos con un enfoque constructivista: parte de las concepciones previas de los alumnos y de situaciones concretas y experimentales, para propiciar que desde ahí el alumno construya los conocimientos progresivamente" (Jiménez, 2000, p.310).

Esto, una vez más da cuenta de cómo los procesos educativos dejan entre ver grandes marcaciones, indicador bastante cuestionable, ya que el tener que atender a las necesidades de un profesorado diverso no es razón justificable para limitar fronteras entre los enfoques educativos. El profesorado debe tener la capacidad de saber permearse de acciones desde modelos diversos según las situaciones y contextos a los que se vea enfrentado.

Es así como estas brechas establecidas pueden haber sido promovidas desde las propias administraciones educativas, pues en investigaciones recientes como la de Perales y Vílchez (2015), se presenta que uno de los males que se han visto en la educación española es el de las fronteras existentes entre las etapas educativas, esto es, la educación primaria, la educación secundaria y la educación universitaria, revelando descontextualizaciones que pueden llevar a generar vacíos que en ocasiones entran en el olvido, inhibiendo flujos valiosos y a su vez la conformación consistente de un sistema integrado como debería ser considerada la educación.

Ahora bien, damos nuestra consideración a aquellos filósofos, científicos, educadores, estudiantes y ciudadanos en general que crean y tengan esperanza

por esa continua evolución educativa a la que nos enfrentamos diariamente, ya que son ellos quienes animan a ir en la búsqueda de nuevas alternativas educativas. Es por lo que una vez más se invita a ser partícipe de los ámbitos investigativos.

A partir de estas premisas, presentamos la estructura general de esta investigación (ver Figura I.1), que está conformada y entendida como un sistema integrado de cada uno de los capítulos aquí tratados, que intentan dialogar sobre las diferentes cuestiones que se han desencadenado y que a su vez pueden desencadenar otras preguntas.



Figura I.1. Estructura de la Investigación

En primera instancia, esta investigación abarca un capítulo denominado **“Introducción, antecedentes y planteamiento del problema”**, el cual alude a la presentación general de la investigación y donde se contextualiza de forma directa al lector, ya que se exponen las preguntas de investigación junto con los objetivos y respectivos supuestos.

Seguidamente se encuentra la estructura del segundo capítulo, que plantea el **“Marco teórico”** y que, a su vez, se compone de cinco apartados, donde el primero es una introducción general, el segundo trata la enseñanza y aprendizaje de los ecosistemas, en segundo curso de la ESO, basada en las dificultades que puede traer las concepciones de los estudiantes y de los profesores; igualmente se plasma la relación existente entre los libros de texto y el currículo, relación que facilita y configura la perspectiva ecosistémica presente en algunos libros de ecología, perspectiva naturalista de índole perturbador con la que controvertimos y tomamos posición en busca de una de línea conservacionista para un ambiente sostenible.

En el tercer apartado se plantea el CDC mediante un cuadro comparativo que muestra las propuestas de autores como Shulman (1999, 2005, 2012); Grossman (1990); Magnusson, Krajcik y Borko (1999); Gess-Newsome (2015), Loughran, Mulhal y Berry (2004, 2012); Park y Oliver (2008); Hashweh (2005); Mellado (2014); y Garritz (2007, 2009, 2011, 2015); sobre la configuración de dicho constructo. Al respecto, nuestra investigación adopta y adapta la propuesta de Magnusson et al. (1999) junto con la de Gess-Newsome (2015).

En el cuarto apartado, se trabaja lo que es el cambio conceptual donde conversan varios autores como Posner et al. (1982), Mortimer (1993, 1995, 2001), Vosniadou (1994), Pozo y Gómez (2013) y Tamayo (2001), en cuanto a la visión que tienen respecto al cambio conceptual y que, a su vez, esas posturas han aportado al desarrollo de este constructo. Sin embargo, para este caso acogemos los aportes de Posner et al. (op.cit.) dada su conformidad global dentro de la comunidad científica.

Como último apartado de este capítulo, pero no menos importante acogemos el referente de las imágenes en los libros de texto, que se impregna de aspectos desde la semiótica y desde la psicología, aquí también se trata el uso de las imágenes de los libros de texto en la enseñanza de las ciencias, destacando en el profesorado la necesidad de desarrollar la competencia visual como precursora del fortalecimiento de la competencia meta-representacional (MRC) para desencadenar resultados positivos en los estudiantes y alcanzar la alfabetización científica.

Continuando en esta línea se presenta el capítulo tercero, denominado **“Metodología de la Investigación”**, donde se especifica el enfoque de esta investigación de corte cualitativo-interpretativo, dado que se recopilan datos en situaciones reales mediante un grupo de estudiantes seleccionados en su propio

entorno que, a su vez, presenta una modalidad desde el estudio de caso constituido por el triángulo Profesora, Estudiantes y Libros de texto, definidos en tiempo y lugar.

El cuarto capítulo, denominado “**Resultados obtenidos y Primeros análisis**”, trae a colación las revelaciones encontradas por los estudiantes seleccionados con nombres ficticios para preservar su anonimato (Diana, Camilo, Luciana y Tomás), la profesora de la clase y las imágenes de la unidad temática de los ecosistemas representadas en cuatro libros de texto de las editoriales más empleadas en Andalucía.

El quinto capítulo, denominado “**Discusión de los Resultados**”, presenta una síntesis de la sistemática empleada en el análisis obtenido del cuarto capítulo, contrastado por los distintos instrumentos que se emplearon para la recogida de datos, desde las cuestiones de interés para esta investigación, permitiendo un incipiente acercamiento a las conclusiones.

El sexto capítulo, “**Conclusiones de la investigación**”, presenta implícita y explícitamente un entramado de cada uno de los tópicos abordados en los anteriores capítulos, dando respuesta al problema central y a los sub-problemas que se derivan de éste. Igualmente, este capítulo abarca las limitaciones presentadas durante la investigación junto con los caminos abiertos que proyecta la misma.

Con todo ello, surgen unas **implicaciones didácticas**, que son un aporte importante y sugerente para el profesorado de las ciencias experimentales.

Para finalizar se encuentran los **referentes bibliográficos** citados durante este trabajo, así como los **anexos**, que incluyen la transcripción literal de los datos recolectados.

I.2. Fundamentos del problema

El principio de la autonomía según Rué (2009) ejercita contextos facilitadores del aprendizaje, contemplando la potestad de actuar en determinados ámbitos educativos. Sin embargo, dicha facultad se ha visto embebida por los libros de texto, quienes, están en mayor medida orientando el currículo en los centros educativos (Campanario y Otero, 2000a; Malaver, Pujol y D’alessandro, 2004; Paricio, 2005 y Truneanu, 2005; Lazarowitz, 2014).

Desde estas líneas representamos en la Figura I.2 una posible interacción y sinergia que los libros de texto están generando en las aulas de clase.



Figura I.2. Sinergias que establecen los libros de texto

Atendiendo a estas consideraciones, es importante destacar que hay investigaciones como las de Pozzer y Roth (2003) indicando los escasos estudios sobre la calidad de los materiales curriculares, especialmente los libros de texto. Sin embargo, en el campo de la didáctica de las ciencias, han incrementado en los últimos años estudios sobre éstos, como por ejemplo los de Fanaro y Greca (2005), Lee (2010), Perales y Vílchez (2012), López y Travé (2013), Travé, Pozuelos y Soto (2016); Braga y Belver (2016), por nombrar algunos.

Al respecto, teniendo en cuenta que los libros de texto se encuentran instaurados en la dinámica habitual de las aulas, a través de una actitud reverente a lo largo de la historia (Güemes-Artiles, 1993; Solarte, 2010; Urones, Escobar y Vacas, 2013; Lazarowitz, 2014; Rodríguez, De las Heras, Romero y Cañal, 2014; Travé, Estepa y Delval, 2017; Azpiroz-Núñez, 2017), creemos conveniente, la continuación de estudios en este campo específicamente desde un enfoque iconográfico.

La razón de ello se debe a que es inadmisibles negar que estamos inmersos en un mundo oculocéntrico que gira en torno a la imagen (Perales y Vílchez, 2015) y que permite recibir y emitir múltiple información (Pro, 2003) destacando aspectos relevantes y otros menos, dependiendo de los diversos intereses y conocimiento previo de cada observador.

Por lo tanto, introducir en la investigación didáctica de las ciencias los progresos teóricos que se han llevado a cabo a raíz del análisis iconográfico presenta un alto nivel de importancia, dado que hay escasos estudios que pretendan dilucidar el papel de la imagen en la educación científica de los libros de texto (Otero, Greca y Silveira, 2003), las razones más destacables son la *“debilidad de los marcos teóricos, las peculiaridades de la información visual y los prejuicios de la denominada cultura de la imagen”* (Jiménez y Perales, 2002, p.115).

Consecuentemente con lo anterior, las investigaciones que se han llevado a cabo resaltan en gran medida las inconsistencias que pueden hallarse en las representaciones icónicas de los libros de texto, como es el caso de Álzate (1999) y de Pérez, Llorente y Amaya (1999) desvelando que éstas incluyen elementos de información que pueden tergiversar la interpretación que se hace de la misma.

A todo esto, añadimos que hay investigaciones donde constatan que los alumnos antes de iniciar sus estudios científicos poseen una imagen distorsionada de la ciencia, esto posiblemente es proveniente de las experiencias informales ofrecidas por la sociedad (Gallego, 2007), y luego en los centros educativos se continúa reforzando estas concepciones previas, dado que los libros de texto a su vez influyen en la percepción que los estudiantes tienen de la actividad científica (Pujol, 1993), prolífica de verdades inmutables e inalterables (Meichtry, 1993).

Al respecto, las revisiones bibliográficas muestran las dificultades de aprendizaje de los distintos conceptos científicos, pero igualmente dejan al descubierto que son pocos los estudios enfocados en una temática biológica específica que se interese en la dimensión pictórica (Perales y Jiménez, 2002) ya que en historia (Sáiz, 2011) y geografía (Sandoya, 2009) se han destacado en mayor medida. De ahí que, estas afirmaciones dan fuerza y vitalidad a la importancia de este estudio.

Por lo tanto, esta investigación se justifica en el sentido de que las representaciones externas, como lo son las imágenes, al parecer suelen resaltar dentro del libro de texto, pero siguen aún en las distintas investigaciones que se

han realizado en educación en ciencias recibiendo una menor atención que la parte verbal de los libros de texto (López y Postigo, 2016).

Desde esta óptica, estudiamos particularmente la representación icónica que hacen los libros de texto sobre el ecosistema, en concreto porque es considerado como un concepto altamente complejo y controvertido (García, 2003).

Nos situamos, por tanto, en la necesidad imperativa de un indiscutible puente que comunique de modo adecuado a los estudiantes y a las imágenes de los libros, con la finalidad de evitar los reiterativos fortalecimientos inicuos de la estructura y funcionamiento del ecosistema, de ahí la importancia de conocer en el profesorado las estrategias instruccionales que desempeñan en sus aulas de clase. Entendiendo que ellas son el reflejo de las concepciones sobre la enseñanza y aprendizaje y comprendiendo que pueden ser desencadenantes de acciones que generen un aprendizaje significativo o un obstáculo para el mismo. Es por esto que han sido un referente fuerte de múltiples investigaciones de las que se han encontrado hallazgos interesantes y que aún es pertinente seguir ampliando la amalgama de temas específicos, en las que a los didactas de las ciencias concierne indagar.

Por consiguiente, se ha encontrado en la literatura que las concepciones simplistas sobre el conocimiento, despiertan el propósito de memorizar la información, induciendo a metodologías de procesamiento superficial (Amin, Smith y Wiser, 2014), que en el profesorado es evidente al abolirse la crítica o discusión de un libro de texto, entre otras.

En relación a lo mencionado en párrafos precedentes, abogamos por el saber didáctico de un profesorado para operar como ese puente que hemos aludido metafóricamente. Por ello, cabe mencionar que el Conocimiento Didáctico del Contenido, ha recibido una atención especial desde la didáctica de las ciencias, por lo que sus estudios se han incrementado en los últimos años; sin embargo, es necesario ampliar los focos de las investigaciones sobre el CDC en determinados temas de ciencia (Acevedo, 2009a) ya que son pocos los estudios que se hacen de CDC en temas específicos, posiblemente por el enfoque de los investigadores en este campo (Loughran, Mulhall y Berry, 2012). Por esto, consideramos fuertemente atractivo emprender un trabajo de esta índole, permitiendo de esta manera exteriorizar uno de sus componentes, las estrategias instruccionales, para la interpretación del papel que un docente puede adjudicar a las imágenes del ecosistema que son representadas en los libros de texto.

Tras la revisión del estado de la cuestión y tomando como referencia nuestro Trabajo anterior de Fin de Máster, podemos decir que, las representaciones pictóricas, al igual que las representaciones lingüísticas de los libros de texto, contienen algunas inconsistencias, sin embargo, nos interesan las representaciones icónicas ya que “una imagen vale más que mil palabras”, aspecto que ha prevalecido en el tiempo y que en el mundo actual tiene un mayor ímpetu. En esta línea, nuevamente se contempla resaltar el rol importante de mediador que desempeña el profesorado para el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje del ecosistema, como expresan Velasco-Ruiz y Navarro-Torres (2014) la transposición didáctica del saber científico no es una cuestión exclusivamente verbal, también es requerida en lo icónico.

Por lo tanto, dilucidar el papel que juega la imagen en la divulgación científica de los libros de texto, es una investigación contextualizada al mundo actual que requiere de manera articulada conocer su proceder dentro del aula y, de esta manera, desvelar el desencadenamiento o no de competencias visuales que según Waldrup y Prain (2012) y Artola, Mayoral y Bernaroch (2016) son vitales para la alfabetización científica, en nuestro caso del ecosistema.

I.3. Preguntas de Investigación, Objetivos y Supuestos

Como hemos referido con anterioridad, para llegar al planteamiento de las preguntas de esta investigación se tuvo presente el Trabajo Fin de Máster (TFM), titulado “La imagen de ciencia desvelada por los libros de texto en las representaciones pictóricas de célula”, donde una de las conclusiones aludía a que los libros de texto pueden presentar algunas arbitrariedades, ya que el 75% de los textos escolares revisados para el TFM mostraron epígrafes impropios e, imágenes de ciencia posiblemente obstaculizadores para el aprendizaje. Es por esto que surge la necesidad de continuar en esta línea de la iconografía en los libros de texto, y de este modo ampliar nuestros estudios en la práctica de aula. Logrando comprobar las sinergias existentes entre las imágenes de los libros de texto y su uso en el contexto de la enseñanza y aprendizaje del ecosistema.

Desde este ámbito surge una pregunta principal acompañada de cuatro sub-problemas con sus respectivos supuestos y objetivos para esta investigación.

Pregunta General

P. ¿El uso dado a las imágenes de los libros de texto, potencia o limita la alfabetización visual en la enseñanza y el aprendizaje del ecosistema?

Sub-problemas

Sub-p. I. ¿Qué conocimiento y concepciones sobre estrategias instruccionales posee el docente del ecosistema y cómo facilitan la configuración teórica de los otros componentes del CDC-Ec?

Sub-p. II. ¿Cómo el uso de las imágenes contribuye a la evolución conceptual de los estudiantes?

Sub-p. III. ¿Qué clase de imágenes podemos encontrarnos en los libros de texto?

Sub-p. IV. ¿Cómo se percibe el ser humano en la representación de las imágenes del ecosistema en los libros de texto?

Supuestos de la Investigación

Retomando los resultados obtenidos del TFM y al revisar la literatura científica surgen los siguientes supuestos:

S. I. Esperamos un escaso conocimiento iconográfico del docente y un uso minoritario de las imágenes del libro de texto, adjudicándoles en todo caso, el papel nemotécnico. Proceso que posiblemente limita el desarrollo de la competencia visual en la enseñanza y el aprendizaje del ecosistema.

S. II. El conocimiento y concepciones sobre estrategias instruccionales del docente posiblemente sea orientado al enfoque tradicional y guarde relación con cada uno de los otros componentes del CDC, permitiendo una estructuración teórica de éstos, particulizando en un tema como lo es el ecosistema.

S. III. Las imágenes pueden contribuir de manera significativa en los procesos de cambio conceptual, siempre que sean utilizadas de manera idónea porque ellas por sí solas no alcanzan el valor agregado que pueden proporcionar los estudiantes que a su vez depende de los saberes previos de éstos.

S. IV. Las imágenes de los libros de texto posiblemente desvelen algunas inconsistencias didácticas que el docente pueda pasar por desapercibido, debido al escaso conocimiento iconográfico.

S. IV. En el ecosistema que representan las imágenes de los libros de texto, el ser humano suele ser excluido y cuando se asume su participación dentro de aquel, está dada en términos de una posición adversa.

Objetivo General

OG. Analizar las imágenes de los libros de texto y su uso en segundo curso de la ESO, para la reflexión didáctica del proceso como contribución a una alfabetización visual durante la enseñanza y el aprendizaje del ecosistema.

Objetivos específicos

OE.I. Explorar el conocimiento y concepciones sobre estrategias instruccionales en la enseñanza del ecosistema por parte de la docente.

OE. II. Identificar en los estudiantes cómo el uso de las imágenes contribuye en la evolución conceptual del ecosistema.

OE. III. Analizar las imágenes sobre ecosistema de los libros de texto.

OE. IV. Identificar en las imágenes de los libros de texto la percepción del ser humano en el ecosistema.

La relación existente entre pregunta de investigación, sub-problemas, supuestos, objetivo general y objetivos específicos, se presenta en la Tabla I.1.

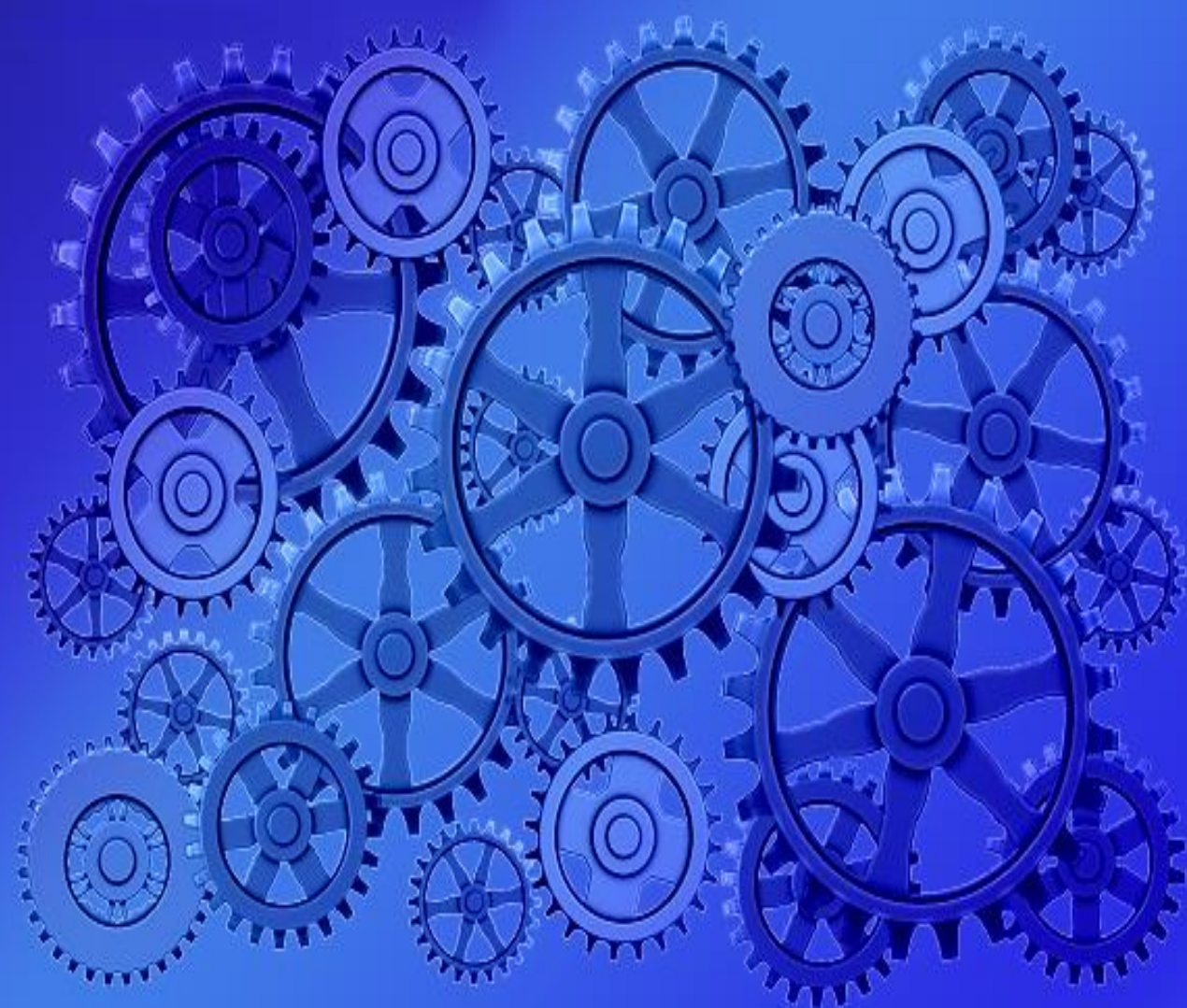
Tabla I.1. Relación entre pregunta-objetivo-supuesto

Pregunta General y Sub-problemas	Supuestos	Objetivo General	Objetivos Específicos
P.	S.I, S.II, S.III, S.IV	OG.I	OE.I, OE.II, OE.III, OE.IV
Sub-p.I.	S.I.	OG. I	OE.I
Sub-p.II.	S.II	OG. I	OE. II
Sub-p.III.	S.III	OG. I	OE.III
Sub-p.IV.	S.IV	OG. I	OE.V

En el siguiente capítulo pasaremos a describir y posicionarnos sobre qué perspectivas consideramos como referentes para atender las preguntas aquí planteadas.

CAPÍTULO II .

MARCO TEÓRICO



Contenido General del Capítulo II

II.1. La enseñanza y aprendizaje del ecosistema en la Educación Secundaria

II.1.1. Dificultades en la enseñanza y el aprendizaje del ecosistema

II.1.2. Libros de texto vs el currículo en la enseñanza y aprendizaje del ecosistema

II.2. El conocimiento didáctico del contenido

II.2.1. El conocimiento didáctico del contenido del ecosistema

II.2.1.1. Componentes del conocimiento didáctico del contenido del ecosistema

II.3. El cambio conceptual

II.3.1. Perspectivas del cambio conceptual

II.4. Las imágenes en los libros de texto

II.4.1. El referente desde la semiótica

II.4.2. El referente desde la psicología y la didáctica

II.4.3. El uso de las imágenes en los libros

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Este marco teórico recoge las diferentes perspectivas del problema que se investiga, por lo que planteamos los aspectos que a nivel curricular se trabajan en la escuela para segundo curso de ESO, durante la unidad temática de ecosistemas. En este sentido se encuentran sumergidas estrategias empleadas por la docente, que constituyen uno de los componentes que le incumben al CDC y que depende tanto de las estrategias instructivas como de los instrumentos pedagógico-didácticos trabajados en el aula, tales como, por ejemplo, las representaciones icónicas que incluyen los libros de texto. En función de ellos se puede facilitar u obstaculizar en los estudiantes un cambio conceptual o evolución conceptual del ecosistema.

Dado lo anterior y teniéndose en cuenta la importancia de vincular varios referentes teóricos a esta tesis, nos apoyamos en los siguientes pilares centrales que permiten un desencadenamiento del discurso requerido: 1) la enseñanza y aprendizaje de los ecosistemas en segundo de ESO; 2) el CDC y sus diversos componentes; 3) cambio conceptual o evolución conceptual; y 4) las imágenes en los libros de texto.

A continuación se presenta en la Figura II.1 el entramado teórico anteriormente relatado para tener una perspectiva general del trabajo de que nos ocupa.

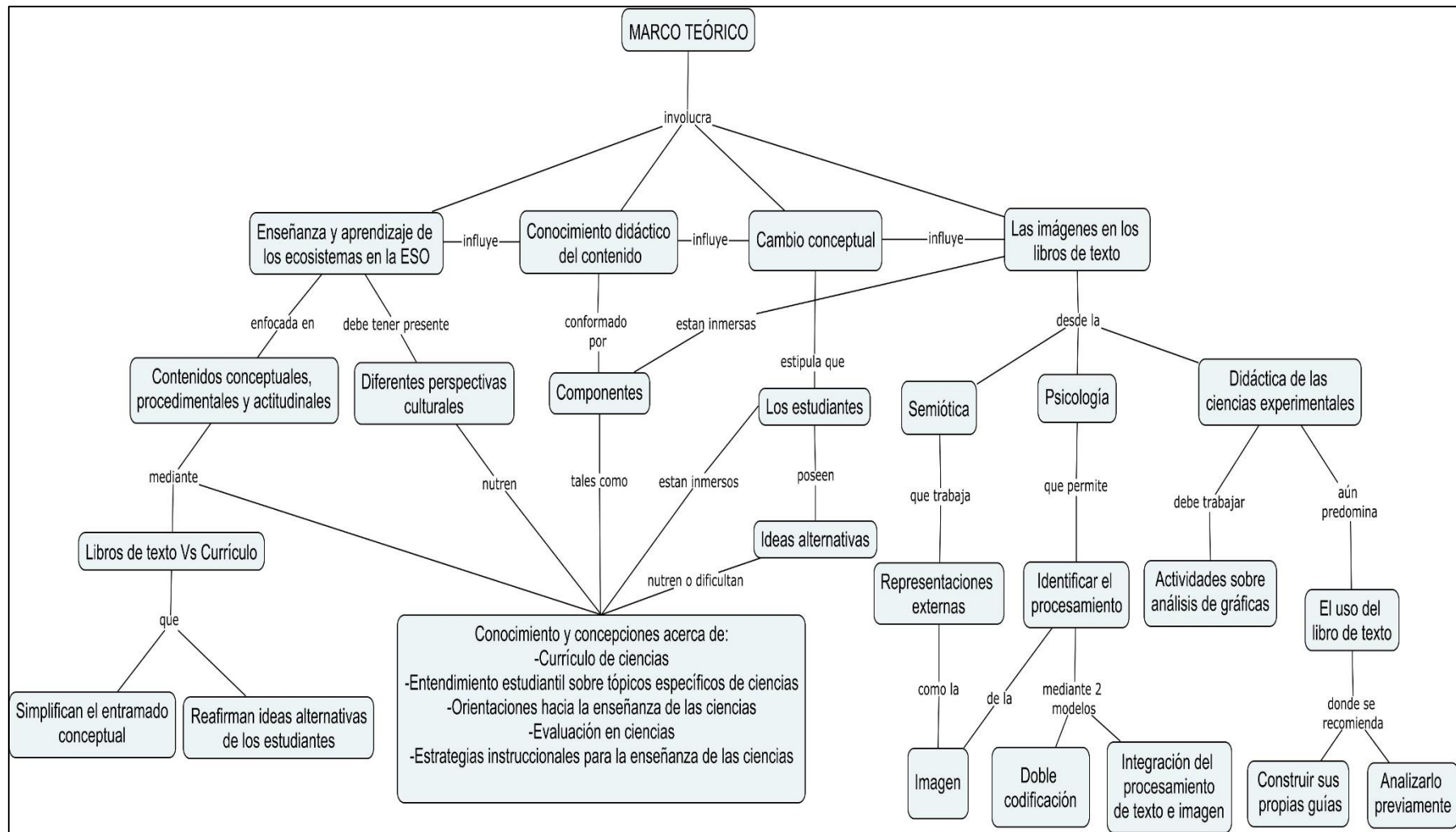


Figura II.1. Esquema del marco teórico empleado en la Investigación

II.1. La enseñanza y aprendizaje de los ecosistemas

En este apartado se plantea de forma breve cómo los ecosistemas han sido abordados durante la enseñanza y el aprendizaje, entendiendo que ésta es diferente para cada contexto. Igualmente resaltamos la importancia de la conceptualización de los ecosistemas aquí abordada ya que facilita dilucidar las concepciones de los estudiantes y del profesor sobre dicho constructo, aspecto que compete a este estudio.

II.1.1. Dificultades en la enseñanza y aprendizaje del ecosistema

Las principales dificultades en la enseñanza y aprendizaje del ecosistema, según Vílchez (2014), podrían ser atribuidas de manera general a esa falta de conocimiento de la disciplina y a la carencia de conocimiento sobre cómo enseñarlos, que actualmente es conocido como el CDC, aspecto que se ahondará en otro apartado. Este estudio focaliza principalmente dos dificultades, las concepciones alternativas del estudiante y las concepciones alternativas del profesor.

Concepciones alternativas del estudiante en la enseñanza y aprendizaje del ecosistema:

Las concepciones alternativas del estudiante sobre los ecosistemas van más allá de una simple idea momentánea, dado que según González, Cuetos y Serna (2015) éstas son estructuras de pensamiento que el discente ha adquirido a lo largo de su proceso de aprendizaje, de manera sencilla y con una coherencia lógica, que le permiten interpretar sucesos en los que puede desenvolverse; la dificultad surge cuando dichas concepciones adquiridas por el estudiante son erróneas o incompletas, obstaculizando la adquisición de saberes adecuados, lo que comúnmente suele suceder en una clase de ciencias naturales.

Para González et al. (2015) las concepciones del estudiante hoy día se consideran como la base sobre la que se debe construir un conocimiento y no como errores que deben ser eludidos, es por esto que solo explorando y trabajando dichas concepciones es posible que el ecosistema se aprenda de manera significativa.

Ante esta situación es probable que un profesor piense que la exploración de las concepciones alternativas de sus estudiantes llegue a ser algo complejo, dada la heterogeneidad con que se suele enfrentar en su aula; sin embargo hay investigaciones como las de González et al. (2015) y Campanario y Otero (2000b) que muestran lo contrario, donde realmente las concepciones alternativas que manejan los alumnos sobre un tema en concreto, que para este caso es el ecosistema, son relativamente similares.

En este sentido presentamos en el Cuadro II.1 la categorización global que pueden presentar las concepciones alternativas de los estudiantes sobre el ecosistema, que serán abordadas en el apartado II.2.1.1 del CDC-Ec.

Concepción del ecosistema	Propuesta por
Concepción lineal	García (1999)
Concepción teleológica y antropomórfica	
Concepción mítica	
Concepción macroscópica y microscópica	del Carmen (2010)
Concepción sincrónica y diacrónica	

Cuadro II.1. Categorización de las concepciones del ecosistema

En este sentido, en investigaciones como las de Jiménez (2009) y del Carmen (2010) se presentan algunas de las dificultades que pueden hacer parte de la anterior categorización otorgada a las concepciones de los estudiantes, donde, por ejemplo, para aquellos se produce una alta confusión al intentar definir o describir los conceptos de ecosistema, comunidad, población y hábitat, y al intentar hacer comparaciones entre ellos. De igual forma, también se evidenció en dicha investigación que las relaciones alimentarias para los estudiantes son las responsables de las fluctuaciones en las poblaciones, observándose que las respuestas generadas tienden a modelos teleológicos y antropomórficos. Además de lo expuesto se obtuvo que, al entrevistar al profesor encargado de este grupo de estudiantes, los alumnos solo aprenden las definiciones, pero no establecen relaciones entre población y especie y confunden el primer concepto con el de comunidad. Es aquí donde se observa cómo los estudiantes están aprendiendo como máquinas reproductoras o fotocopiadoras.

Otros estudios como los de Ibarra y Gil (2006) encontraron que toda la ecología que se estudia en los libros de texto fortalece esas ideas alternativas que aportan los estudiantes, aludiendo a que una de las más reforzadas es en la que perciben la naturaleza libre y salvaje con una capacidad regenerativa perpetua. Además de esto, se observa que a los estudiantes también se les dificulta el empleo de datos cuantitativos para predecir el comportamiento de una población o comunidad, pero es conocido que no solo en esta disciplina se observa este tipo de dificultad, este es un problema que le atañe a todas las disciplinas científicas.

El aprender los ecosistemas como un concepto estático, por ejemplo, se vincula estrechamente con lo que se encuentra en la literatura sobre la historia de los ecosistemas, ya que aproximadamente en los siglos XVIII y XIX fue cuando los naturalistas dieron inicio a la indagación sobre distribución geográfica de los organismos, pero se tenía una visión de que las comunidades naturales eran estáticas, debido a que no existía una conciencia clara de que éstas cambian en el tiempo.

Retomando una de las ideas alternativas que sobresalen entre los estudiantes acerca de los ecosistemas, en la que piensan que la naturaleza es eterna, resulta necesario poder llegar a lograr una evolución conceptual de esta idea y el docente debe tratar de buscar diversas formas donde se evidencie a los estudiantes que si se abusa de un ecosistema o si se aprovecha más de lo que realmente pueda proporcionar, habría una producción ecológicamente insustentable que tarde o temprano acabaría con el recurso (Challenger, 2001).

Concepciones alternativas del profesor en la enseñanza y aprendizaje del ecosistema:

La forma como aprenden hoy día los chicos es muy diferente a como lo hacían años atrás, dado que la sociedad actual requiere de ciudadanos que usen sus conocimientos escolares de modo flexible ante tareas cotidianas (Pozo y Gómez, 2013), es por esto que los estudiantes de esta generación suelen aprender significativamente cuando el bagaje didáctico de sus profesores tiende a desarrollarse en temáticas actuales de su contexto ; sin embargo, en las escuelas se persiste en acudir al trabajo memorístico como dicen Pozo y Gómez (op.cit.):

“nuestra memoria permanente no es nunca una reproducción fiel del mundo, nuestros recuerdos no son copias del pasado sino reconstrucciones de ese pasado desde el presente” (p. 26).

El aprendizaje va más allá de convertir a los estudiantes en unas máquinas reproductoras y la enseñanza va más allá de convertirse en un dictado como único conocedor del saber disciplinar.

Ante esta situación, también merece mencionarse que algunos docentes enseñan lo que ellos conocen y cómo lo conocen, por esto recurren a sus métodos antiguos con los que fueron formados. En esta medida, las ideas alternativas que los maestros puedan tener sobre conceptos de Biología y de otras ciencias fueron generadas durante su proceso académico, que se basaba primordialmente en los libros de texto y de consulta, e incluso se siguen manteniendo durante su profesión reforzándose por los textos que utilizan para la enseñanza (Jiménez, 2009).

También Gil y Martínez (1992) revelan que la experiencia desarrollada con los maestros en formación ha puesto al descubierto la necesidad de un aprendizaje profundo con respecto a los ecosistemas, teniéndose mayor interés en una perspectiva descriptiva y fisiológica, para que de esta manera se permitan interpretaciones como la de por qué las plantas y animales están allí y no en otro lugar, y de esta manera poder introducir el estudio de interacciones más complejas.

Es por esto que el estudio del ecosistema, al parecer, se ha quedado anclado en épocas pasadas, donde el profesor en muchas ocasiones no se preocupa por actualizar sus métodos y persiste con ideas alternativas que no permiten un aprendizaje en los estudiantes. Es hora de entrar en un cambio en el que se ha venido trabajando, pero al que aún falta mayor empeño por parte del sistema educativo para que todo el profesorado dé sus primeros pasos, donde sea el maestro quien proporcione capacidades de aprendizaje a los estudiantes que les permitan llegar a realizar una asimilación crítica de toda la información que puedan obtener a través de cualquier medio.

Es entonces como Pozo y Gómez (2013) declaran que muchos profesores de ciencias en la educación secundaria perduran con la concepción de transmitir los saberes cerrados de una manera inteligible, fundamentados en una organización disciplinar sólida y respaldados por una enseñanza expositiva que dirige a los estudiantes al único saber de la doctrina disciplinar.

Con relación a lo anterior, Jiménez (2009) alude a que la enseñanza mediante definición de conceptos no es nada útil, ya que no permite entender los mecanismos naturales que se encuentran implicados dentro del funcionamiento de un ecosistema, asegurando que un aprendizaje de este tipo no es duradero ni significativo. De esta forma, los estudiantes están entendiendo el ecosistema como un concepto cerrado, estático y con una única formulación posible (García, 2003).

De ahí que la eficiencia de la educación científica deba medirse por lo que se logre que los estudiantes aprendan y aprendan a desaprender, pero para esto es vital que los contenidos y las metodologías de enseñanza tengan presente no solamente el saber disciplinar, sino también las características de cada uno de los alumnos y el contexto en el que se brinde la enseñanza (Pozo y Gómez, 2013). Así mismo, Cuéllar, Pérez y Quintanilla (2005) identifican la necesidad de que el profesor replantee las concepciones epistemológicas, pedagógicas y didácticas que guían su labor, permitiendo esto el acercamiento a ser un investigador crítico.

II.1.2. Los libros de texto vs el currículo en la enseñanza y aprendizaje del ecosistema

Los libros de texto se han convertido en el eje transversal del currículo, donde a través de ellos se puede desvelar gran parte de lo estipulado curricularmente, esto teniendo presente el contexto al que pertenezcan.

Por tanto, este apartado encadena en cierta medida cómo el libro de texto puede llegar a conversar con el currículo para la enseñanza y aprendizaje del ecosistema, mostrando cuál es la posible perspectiva evidenciada desde los libros de Ecología.

En este orden de ideas, precisamos que directamente la temática curricular no compete a este estudio, sin embargo, se considera necesario plantear algunos aspectos básicos que permitan mostrar una panorámica sólida para este caso.

La LOE (Ley Orgánica de Educación) en el currículo escolar:

La ley orgánica de educación (LOE de aquí en adelante), según Gavidia y Rodes (2007), tiene como finalidad asegurar una formación a todos los estudiantes españoles de manera que sea factible la continuidad del aprendizaje en caso de

movilidad geográfica, así mismo se resalta en ella la necesidad de introducir contenidos CTS en la enseñanza de las ciencias. Lo anterior dado que, intentan presentar la ciencia como parte de los problemas cotidianos, además de por las diferentes realidades culturales que se evidencian en las aulas de clase y las cuestiones relacionadas con la problemática ambiental que permiten el desarrollo de la toma de decisiones.

En este sentido, Banet (2007) afirma que uno de los avances que trajo la LOE fue trabajar desde la resolución de problemas, situación con la que concuerda De Pro (2014a) cuando resalta que pretender realizar la selección de los contenidos en la enseñanza de las ciencias, en gran medida depende de cómo sea considerada la construcción del conocimiento científico, tópico altamente debatible, pero que no es de interés en este momento. Sin embargo, según De Pro (op.cit.) si consideramos la naturaleza de la ciencia como referente, los conocimientos surgen para resolver los problemas y no contrariamente, es por esto que sería importante estructurar los contenidos en torno a la resolución de problemas.

Lo anterior está fuertemente vinculado con el contexto en el que se desenvuelven los estudiantes, ya que si aprenden a través de resolución de problemas encuentran aplicación y utilidad al concepto, concordando con Pro (op.cit.) cuando afirma que para estos niveles educativos el contenido que se trabaje en el aula debe estar enlazado con los hechos y fenómenos próximos al discente.

Siguiendo en la línea, suelen haber conocimientos más complejos que otros y según Pedrinaci (2014) esto es lo que hace necesario una sistemática, ya que si todos los conocimientos manejaran igual complejidad y fuesen independientes, no tendría sentido el llevar a cabo una secuenciación con cuidado según los diferentes criterios que pueden llegar a establecerse. Respecto a esto, Pedrinaci (op.cit.) afirma:

“la lógica disciplinar es un excelente punto de llegada, pero no parece el mejor punto de partida. De esta manera, la secuencia que se propone sigue en los primeros niveles un enfoque más atento al orden psicológico e histórico, para ir adoptando progresivamente una estructura más próxima a la lógica disciplinar” (p.161).

Otro de los aspectos que se debe tener en cuenta en la selección de contenidos para la enseñanza del ecosistema es respecto al tipo de contenido, es decir, conceptuales, procedimentales y actitudinales que para Pozo y Gómez (2013)

constituye un gran conflicto que se ha reflejado en los profesores, especialmente cuando se trata del abordaje de los contenidos procedimentales, ya que suele ser difícil diferenciar entre lo conceptual y procedimental, pasando lo procedimental a un segundo plano, ya que la secuenciación deja la sensación de carecer de organización al estar representada como una mera lista.

Atendiendo a estas dificultades, otro aspecto relevante, aunque al parecer para muchos profesores no es motivo de interés al plantear el currículo de las ciencias, es la historia y epistemología de la ciencia, dado que según Pozo y Gómez (2013) el currículo debe contener un hilo conductor que estructure los contenidos disciplinares, en este caso el ecosistema, y en cuya sistematización la historia de la ciencia ocupa una función relevante, asumiéndose que el aprendizaje de los estudiantes de ese determinado contenido debe ser igual al propio proceso de construcción científica de esos contenidos.

También Pozo y Gómez (2013) aluden a que el problema radica principalmente en que el currículo de ciencias apenas ha cambiado y la sociedad a la que se le dirigen todas estas enseñanzas ha pasado por un cambio bastante patente, de ahí que sería pertinente que hubiese un cambio simultáneo entre el paso de la sociedad por otras generaciones, de igual forma el currículo de ciencias camine a la par en las nuevas etapas.

Ahora bien, entrando al tema específico que interesa en esta investigación, se ha encontrado en trabajos como los de Maldonado, García y Jiménez (2007) que los ciclos biogeoquímicos de la materia y los flujos de energía en los ecosistemas suelen mostrarse como un resumen esencial para el estudio de los ecosistemas en las disciplinas de ciencias de la naturaleza en la ESO y en el Bachillerato, es decir, que la ubicación que se les asignan dentro del currículo la sintetizan de tal forma que pueden llegar a una reducción del conocimiento escolar, en vez de una yuxtaposición del conocimiento científico acondicionado al conocimiento escolar. De ahí que a los estudiantes a nivel curricular se les esté proporcionando una mínima parte de lo que realmente ellos pueden llegar a saber, saber hacer y saber ser con la temática del ecosistema.

Por otro lado, teniéndose en cuenta que uno de sus objetivos de este estudio interesa en indagar como el uso de las imágenes de los libros de texto que la profesora presenta en sus clases puede contribuir en sus estudiantes a la evolución conceptual del ecosistema. Conviene también hacer la revisión del currículo de ciencias en la ESO que rige para el año en que se realiza la toma de datos de esta investigación, con la finalidad de tener el referente de cuáles

son esas enseñanzas mínimas correspondientes y de esta manera poder describir e interpretar si tanto los libros de texto en sus ilustraciones, al igual que el uso implementado por la profesora, alcanzan a cubrir esas enseñanzas mínimas del concepto ecosistema.

En coherencia con lo indicado, algo que no puede pasar desapercibido son esas competencias que vienen directamente ligadas a dichos contenidos específicos que deberían ser abarcados dentro del ciclo que estamos estudiando.

Sin pretender ahondar directamente sobre estas, amerita mostrarse cómo están siendo percibidas, donde en algunas investigaciones, como es el caso para Perales, Cabo, Vílchez, Fernández-González, González-García y Jiménez-Tejada (2014) son presentadas como:

"conjunto de conocimientos, procedimientos y actitudes combinados, coordinados e integrados para «saber hacer» y «saber estar» en el ejercicio profesional, el dominio de estos saberes permite ser «capaz de» actuar con eficacia en situaciones profesionales cambiantes. Pero ¿ser capaz es lo mismo que ser competente?" (p.10).

Es un interrogante que quizás sea generador de debates y discusiones al respecto, donde al entrar a escudriñar algunos tópicos se puede entender que el ser capaz no es condición necesaria de que se llegue a ser competente.

Podemos entender esto con un ejemplo de la enseñanza y aprendizaje, donde se puede ver cómo un docente es capaz de dar una clase y sostenerse en el tiempo sin que sean rebatidos los conocimientos, estrategias e instrumentos que le caractericen, pero de ahí a que llegue a ser competente puede haber una gran distancia.

Cabe señalar cómo el término de competencia es algo complejo e íntegro que amerita el engranaje de varias piezas, por esto aquí no abarcaremos este aspecto ya que para lograr el desarrollo de una competencia se requiere de un conjunto de situaciones que realmente no se manejan dentro de este entramado investigativo. Sin embargo, es pertinente destacar la competencia que concierne al nivel educativo y a la disciplina en que se desarrolla esta investigación.

Tenemos que el Ministerio de Educación y Ciencia (2007a) determina varias competencias para el currículo de ciencias, de las cuales una en particular es la que concierne básicamente a los contenidos mínimos que se establecen directamente para el segundo curso de la ESO, esto es: *"Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico."* (p.686).

En este orden de ideas se presentan en el cuadro II.2 los contenidos y criterios de evaluación que fueron determinados bajo la reglamentación de la LOE para el segundo curso de la ESO.

Contenidos Mínimos	Criterios de Evaluación
✓ Biosfera, ecosfera y ecosistema. ✓ Identificación de los componentes de un ecosistema. ✓ Influencia de los factores abióticos y bióticos en los ecosistemas. ✓ Ecosistemas acuáticos de agua dulce y marinos. ✓ Ecosistemas terrestres: los biomas. ✓ El papel que desempeñan los organismos productores, consumidores y descomponedores en el ecosistema. ✓ Realización de indagaciones sencillas sobre algún ecosistema del entorno.	Identificar los componentes bióticos y abióticos de un ecosistema cercano, valorar su diversidad y representar gráficamente las relaciones tróficas establecidas entre los seres vivos del mismo, así como conocer las principales características de los grandes biomas de la Tierra. El alumnado ha de comprender el concepto de ecosistema y ser capaz de reconocer y analizar los elementos de un ecosistema concreto, obteniendo datos de algunos componentes abióticos (luz, humedad, temperatura, topografía, rocas, etc.) y bióticos (animales y plantas más abundantes); interpretar correctamente las relaciones y mecanismos reguladores establecidos entre ellos, y valorar la diversidad del ecosistema y la importancia de su preservación.

Cuadro II.2. Contenidos sobre ecosistema para el segundo curso de la ESO
(Fuente: Ministerio de Educación y Ciencia, 2007a, p.695-697)

Ya se ha dado una breve muestra de la importancia de la secuenciación de los contenidos y de cuáles son los tópicos mínimos abordados en una unidad de ecosistemas para el curso de 2º de la ESO, ahora sería importante poner en práctica la selección y secuenciación de los tópicos que son trabajados en este curso de enseñanza y aprendizaje. A este respecto, Ibarra y Gil (2006) y Maldonado et al. (2007) precisan que en la mayoría de los cursos de ciencias de la naturaleza presentados en los institutos se suelen simplificar de una manera excesiva algunos de los conocimientos que son de vital importancia para la conceptualización del constructo ecosistémico. Lo anterior desfavorece el estudio de éste, ya que González-García, Carrillo-Rosúa y García-Alix (2015)

consideran el ecosistema como un constructo altamente complejo, que requiere de una secuenciación propicia.

Basándonos en lo indicado proponemos desde la posición que tomamos respecto al CDC unas pinceladas de cómo podría trabajarse la secuenciación del concepto del ecosistema, desarrollada en el apartado II.2.1 CDC-Ec.

Perspectiva del constructo ecosistémico en los libros de ecología:

Remitiéndonos al origen del constructo del ecosistema, encontramos que Maass y Martínez-Yriza (1990) precisan que en el año 1935 Tansley declara que la distribución de especies y su ensamblaje estaban fuertemente influidos por el ambiente asociado y debido a esto establece que la comunidad biótica conforma una unidad integral junto con su ambiente físico. Es para entonces que Tansley propone el término “ecosistema” para designar dicha unidad integral. Es importante traer a colación que Lindeman (1942) citado en Maass y Martínez-Yriza (1990) apoyó lo que Tansley planteaba sobre ecosistemas, en donde se les consideraba como sistemas compuestos de procesos físico-químico-biológicos que operan como parte de una unidad espacio-temporal. Así se entiende cómo fuera Tansley quien dió el primer paso para que el ecosistema no se perciba estáticamente como lo planteaban los naturalistas años atrás, sino que empieza a proporcionar un toque dinámico y funcional a los ecosistemas.

De este modo hay que tener presente que algunos libros, como por ejemplo el de Krebs (2001), plantean la siguiente definición sobre ecología: *“la ecología es un estudio científico de la distribución y la abundancia de los organismos”*; sin embargo, esta postura es algo estática y deja fuera el importante concepto de las relaciones, por lo que el mismo autor en párrafos posteriores propone una modificación *“la ecología es el estudio científico de las interacciones que regulan la distribución y la abundancia de los organismos”* (p.). 4

Posterior a esto conviene conocer desde algunas miradas de los expertos el concepto de ecosistema, que es en el que focalizamos nuestra atención, para de esta manera tener fundamentos que permitan analizar las concepciones que se encuentren en los estudiantes de segundo curso. A continuación se presenta en el Cuadro II.3 algunas posibles perspectivas evidenciadas en libros de ecología y en otras fuentes:

Autor	Definición
Smith y Smith (2001)	<i>"El concepto de ecosistema trajo consigo una nueva manera de enfocar el estudio de la naturaleza. Dada la diversidad de la vida en cualquier comunidad, la perspectiva taxonómica debía dar lugar a un enfoque más funcional de considerar la naturaleza. Si se analiza la ecología de un bosque con un ecólogo de poblaciones o comunidades, se obtendrá una historia de las especies: la dinámica poblacional, las interacciones, las redes tróficas y los patrones de diversidad. Por otro lado, si se hablara del mismo bosque con un ecólogo de ecosistemas, surgiría un panorama más abstracto: la historia de la energía y la materia, en la que el límite entre los componentes bióticos y abióticos del bosque suele ser difuso. Desde el punto de vista del ecólogo de ecosistemas, el bosque es un sistema compuesto de autótrofos, heterótrofos y el ambiente abiótico, en donde cada uno de los componentes procesa e intercambia energía y materia" (p.443)</i>
Rodríguez (2001)	<i>"La identificación del ecosistema ha llevado algunos estudiosos al extremo de conferirle propiedades organísmicas, es decir equiparables a las del organismo como individuo: los ecosistemas nacerían, crecerían, restañarían sus heridas y madurarían a lo largo de un proceso que, aunque le llame sucesión, sería equivalente desde esta perspectiva al desarrollo ontogénico de un individuo." (p.25)</i>
Molles (2006)	<i>"Sistemas abiertos susceptibles de intercambiar materia, energía y organismos con otros sistemas." (p.3)</i>
Elosegi (2009)	<i>"Se utilizan 2 criterios para definir el ámbito físico de los ecosistemas uno es puramente metodológico y define los límites del ecosistema en cuanto métodos de trabajo. Así se habla de ecosistemas acuáticos continentales, de ecosistemas marinos y de ecosistemas terrestres. El segundo criterio está basado en flujos de materia. según este, los límites de los ecosistemas se establecen en función de las áreas que conforman sistemas más cerrados, es decir, que intercambian menos materia con el entorno" (p. 23)</i>
Fuentes (2015)	<i>"Un ecosistema es un espacio definido en el que existen comunidades de seres vivos y una serie de componentes físicos y ambientales. Bajo esta definición el ecosistema puede ser tanto un</i>

	<i>pequeño prado como un enorme bosque. Por lo tanto, para cuantificar la variedad de los ecosistemas existentes es necesaria una escala geográfica o espacial concreta sobre la que establecer la unidad de comparación. Este asunto no es fácil de resolver en todos los casos, lo que ha originado diferentes clasificaciones, basadas en criterios fisonómicos, que destacan el aspecto de la flora y la morfología, o en criterios climáticos, aunque ninguna haya sido aceptada universalmente." (p.56)</i>

Cuadro II.3. Perspectivas sobre ecosistema desde los expertos

En coherencia con lo indicado, se podría afirmar entonces que un ecosistema es un sistema complejo ecológicamente que contiene la biocenosis, que en otras palabras sería un conjunto de organismos vivos o elementos bióticos de un área determinada, como por ejemplo las plantas, animales, hongos, bacterias, insectos, etc., los cuales interactúan entre sí mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la simbiosis y la competencia, involucrándose con el biotopo que, en otras palabras, sería el medio ambiente físico o elemento abiótico, como por ejemplo las rocas, la tierra, los ríos, el clima, la temperatura entre otros. Todo esto constituye entonces una integración y conjugación de forma que en síntesis se puede interpretar como ese sistema que contiene lo biótico y abiótico, donde se necesitan unos de otros y que presentan procesos físico-químico-biológicos en un espacio y tiempo determinado. Decimos entonces que esta puede ser una definición que recoge en gran medida aspectos de todas las definiciones presentadas en el Cuadro II.3.

Respecto a esto, la literatura de la ecología muestra una perspectiva centrada en el enfoque ecosistémico y funcional, dado que como afirman Margalef (1974) y Odum (1983) citados en Maass y Martínez-Yriza (1990), brinda una parte considerable a los capítulos de flujo energético y ciclos biogeoquímicos, mientras que otros libros presentan una orientación fuertemente poblacional, que según Krebs (1978) y Begon et al. (1986) citados en Maass y Martínez-Yriza, (1990) habla relativamente poco sobre el flujo energético y ciclos biogeoquímicos. Así mismo vemos cómo en investigaciones más recientes como la de Maldonado, García y Jiménez (2007), que hemos mencionado en anteriores párrafos sobre los libros de texto, se ha encontrado una tendencia marcada hacia la segunda posición revelada por Krebs (op. cit.) y Begon et al. (op.cit.) citados en Maass y Martines-Yriza (op.cit.). Sin embargo, el progreso que ha venido teniendo la ecología ha permitido que cada uno de los enfoques pueda considerarse válido.

Basándonos en lo indicado, se puede afirmar que, Independientemente de los tópicos y enfoques que se brinde en cada uno de los libros de ecología y en los libros de texto, al igual que en el currículo, la dinámica en general de los ecosistemas trae consigo las interacciones, tanto de seres vivos como de seres inertes, las cuales crean un mecanismo de adaptación, transformación y autorregulación, permitiendo así una conjunta preservación, línea que consideramos tiende a ser más contextualizada con el mundo de hoy.

Las representaciones que dejan al descubierto algunos de los libros de ecología junto con la sistemática que puedan emplear en el engranaje de conceptos que componen el constructo de ecosistema, puede influir en las concepciones y posicionamiento que adquiera un profesor para trabajar en su clase con el libro de texto.

Lo anterior se puede resumir a través de algunos interrogantes que facilitan ubicar al lector dentro de esa sistemática detectada en algunos libros de ecología:

- ✓ ¿Por qué la historia es importante en la enseñanza del ecosistema?
- ✓ ¿Cuáles son los elementos de los ecosistemas que suelen ser representados en los libros de texto?
- ✓ ¿Por qué es importante el ciclo de la materia en el ecosistema?
- ✓ ¿Cuál es la característica de un ecosistema?
- ✓ ¿Qué significan las entradas y salidas en un ecosistema?

Se toma en consideración que para dar respuesta a las cuestiones planteadas nos apoyaremos en los libros de Ecología y en la literatura científica de fuentes como las de: Cuéllar, Pérez y Quintanilla (2005); González-García et al. (2015); Smith y Smith (2001); Maass y Martínez-Yriza (1990); Fuentes (2015); Rodríguez y Ruiz (2000); Molles (2006); Boada y Cadpdevilla (2000); De Pro (2014b); Del Carmen (2010) y Mortimer (2001).

¿Por qué la historia es importante en la enseñanza del ecosistema?

Cuéllar, Pérez y Quintanilla (2005) resaltan que en los libros el constructo de ecosistema amerita exteriorizarse teniendo en cuenta la historia y epistemología de las ciencias, ya que el no reconocimiento de la importancia de ésta simboliza un obstáculo para comprender conceptos científicos. Esto sí, la enseñanza y

aprendizaje de las ciencias pretende que el estudiante adquiera la competencia de incorporar representaciones de la ciencia y entienda a ésta, al igual que al constructo del ecosistema, como una ciencia dinámica y no estática, que evoluciona gracias a los diversos aportes de filósofos y científicos.

¿Cuáles son los elementos de los ecosistemas que suelen ser representados en los libros de texto?

Los libros de texto suelen abordar el ecosistema desde lo general a lo particular, mostrando que los elementos cruciales dentro de éste son los factores abióticos y los factores bióticos, teniéndose en cuenta que los primeros están conformados por la energía, los nutrientes, la temperatura, la humedad, el rocío, la luz, el viento y el espacio disponible. Por otro lado, se tiene que los factores bióticos están conformados por los organismos vivos, los cuales se dividen en dos categorías, los autótrofos y los heterótrofos según sus necesidades nutricionales. Esto a nivel esquemático puede observarse en la Figura II.2.

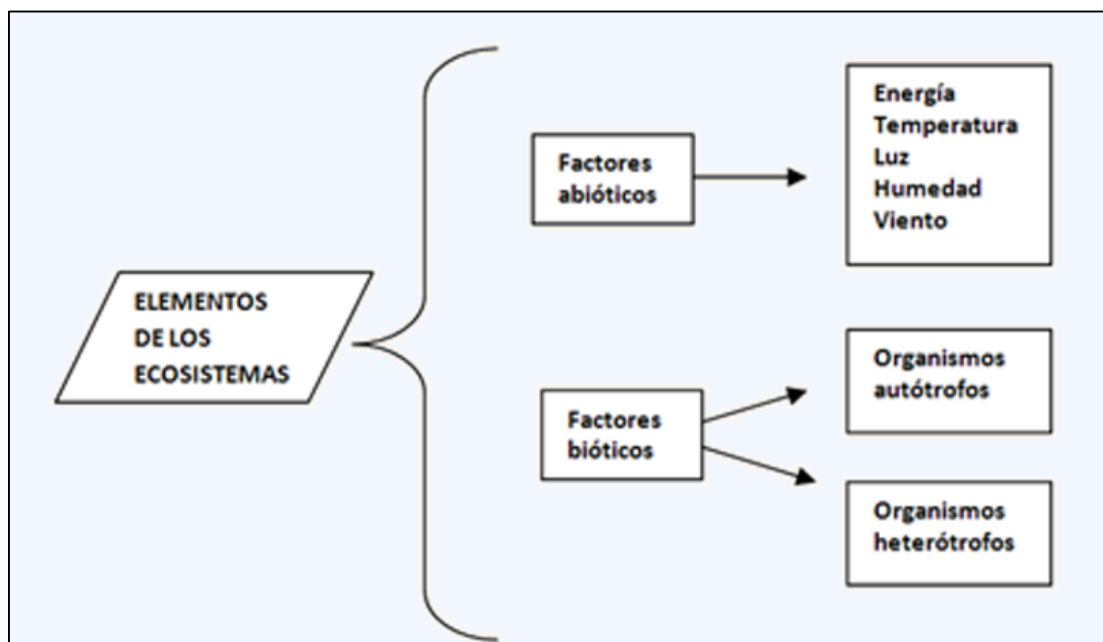


Figura II.2. Esquema de los elementos de un ecosistema

¿Por qué es importante el ciclo de la materia en el ecosistema?

Este cuestionamiento puede surgir en el estudiante que está iniciando su clase con contenidos sobre el concepto de ecosistema. Según González-García et al (2015) este ciclo se caracteriza porque contiene una fuente de energía, el sol como primera fuente, además hay un movimiento continuo de los materiales, pasando del suelo, el aire, o el agua a los organismos de unos seres vivos a otros, para luego volver dichos materiales al suelo, o al aire o al agua formándose el ciclo de la materia. Sin embargo, este ciclo suele ir acompañado de un flujo de energía que lo condiciona, pero sus recorridos son diferentes; por ejemplo, el ciclo de la materia es de tipo cerrado y puede reciclarse mientras que el flujo de energía se degrada y no es recuperable. La Figura II.3 constituye una representación clave en la enseñanza y aprendizaje de este proceso, ya que González-García et al. (op.cit.) precisan que hay libros de texto con ilustraciones de este tipo que conectan el ciclo de la materia con el flujo de energía, lo que permite en el alumno una visión de “relación”, evitando la “segmentación o fragmentación” de conceptos que para su comprensión requieren de una vinculación.

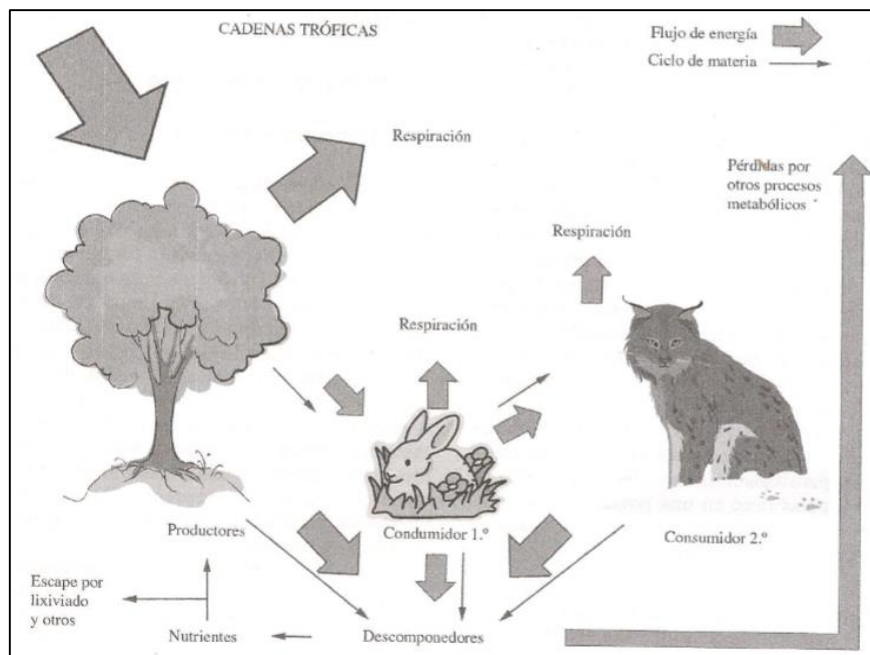


Figura II.3. Ciclo de la materia y flujo de energía (Fuente: González-García et al., 2015, p.200)

De la misma manera en los libros de ecología se hace evidente cómo el flujo de energía (ver Figura II.4) es fundamental para que un ecosistema se mantenga en funcionamiento, es por ello que el flujo de la energía proveniente del sol a través de varios consumidores hasta la disipación final mediante una serie de transferencias energéticas, conocidas como cadena trófica, merece la importancia de ser desglosado dentro de las clases de ciencia, aspecto que según Maldonado, García y Jiménez (2007) no es de suma importancia en los libros de texto.

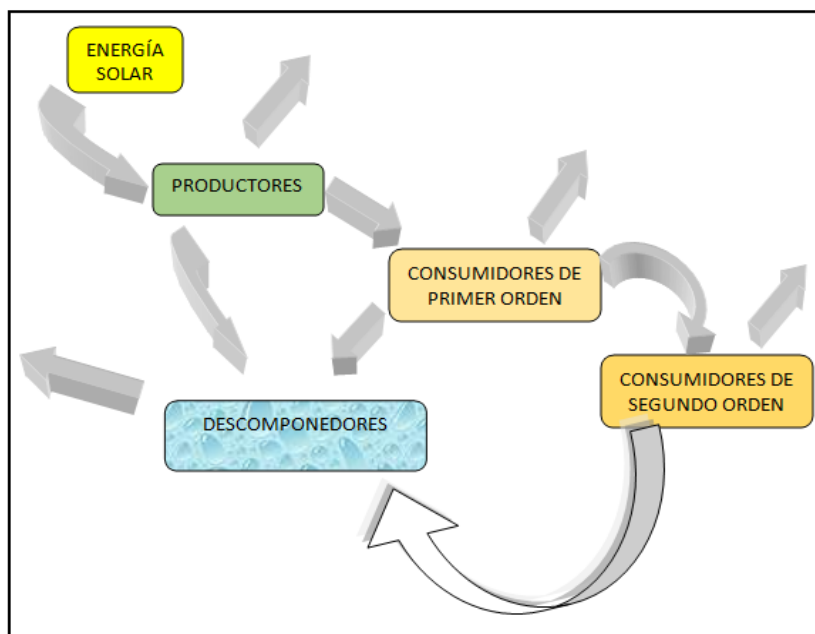


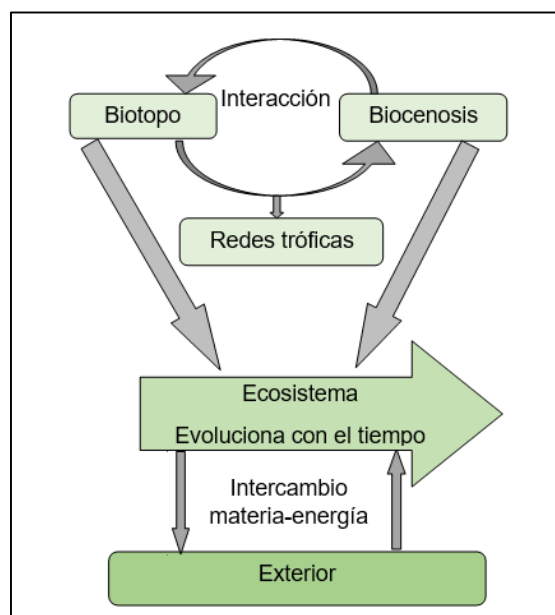
Figura II.4. Flujo de energía en un ecosistema

Lo anterior permite conocer los diferentes elementos de una red trófica, que pueden ser agrupados en categorías denominadas niveles tróficos o de alimentación. Los organismos autótrofos ocupan el primer nivel trófico; los herbívoros que se alimentan de autótrofos forman el siguiente nivel trófico; los carnívoros que se alimentan de herbívoros constituyen el tercer nivel trófico.

Según Smith y Smith (2001) el flujo de energía por los ecosistemas toma dos rutas: una por la cadena trófica de los herbívoros y la otra por la de los detritívoros. La mayor parte de la producción es utilizada por los organismos que se alimentan de materia orgánica muerta. Ambas cadenas tróficas se relacionan

¿Cuáles son las características de un ecosistema?

“los ecosistemas se caracterizan por: 1) ser sistemas abiertos; 2) estar formados por elementos tanto bióticos como abióticos; 3) poseer componentes que interaccionan estableciendo mecanismos de retroalimentación; 4) presentar interacciones que establecen redes tróficas (alimenticias) e informacionales; 5) estar estructurados jerárquicamente; 6) cambiar en el tiempo; y 7) poseer propiedades emergentes”. Esto, en breves palabras, se resume en la siguiente figura II.5:



61

¿Qué significan las entradas y salidas en un ecosistema?

Las entradas y salidas se convierten en un proceso fundamental dentro del ecosistema y por tanto son significativas para que se pueda dar un acercamiento al concepto de ecosistema. Según los libros de ecología para conocer y entender qué es un ecosistema, es fundamental trabajar los elementos abióticos y bióticos, conceptos básicos que son los que pretendemos indagar en las concepciones de los estudiantes de este caso particular sobre el concepto del ecosistema. Aquí, sobresale la importancia que implica para el profesor conocer acerca de la concepción que guardan sus estudiantes con respecto a este proceso de entradas y salidas.

Ante esto, Maass y Martínez-Yriza (1990) declaran que la pérdida de un nutriente, es decir, la salida de éste por causa de la erosión, por ejemplo, puede significar la ganancia o mejor dicho la entrada de nutrientes a otro ecosistema colindante. Por tanto, González-García et al. (2015) insiste en que es necesario mostrar a los estudiantes de manera esquemática todas estas relaciones posibles, por ejemplo, como lo podemos ver en la Figura II.6.

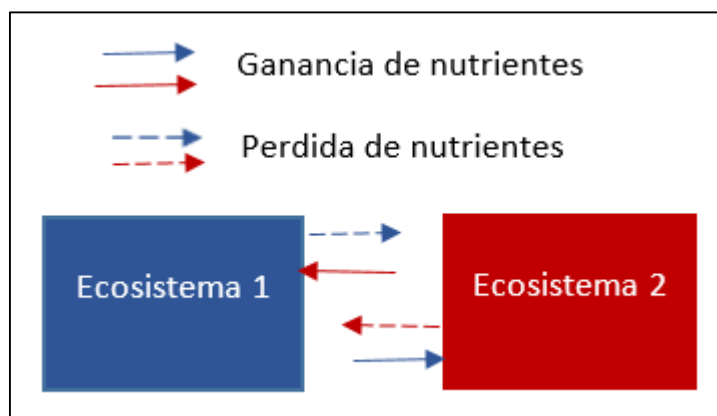


Figura II.6. Entradas y salidas en un ecosistema

Después de haber presentado esta pequeña sistemática manejada en algunos libros de ecología y que a su vez puede repercutir de cierto modo en la enseñanza y aprendizaje que se vivencia desde las aulas, queremos destacar de manera especial, basándonos en la literatura encontrada, la afinidad con la perspectiva conservacionista ya que el hombre hace parte del ecosistema y se

requiere de él para que se logre el equilibrio tan anhelado. Es aquí cuando no concordamos con lo planteado en investigaciones como la de Fuentes (2015), cuando afirma que a pesar de que en las ciudades se concentre la mayoría de la población mundial, éstas no deben ser concebidas como ecosistemas, además de que llegar a considerar los sistemas urbanos como un ecosistema trae consigo una revolución conceptual, a pesar de que la ecología sí lo avale como un ecosistema. Por el contrario, para nosotros las ciudades si deben ser consideradas como ecosistemas que han pasado por un proceso evolutivo de adaptación.

La apreciación proporcionada por Fuentes (2015) es basada en la premisa de que

"el sistema urbano como un ecosistema consiste en admitir que en él se producen relaciones multivariadas entre organismos y ambiente. Estas relaciones son principalmente intercambios de materia y energía" (p.24).

Pero debido a que la producción primaria de vegetales que se encuentran presentes en el medio es inferior al consumo energético, es cuando se asume que por esto no se debería de considerar a la ciudad como un ecosistema ya que desde este foco no se estaría concibiendo la ciudad como constructo social sustentable.

Destacamos entonces la importancia de la enseñanza de los ecosistemas desde el foco conservacionista, el cual apunta a esa construcción sustentable de la ciudad como ecosistema, apoyándonos en afirmaciones como las de Rodríguez y Ruiz (2000) cuando manifiestan que el despertar esa conciencia conservacionista sobre el mundo natural teniendo como referente que el hombre forma parte del ecosistema, y que como tal debe estar presente en las estrategias de conservación, constituye los cimientos sobre los que apuntan las actuales tendencias en conservación ambiental.

Además de esto vale resaltar que no concebir la ciudad como un ecosistema podría llevar a que los estudiantes vieran a la humanidad y a la naturaleza como dos realidades distantes, estando la naturaleza al servicio de los humanos como una gran fuente inagotable de los recursos (García,1997).

Por ello hacemos un gran énfasis en la enseñanza conservacionista y concordamos con García (op.cit.) cuando afirma que el ecosistema debe ir ligado a la visión de recursos limitados, dando una relevancia a la problemática ambiental que permita el acercamiento a las actitudes favorecedoras del

desarrollo sostenible, entendiéndose que el ecosistema se mantiene estable por su característica abierta reorganizadora de forma continua, donde dicha continuidad está ligada más a la organización de red y ciclo trófico que a la presencia de todos sus componentes.

Cabe señalar que el hombre ha estado siempre inmerso en los ecosistemas, y que dicha inmersión ha sido causa de múltiples modificaciones y alteraciones dentro de los mismos, colocando en peligro a muchos de sus habitantes. Esta es una de las premisas que más se halla reflejada en los libros o en documentos que aluden a los ecosistemas, donde se tiene al hombre como el causante del daño y de los futuros daños que puedan ocurrirle a un ecosistema; en otras palabras, observamos que al hombre solamente lo incluyen como un provocador del caos y no como parte del propio ecosistema, a pesar de que existen investigaciones donde toman a la integración de la especie humana como algo inherente al funcionamiento de los ecosistemas (Rodríguez y Ruiz, 2000).

En relación a lo anterior, corresponde mostrar cómo en algunos libros de ecología expresan abiertamente que el hombre es causa de perturbación:

"La perturbación humana es un rasgo antiguo de la biosfera y lo ha hecho durante miles de años, por ejemplo, los hombres comienzan a alterar las selvas tropicales en Centroamérica hace unos 11.000 años.

Los efectos de la perturbación se enmarcan en la hipótesis de la perturbación intermedia. Aunque la perturbación humana intensa reduce la diversidad de especies los niveles moderados de perturbación pueden aumentar la diversidad de algunas comunidades como ocurre en las praderas alcalinas europeas" (Molles, 2006, p. 443).

Frente a esto, vemos cómo una vez más el hombre es abarcado dentro del ecosistema como alterador impropio del medio ambiente, donde se observa que se intenta hacer cierto matiz al declarar que la perturbación intermedia puede ser algo beneficioso ya que aumentaría la diversidad en una comunidad específica; sin embargo, la simple nominación "perturbación", focaliza la atención en aspectos negativos y negligentes de la especie humana para con el ambiente.

De igual forma, se encontró dentro de otro libro de ecología una declaración similar:

"Perturbaciones humanas inducidas por el ser humano incluyendo talado de árboles, la minería, la agricultura y el desarrollo. Producen cambios profundos, a menudo permanentes" (Smith y Smith, 2001, p. 440).

Así mismo, en investigaciones como las de García (2003) muestran afirmaciones como:

“La acción humana rompe los ciclos de la naturaleza, como si la circulación de materiales y el flujo de energía en el planeta dependieran de los seres humanos en vez de depender del sol” (p.98).

Ante esto, concordamos con García (op.cit) cuando dice que una cosa es admitir que algunas acciones humanas intervienen en la evolución del ecosistema y otra muy diferente es afirmar que se destruye el ecosistema.

Ahondando en esta situación se encontró que Boada y Capdevilla (2000) realizaron una delimitación del ecosistema urbano en tres categorías: a) mundo gris (estructuras construidas, edificios, infraestructuras viarias...); b) mundo verde (espacios con sustrato orgánico); y c) mundo azul (predomina el agua). En los tres interactúan las diferentes especies, donde se presenta que la diversidad biológica de estos ecosistemas urbanos tienen en común con otros la dinámica existente entre las condiciones del medio y las poblaciones, pero debido a las múltiples aceleraciones y transformaciones en las que está constituido, la dinámica de la que se habla resulta más intensa y por ende incluso hasta se observa que en las especies los hábitos alimenticios cambian debido a las circunstancias en las que se encuentren para conseguir el alimento.

Distinguimos de manera favorable el hecho de realizar una categorización sobre los sistemas urbanos, donde es concretamente notable que el hombre resulta protagonista del escenario; sin embargo, esto es una tendencia que sigue fragmentando, es decir, que el hombre está siendo visto inmerso solo en el ecosistema urbano, y no en las demás clasificaciones que se pueden llegar encontrar en la literatura sobre los ecosistemas.

Desde lo que se ha desglosado, podemos resumir que la percepción general de los ecosistemas está catalogada en ecosistemas naturales (sistemas donde no hay interacciones directas con la especie humana) y ecosistemas intervenidos (sistemas que han sido afectados directamente por las actividades humanas); lo anterior se puede esquematizar en la Figura II.7.

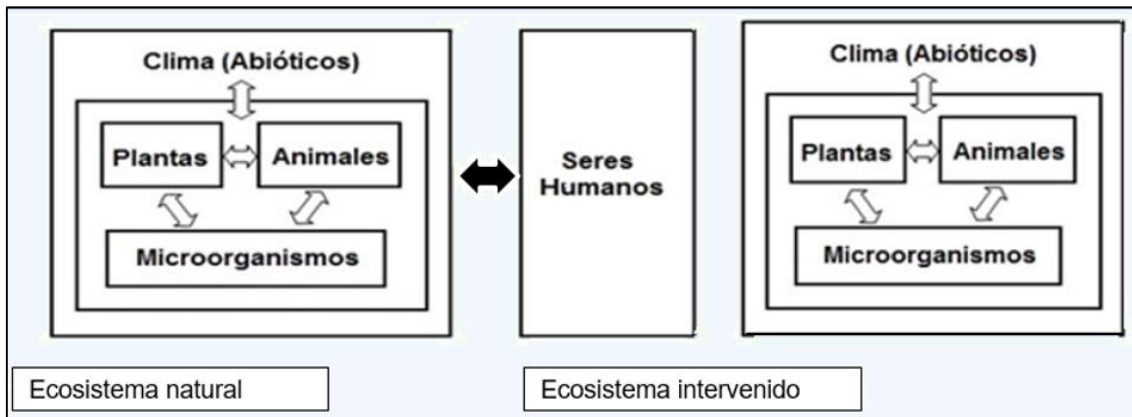


Figura II.7. Representación de la exclusión de los seres humanos en un ecosistema natural

Por lo tanto, apelando nuevamente a la postura de la necesidad de involucrar al hombre en el ecosistema, proponemos una clasificación que recoge aspectos presentes en la literatura y quizás más ajustada al contexto que se vive hoy día en las escuelas desde la parte urbana y sustentable:

Los ecosistemas pueden clasificarse en cuatro grandes grupos según el medio en el que se desenvuelven los organismos que forman la biocenosis y son: Terrestres, Acuáticos, Urbanos y de Transición.

Los Terrestres: condicionados por la temperatura y la humedad, determinando así zonas climáticas donde el hombre interactúa.

Los Acuáticos: comprenden todas las zonas de la tierra cubiertas de agua, condicionadas por las cantidades de sales en las que el hombre interactúa.

De Transición: comprende todas las zonas donde haya contacto entre agua y tierra, es decir, los límites entre un ecosistema terrestre y uno acuático en donde el hombre interactúa.

Los Urbanos: comprende pueblos o ciudades condicionados por estructuras de concreto y hombres condicionados según su estilo de vida.

En dicha clasificación presentada hay que dejar claro que el ser humano está inmerso en los cuatro grandes grupos de ecosistemas y que antes de llegar a contribuir al deterioro de éstos, aquí se pretende tomar al hombre como parte de éstos donde interacciona con diferentes especies para mejorar su amplitud

biológica; esto que se acaba de mencionar es comúnmente conocido con el nombre de mutualismo.

Lo expuesto anteriormente no pretende tapar el sol con un dedo ya que los seres humanos no solo han contribuido a la mejoría de los ecosistemas, sino que también han contribuido a su degeneración paulatina a lo largo del tiempo, aspecto que como mencionamos anteriormente podría entenderse de manera global como accionante influyente en la evolución de éstos. Sin embargo, dado que en la literatura generalmente se habla de la relación negativa entre el hombre y su entorno, esta propuesta, por el contrario, espera resaltar las interacciones positivas y beneficiosas que el hombre puede llegar a tener con su entorno, mostrando que éste es parte de un ecosistema.

Después de todo, nos seguimos cuestionando: ¿qué perspectiva de ecosistema enseñar en la educación secundaria? Ante esto, De Pro (2014b) alude que, si un profesor principiante acude a un libro de texto y al ver el tema que debe enseñar, lo que va a detectar es que los tópicos no son muy diferentes a los que estudió en su pasado, se puede llegar a tranquilizar. Con frecuencia sus contenidos suelen ser casi los mismos, variando solo la portada y el incremento de imágenes, lo que suele conllevar a una percepción de que, en general, se han diseñado mejores materiales curriculares.

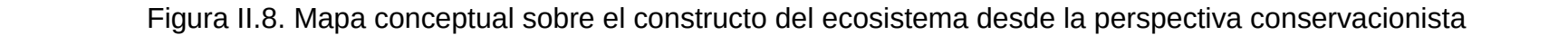
Esta similitud de contenidos que puede observar un profesor puede deberse a ciertas concepciones arraigadas, como por ejemplo “el ecosistema no se puede enseñar de otra forma”.

De esta manera, la enseñanza y aprendizaje de los ecosistemas no es tan simple como la hacen parecer los libros, o la conciben algunos profesores que no han logrado evolucionar ciertas concepciones. Parece ser que, aparte de lo complejo que pueden ser sus significados, está la faceta socio-afectiva que influye en la implicación de ser responsable del aprendizaje de aproximadamente 40 estudiantes que son totalmente diferentes, ya que proceden de contextos diversos y de hogares distintos.

Consideramos entonces que el enseñar a los estudiantes la temática de los ecosistemas facilita sensibilizarlos en la preservación del medio ambiente, permitiendo mejorarlo y ayudar a cómo actuar ante situaciones que abarquen una temática similar, puesto que hay un deterioro de los ecosistemas a nivel mundial gracias, entre otros factores, al calentamiento global y si no se empieza por sensibilizar sería difícil llegar a obtener una mejoría en nuestro ambiente y

sobre todo para nuestros descendientes. Esto desde una perspectiva conservacionista.

En relación a todo lo que se ha pincelado de la enseñanza y aprendizaje del ecosistema, realizamos un esquema dejando clara la posición de la perspectiva que nos identifica. En la Figura II.8 se presentan las características del constructo que para nuestro parecer deberían de ser trabajadas en el segundo curso de la ESO.



Apoyando parcialmente lo que se propone en esta investigación, Del Carmen (2010) considera importante que los estudiantes aprendan los aspectos teóricos de los ecosistemas así como los empíricos, y sobre todo que puedan llegar a conocer los ecosistemas menos influidos por el impacto humano, ya que de lo contrario se les dificultaría valorar cualquier cambio dependiente del hombre. He aquí la relevancia de incluir la intervención humana en los ecosistemas de manera equilibrada, es decir, dando a mostrar tanto las acciones beneficiosas y no tan beneficiosas que puede llegar a introducir el hombre en los ecosistemas.

Ante todo lo visto, hay que tener en cuenta que para que fluya la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales existen varios factores que cumplen una función especial, éstos pueden ser de tipo externo, como por ejemplo todo lo que se encuentra alrededor del estudiante, es decir, su contexto, o pueden ser de tipo interno, como lo sería sus ideas previas que ya trae consigo; dichos factores tal vez afecten o tengan un grado de participación mayor que otros, pero de una u otra forma están allí presentes a la hora de enfrentarnos ante cualquier aprendizaje. Algunos de estos factores se han venido abordando a lo largo de este marco referencial, muy posiblemente de una manera breve puesto que el objeto de estudio abarca varios tópicos dentro del marco teórico; sin embargo para cerrar esta primera parte del marco referencial de interés, se considera pertinente aludir a que cualquier persona independiente de la cultura a la que pertenezca no presenta un pensamiento homogéneo, por el contrario como afirma Tulviste (1991) citado en Mortimer (2001) hay una gran diversidad de este; es decir, aunque en esta investigación se proponga una clasificación de los ecosistemas que para nosotros pueda ser más significativa que quizás otras clasificaciones presentadas en libros de texto, no se está determinando que vaya a desvelarse una evolución conceptual de los ecosistemas en los estudiantes puesto que hay otros factores que también pueden influir en ese cambio de ideas previas con las que llegan los estudiantes.

Por tanto, vemos cómo el proceso de la enseñanza y aprendizaje del ecosistema está constituido por diversos aspectos que tienen su grado de impacto e importancia según el caso particular (profesor, discente, libro de texto, currículo), y es así entonces como consideramos imprescindible en este proceso el abordaje de otros conocimientos, es decir, el desarrollo de la configuración del CDC que se acomete en el siguiente apartado.

II.2. Conocimiento Didáctico del Contenido

El CDC ha venido adquiriendo un gran potencial en las investigaciones en didáctica de las ciencias (Melo, 2015), dado que se ha convertido en el corazón del conocimiento profesional de los docentes, puesto que se sumerge de cierto modo en los otros dominios base que se requieren para hacer de la labor docente un escenario favorable del aprendizaje. Entendiendo el conocimiento profesional como ese conocimiento que distingue al profesional de la docencia del resto de las diferentes profesiones existentes y que, como ya hemos referido, se alimenta de diferentes dominios, es el CDC el que se lleva todo el protagonismo respecto a los otros dominios (Disciplinar, Pedagógico y Contexto). Es por esto que consideramos indispensable dar pinceladas del andamiaje que se ha venido construyendo sobre el CDC, dejando a la luz que *"Los profesores no somos consumidores de conocimiento sino productores del mismo mediante nuestras prácticas y actividad cotidiana"* (Abell, 2008; Ritchie, 2008).

En este apartado veremos un entramado general de lo que es el CDC, tratando de tomar postura frente a una de sus perspectivas y justificando el valor que concierne para este caso, teniendo presente que no es objetivo de este trabajo investigar el CDC del profesor, puesto que ello implicaría ahondar en diferentes dimensiones que se describirán más adelante. Sin embargo, sí se contempla indagar sobre las concepciones que el docente guarda en relación a las estrategias instruccionales, que de una u otra forma pueden desencadenar respuesta de otros dominios, permitiendo un acercamiento al CDC que se ha construido.

El CDC ha sido propósito de investigación en diversos países, donde se ha visto como dispositivo relevante para el reconocimiento del pensamiento y las concepciones del profesorado acerca de su enseñanza en la disciplina específica que se desempeña (Garritz, Daza y Lorenzo, 2015).

Actualmente se puede decir que las investigaciones del CDC del profesor se han realizado desde varias líneas, donde una de las que ha llamado mayor atención por los investigadores ha sido la de indagar en el desarrollo del CDC, pretendiéndose evidenciar las diversas conexiones que pueden poseer unas componentes con otras y la influencia de estas en el crecimiento de otras (Park y Chen, 2012). Como producto surgen reformas significativas en los cursos de formación de profesores (Michellini et al., 2013).

Destacamos que propiciar una continua investigación en la línea del desarrollo del CDC del profesor es indispensable en cuanto a los múltiples aportes que ha brindado hasta el momento al gremio del profesorado y los que en el futuro pueden brindar; de igual forma no ha sido la única línea por la que se ha optado investigar, vemos cómo también ha sido de interés en la naturaleza de la ciencia (Hanuscin, Lee y Akerson, 2010), en el uso de los diferentes modelos (Drechsler y Van Driel, 2008) y en el dominio afectivo como componente (Garritz, 2009) facilitadora y mediadora en el proceso de la autorregulación del CDC (Mellado, Garritz y Brigido, 2009; y Mellado, et al., 2014).

Luego de dar cuenta de un breve panorama sobre lo que ha importado el CDC como agenda de investigación, es necesario presentar algunas perspectivas desarrollados por investigadores destacados en sus estudios. Para ello presentamos un resumen en los Cuadros II.4 y II.5:

Perspectivas sobre el CDC desde algunos investigadores	Grossman (1990)	Shulman (1999)	Magnusson, Krajcik y Borko (1999)	Loghran, Mulhall y Berry (2004)
¿Cuáles son las características del CDC?	Permitir a los maestros extraer de manera articulada tanto el conocimiento disciplinar como el de los estudiantes y así poder brindar una enseñanza acorde a cada uno de ellos, ya que poseen ideas previas y partir de ellas constituiría una buena base para iniciar una enseñanza verdaderamente significativa.	Identifica los diversos cuerpos de conocimiento que hay para la enseñanza. Representando una mezcla entre la materia y la didáctica, permitiendo llegar a la comprensión de determinados temas mediante la organización y adaptación a los distintos intereses y capacidades de los estudiantes.	Actuar intencionalmente en contextos educativos donde los profesores deciden reconstruir su comprensión para adaptarse a una situación, por tanto, la base de CDC de un profesor puede reflejar una selección de dominios. El CDC como dominio único, ya que es un sistema integrado donde los límites entre sus diversos componentes son levemente tenues. Realiza 3 aportes significativos en relación al modelo que retoma de Grossman: 1. Considera como dominios los conocimientos base (disciplinar, pedagógico y del contexto) y las creencias que subyacen. 2. Adiciona una componente al CDC, la evaluación. 3. Cambia la etiqueta de concepciones por orientaciones	Desarrollar con el tiempo, mejoras en la enseñanza de los contenidos específicos, a través de la experiencia, con el fin de ayudar a los estudiantes a tener un mayor comprensión. El CDC es particular de cada docente ya que no puede ser importado de una materia a otra.
¿Cuáles son los componentes del CDC?	1. Conocimiento y las creencias acerca de los propósitos de la enseñanza de una disciplina en grados y niveles diferentes 2. Conocimiento de la comprensión de los estudiantes, las concepciones y las ideas alternativas en temas específicos de la asignatura 3. Conocimiento del currículo, que incluye los materiales válidos para la enseñanza de temas particulares de una disciplina, así como la estructura curricular vertical y horizontal del área que se enseña 4. Conocimiento para la enseñanza del conocimiento de la materia	En su primera propuesta 1986 asume que hay 3: 1. Conocimiento del currículo 2. Conocimiento pedagógico 3. Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes En 2012 Reconoce que la afectividad debe incorporarse	1. Orientaciones hacia la enseñanza de las ciencias 2. Conocimientos y creencias acerca del currículo de ciencias 3. Conocimientos y creencias acerca del entendimiento estudiantil sobre tópicos específicos de ciencias 4. Conocimientos y creencias acerca de la evaluación en ciencias. 5. Conocimientos y creencias acerca de las estrategias instruccionales para la enseñanza de las ciencias	1. Conocimiento acerca de los propósitos para la enseñanza de la materia. 2. Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes. 3. Conocimiento sobre estrategias instruccionales. 4. Conocimiento de la materia. 5. Conocimiento del contexto. 6. Conocimiento pedagógico.
¿Cuáles son las estrategias metodológicas pertinentes para documentar el CDC?	Las entrevistas, los informes escritos, el diario de campo, el diseño de unidades didácticas, los cuestionarios, la observación, las tareas estructuradas, reflexiones de los maestros, análisis de clases, la elaboración de esquemas y diagramas, las grabaciones de audio de las sesiones o las notas de campo de los investigadores.	Las entrevistas, los informes escritos, el diario de campo, el diseño de unidades didácticas, los cuestionarios, la observación, las tareas estructuradas, reflexiones de los maestros, análisis de clases, la elaboración de esquemas y diagramas, las grabaciones de audio de las sesiones o las notas de campo de los investigadores	Las entrevistas, los informes escritos, el diario de campo, el diseño de unidades didácticas, los cuestionarios, la observación, las tareas estructuradas, reflexiones de los maestros, análisis de clases, la elaboración de esquemas y diagramas, las grabaciones de audio de las sesiones o las notas de campo de los investigadores.	Las ReCo son diversas representaciones del contenido que se esté trabajando específicamente, y esto se puede hacer mediante rejillas que converjan apartados del contenido con aspectos propios de la metodología. Los Re-PyD son narraciones que muestran algunas partes de los contenidos, obtenidas mediante la observación en el aula y entrevistas a los docentes que imparten la clase, permitiendo conocer tanto el pensamiento como la acción del maestro.
¿Cómo es abordada la competencia meta-representacional (MRC) desde el CDC?	El conocer o desconocer el conocimiento del contenido, entendido éste como el conocimiento de la disciplina, contribuye en mayor o menor medida en el desarrollo de MRC.	El conocer o desconocer el conocimiento del contenido, entendido éste como el conocimiento de la disciplina, contribuye en mayor o menor medida en el desarrollo de MRC.	De acuerdo a las concepciones que el profesor tenga respecto a cada uno de los componentes del CDC así mismo puede abordar la MRC, evolucionando según la selección de dominios que sean de su preferencia, por tanto puede evidenciarse en el profesor un empoderamiento de la MRC desde un dominio y menos desde otro.	La experiencia y el conocimiento del contenido específico favorecen el desarrollo de la MRC.

Cuadro II.4. Diferentes perspectivas sobre el CDC

Perspectivas sobre el CDC desde algunos investigadores	Hashweh (2005)	Park y Oliver (2008)	Garritz (2011)	Mellado (2014)	Gess-Newsome (2015)
¿Cuáles son las características del CDC?	Realizar compilaciones de construcciones didácticas profesionales, aprendidas en la medida que el profesor repite las lecciones de clases para tópicos de las ciencias. No existe un CDC genérico para todo el campo de conocimiento de las ciencias.	Comprender y promulgar como ayudar a un grupo de estudiantes a entender una materia específica utilizando múltiples estrategias educativas como las representaciones y evaluaciones mientras se trabaja dentro de las limitaciones contextuales, culturales y sociales en el ambiente del aprendizaje. El desarrollo del CDC ocurre a través de la Reflexión en la acción y la Reflexión sobre la acción.	Transformar el conocimiento del contenido en formas pedagógicamente poderosas, adaptadas a los diferentes contextos en los que se desempeña el profesor, mediante el respeto y la afectividad, promulgando la emoción para lograr motivación y fomentar individuos autónomos que empleen el razonamiento científico como norma y revelen un conocimiento sólido acerca de la tecnología con conciencia de impacto de la ciencia y la técnica sobre la sociedad.	Dinamizar los conocimientos que hacen parte del conocimiento base para la enseñanza, donde cada profesor transforma e integra diversos conocimientos, partiendo de la reflexión en la acción y de la reflexión sobre la acción de enseñar, teniendo presente que no hay acción humana sin una emoción que la fundamente, por tanto las emociones de un docente repercuten en su labor.	Se reflexiona sobre la práctica educativa que se ha vivido en el aula, pero para este autor dicha característica debe ir de la mano con el Conocimiento y habilidad profesional personal, que permite ver el reflejo de los distintos conocimientos y reflexiones a través de una destreza para enseñarlos en el aula de clase.
¿Cuáles son los componentes del CDC?	1. Conocimiento de la materia. 2. Fines y propósitos. 3. Características de los estudiantes. 4. Enseñanza del contenido. 5. Planificación curricular. 6. Recursos. 7. Contexto.	Continúan con las mismas planteadas por Magnusson et al. (1999)	Continúa con las mismas cinco componentes que proponen Magnusson et al. (1999) pero adicionalmente, tiene en cuenta una sexta componente: Conocimientos y creencias acerca de la Afectividad-Emociones.	Guardan relación con las propuestas por Magnusson et al. (1999) sin embargo se nombran diferente y se tiene en cuenta una sexta componente nueva. 1. Conocimientos sobre la visión y propósitos sobre la enseñanza. 2. Conocimiento sobre el currículo. 3. Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza. 4. Conocimiento sobre los estudiantes y el aprendizaje. 5. Conocimiento sobre la evaluación. 6. Conocimiento sobre afectividad-	Continúa con las mismas que plantean Magnusson et al. (1999) pero maximiza el término de creencias por amplificadores, dado que abarca no solo las creencias, sino que también las concepciones previas y el contexto.
¿Cuáles son las estrategias metodológicas pertinentes para documentar el CDC?	Las entrevistas, los informes escritos, el diario de campo, el diseño de unidades didácticas, los cuestionarios, la observación, las tareas estructuradas, reflexiones de los maestros, análisis de clases, la elaboración de esquemas y diagramas, las grabaciones de audio de las sesiones o las notas de campo de los investigadores.	Rúbricas o tablas (PCK-ERT) las entrevistas, los informes escritos, el diario de campo, el diseño de unidades didácticas, los cuestionarios, la observación, las tareas estructuradas, reflexiones de los maestros, análisis de clases, la elaboración de esquemas y diagramas, las grabaciones de audio de las sesiones o las notas de campo de los investigadores.	Las ReCo son diversas representaciones del contenido que se esté trabajando específicamente, y esto se puede hacer mediante rejillas que converjan apartados del contenido con aspectos propios de la metodología. Los Re-PyD son narraciones que muestran algunas partes de los contenidos, obtenidas mediante la observación en el aula y entrevistas a los docentes que imparten la clase, permitiendo conocer tanto el pensamiento como la acción del maestro.	Las entrevistas, los informes escritos, el diario de campo, el diseño de unidades didácticas, los cuestionarios, la observación, las tareas estructuradas, reflexiones de los maestros, análisis de clases, la elaboración de esquemas y diagramas, las grabaciones de audio de las sesiones o las notas de campo de los investigadores.	Las entrevistas, los informes escritos, el diario de campo, el diseño de unidades didácticas, los cuestionarios, la observación, las tareas estructuradas, reflexiones de los maestros, análisis de clases, la elaboración de esquemas y diagramas, las grabaciones de audio de las sesiones o las notas de campo de los investigadores.
¿Cómo es abordada la competencia meta-representacional (MRC) desde el CDC?	La MRC se desarrolla mediante las múltiples sesiones que pueda tener el docente bajo el compendio de construcciones didácticas.	El desarrollo de la MRC se da a través de la experiencia y promulgación del saber en diferentes contextos que le permitan reflexionar y actuar en la medida que puedan mejorar la MRC y por ende facilitar al estudiante su aprendizaje.	La afectividad como uno de los componentes del C.D.C. puede ser altamente fomentadora al desarrollo MRC tanto en los profesores como en los estudiantes dado que cuando los profesores realizan una representación con emociones favorables, producen mejores representaciones y por ende motivan a los estudiantes en sus compromisos para el aprendizaje de conocimientos científicos aplicándolos en contextos sociales, técnicos y profesionales en beneficio de la ciudadanía.	La afectividad como uno de los componentes del C.D.C. puede ser altamente fomentadora al desarrollo MRC tanto en los profesores como en los estudiantes dado que cuando los profesores realizan una representación con emociones favorables, producen mejores representaciones y por ende motivan a los estudiantes en sus compromisos para el aprendizaje de conocimientos científicos.	Esta competencia se verá reflejada en el aula de acuerdo la habilidad y destreza que tenga el profesor, donde a mayor desarrollada tenga dicha competencia mejor será su práctica de aula y por ende los resultados en los estudiantes se verán reflejados con el desarrollo de la MRC.

Cuadro II.5. Diferentes perspectivas sobre el CDC

Nuestro estudio adopta y adapta la propuesta del CDC presentada por Magnusson et al. (1999), pero a su vez la adaptación recibe pinceladas de Park y Oliver (2008) y de Gess-Newsome (2015). En este orden de ideas ampliamos las posiciones presentadas en el cuadro anterior de cada uno de estos autores.

Magnusson et al. (1999)

Su propuesta es una adaptación del modelo representado por Grossman a la enseñanza de las ciencias y es la que más acogida ha tenido dentro del campo de la investigación.

Los aportes significativos que diferencian la propuesta de Magnusson de la de Grossman son tanto en los dominios del conocimiento base para la enseñanza de las ciencias como en los componentes del CDC.

Básicamente el modelo de los dominios que deben contribuir al conocimiento profesional del profesor es similar solo que se le concede una importancia a esas concepciones de cada uno de los dominios, como se puede observar en la Figura II.9.

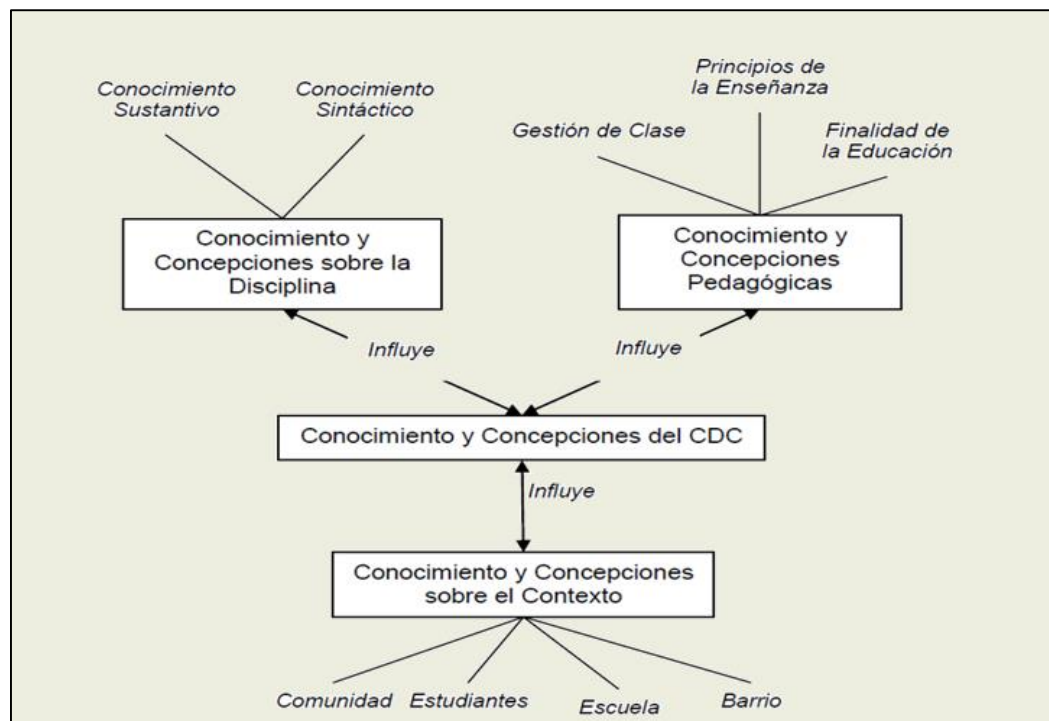


Figura II.9. Estructura del conocimiento profesional del profesor según Magnusson et al. (1999, p. 98). Traducción propia.

Lo anterior es un indicador de cómo el conocimiento profesional del profesorado se impregna no solo de fuentes académicas. Constatamos cómo para Magnusson et al. (1999) cobra gran importancia la fuente del saber personal, que obedece a esas ideas que tienen los maestros acerca de cada uno de los componentes del Conocimiento Profesional, concepciones que están relacionadas con las experiencias y los intereses de cada quien (Valbuena, 2007).

Como segundo aporte de la propuesta de Grossman fue la adición de un componente a uno de los dominios del CDC, al cual denominó Conocimiento y creencias sobre la evaluación. Por tanto, Magnusson et al. (1999) establecen un total de 5 componentes que conforman el CDC del profesor:

Orientaciones hacia la enseñanza de las ciencias:

Este es el componente que quizás llama en gran medida la atención para estos autores y también de cierto modo para quienes realizamos esta investigación, dado que concordamos directamente con lo que se propone, donde los propósitos, contenidos, metodologías y evaluación de la enseñanza de la Ciencia están influenciados determinantemente por el enfoque que se tenga de la enseñanza de la Ciencia. En otras palabras, las orientaciones de la enseñanza de la ciencia establecen el referente en la toma de decisiones. Es por esto que la manera en como enseñe un profesor depende de su visión, transmisiva o si se permea de un cambio conceptual, por ejemplo.

En relación a lo anterior, son identificadas nueve orientaciones de la enseñanza de la Ciencia: como procesos, de rigor académico, didáctico, cambio conceptual, actividades dirigidas, descubrimiento, trabajo por proyectos, investigación, e investigación dirigida. En la investigación realizada por Smith y Neale, 1989 (citados por Magnusson et al., 1999) cabe señalar que en un profesor puede existir la inclinación por varias orientaciones.

Conocimientos y creencias acerca del currículo de ciencias:

Abarca dos categorías, que son las metas y objetivos obligatorios, y los programas y materiales curriculares específicos.

Conocimientos y creencias acerca del entendimiento estudiantil sobre tópicos específicos de ciencias:

Aluden a dos categorías, la primera tiene que ver con los requerimientos que demanda el aprendizaje y con las diferencias existentes entre los alumnos en la forma de aprender. Lógicamente no es concebible enseñar los contenidos sin tener en cuenta la edad a la que van dirigidos, dado que, aunque se encuentran algunos aspectos que podemos llegar a generalizar, hay muchos otros de orden personal.

Como segunda categoría a tenerse en cuenta aparecen las dificultades que los alumnos pueden tener para aprender; aquí se hace un especial llamado a tener muy presentes esas ideas alternativas que pueden llegar a estar altamente arraigadas, dado que tienen un grado de coherencia y funcionalidad con lo que les rodea, proporcionándoles en muchos casos la resolución de problemas cotidianos (Rodrigo, 1997; García, 1998).

Conocimientos y creencias acerca de la evaluación en ciencias:

Este es entonces el componente que estos autores adicionan al CDC, donde el profesor debe tener en cuenta para evaluar varias dimensiones, actitudinales, procedimentales y conceptuales. De la misma manera se debe conocer sobre los métodos de evaluación que incumben instrumentos y procesos, donde para estos autores la comprensión conceptual puede ser evaluada a través de instrumentos escritos y la comprensión científica mediante prácticas de laboratorio. Al respecto se tiene que el conocimiento de los métodos de evaluación puede ser cambiante a medida que evolucionen los métodos de evaluación.

Conocimientos y creencias acerca de las estrategias instruccionales para la enseñanza de las ciencias:

Es quizás el componente del CDC que está en relación más estrecha con las orientaciones de la enseñanza de la Ciencia, componente al que se alude en párrafos anteriores. Se observa cómo han surgido muchas orientaciones y que en su mayoría éstas presentan una serie de fases e instructivos, como por ejemplo la exploración, introducción, estructuración y aplicación de conceptos. Dicha relación podemos verla reflejada, por ejemplo, cuando hablamos del modelo de la enseñanza y aprendizaje por descubrimiento, que puede contener

actividades desde lo práctico, como lo serían los laboratorios, es decir, que estas estrategias instruccionales van de la mano con el modelo de enseñanza que tenga mayor incidencia en un profesor.

Además de los aspectos generales de la enseñanza de las ciencias, es necesario que el profesor conozca aspectos particulares como ejemplos, analogías, ilustraciones, problemas, simulaciones, etc. Esto siempre y cuando no se caiga en la instrumentalización y se pueda ir más allá de aquellos, conociendo su alcance conceptual, abstrayendo hasta qué nivel cada actividad pueda llegar a establecer interrelaciones facilitadoras de la superación de obstáculos (Valbuena, 2007).

Destacamos entonces que esta investigación se identifica fuertemente con la propuesta que presenta Magnusson et al. (1999), pero de igual manera toma posición frente a los componentes del CDC cuando para estos autores interesan las creencias; por el contrario, para nosotros, aunque hagamos uso de sus cinco componentes, interesan las concepciones. Esto desde el fondo que implica su significado ya que Moreno y Azcárate (2003) definen las concepciones como:

“organizadores implícitos de los conceptos, de naturaleza esencialmente cognitiva y que incluyen creencias, significados, conceptos, proposiciones, reglas, imágenes mentales, preferencias, etc. que influyen en lo que se percibe y en los procesos de razonamiento que se realizan” (p.267).

Evidentemente, se identifica que el término “concepciones” presenta una mayor organización del contenido del pensamiento. Por tanto, para efectos del presente estudio se utiliza el constructo “concepciones” de ahora en adelante.

Dando continuidad a la perspectiva presentada por Magnusson et al. (1999), en la que conciben el CDC como un acto intencional donde los profesores deciden reconstruir su comprensión para adaptarse a una situación, por tanto, se puede entender que la base para la enseñanza del profesor alcance reflejar una selección de dominios.

En coherencia con lo indicado, el tercer aporte de estos autores a la propuesta que planteó Grossman (1990) se relaciona con el cambio de etiqueta de *Concepciones hacia la enseñanza de las ciencias* por las llamadas *Orientaciones hacia la enseñanza de las ciencias* (Melo, 2015). Cabe señalar que se sigue viendo que guardan la misma relación jerárquica, indicándose así que son directamente influyentes en cada uno de los otros dominios y éstos a su vez en las orientaciones de la enseñanza. Las diferentes flechas que maneja la

estructura (ver Figura II.10) muestran, por ejemplo, que no influye directamente el conocimiento del currículo sobre las estrategias utilizadas, algo con lo que no concordamos, ya que para nosotros, por ejemplo, el no tener conocimiento sobre la evaluación de la enseñanza, como sería en el caso de diferenciar entre evaluar procedimientos, evaluar actitudes y evaluar conceptos, implica que sea factible que se caiga en el diseño de un instrumento o actividad que no permita la manifestación explícita o implícita de las dimensiones anteriormente mencionadas.

El constructo del CDC ayuda al investigador a comprender la enseñanza, fundamentado desde dos niveles, uno conceptual y otro práctico:

Conceptual: se presenta como el conocimiento que resulta de una transformación de otros dominios, que es más que la suma de sus partes y porque este conocimiento se construye a través de procesos de reflexión sobre la materia específica.

Práctico: se presenta como un potencial para definir dimensiones de experiencias en la enseñanza de las ciencias que pueden orientar el diseño de la formación y el enfoque del profesorado.

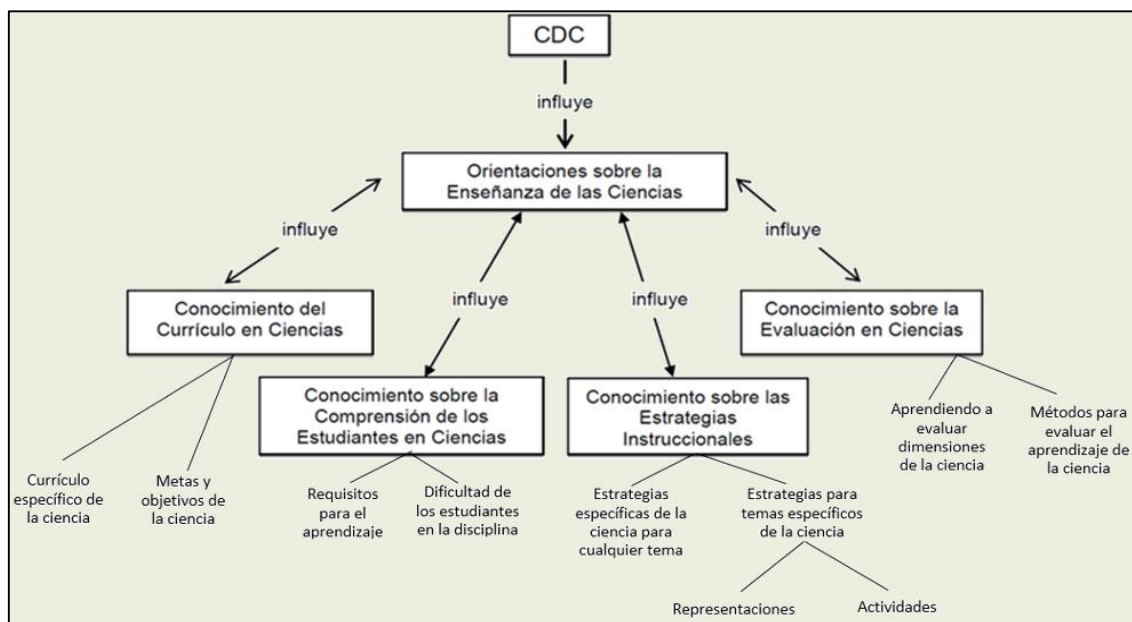


Figura II.10. Componentes del CDC según Magnusson et al. (1999, p.99).
Traducción propia

Park y Oliver (2008)

Estos autores promueven el lema de que el profesorado debe comprender y representar mediante la reflexión, entendiendo el CDC como:

“la comprensión que expresan los profesores y las acciones que promulgan de cómo ayudar a un grupo de estudiantes a entender un contenido específico de una materia, usando múltiples estrategias instruccionales, representaciones y evaluaciones mientras trabajan dentro de un contexto, una cultura, dentro de un medio de aprendizaje” (Park y Oliver, 2008, p. 264).

Dentro de su propuesta sobre el CDC siguen manteniéndose los cinco componentes que vienen desde el trabajo de Magnusson et al. (1999), aunque han realizado algunas adaptaciones como el hecho de colocar las creencias por fuera de los componentes y solo adjudicárselas a las orientaciones sobre la enseñanza de las ciencias. Del mismo modo, en cuanto a la jerarquía de las componentes, para Park y Oliver (op.cit.) todas entran a ocupar un mismo lugar y presentan interrelaciones diferentes que en el modelo de Magnusson et al. (op.cit.). Por ejemplo, el conocimiento de la evaluación contiene el conocimiento de las estrategias instruccionales en ciencias y la pertinencia del qué evaluar, algo que compartimos con estos autores y que se explicó del mismo modo en párrafos anteriores. Sin embargo, en el modelo aún no se evidencia la relación que puede haber entre todos los componentes ya que en la Figura II.11 podemos observar, cómo, por ejemplo, el conocimiento del currículo no se conecta directamente con el conocimiento de la evaluación, que por lo contrario sí está claro en el modelo que nosotros proponemos adoptado de Magnusson et al. (op.cit.) y adaptado a esta investigación.

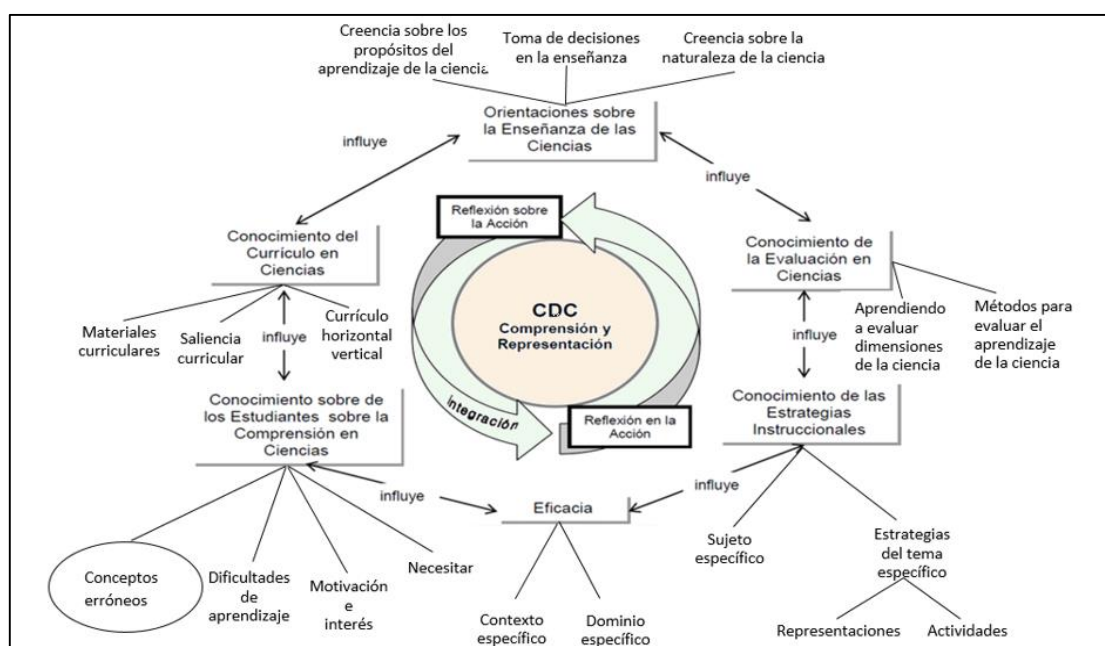


Figura II.11. Componentes del CDC: el modelo hexagonal según Park y Oliver (2008, p.279)

Continuando con los aportes que realizan estos autores, se tiene la sexta componente que adicionan y denominan Eficacia, entendiéndose ésta como las creencias, actitudes y emociones sobre la habilidad de representar métodos efectivos de enseñanza para metas específicas de enseñanza, y en particular para situaciones/actividades de clase (Park y Oliver, 2008), que en otras palabras se puede entender como la enseñanza efectiva.

Esta última se puede entender como el proceso del comportamiento que los docentes obtienen a través de objetivos pedagógicos por destrezas, que permite el progreso académico de los estudiantes mediante la aplicación del conocimiento al contexto, cobrando sentido los intereses particulares y generales de los estudiantes. Esto muestra claramente que el estado emocional de aquellos está empezando a tomar fuerza, dentro de los diferentes aportes que se han realizado sobre el CDC. Todo lo anterior se puede representar en la Figura II.12. De igual forma aun estos autores ponen en duda que la Eficacia sea esa sexta componente, pues al parecer esa esfera estaría permeada por todas las demás componentes.

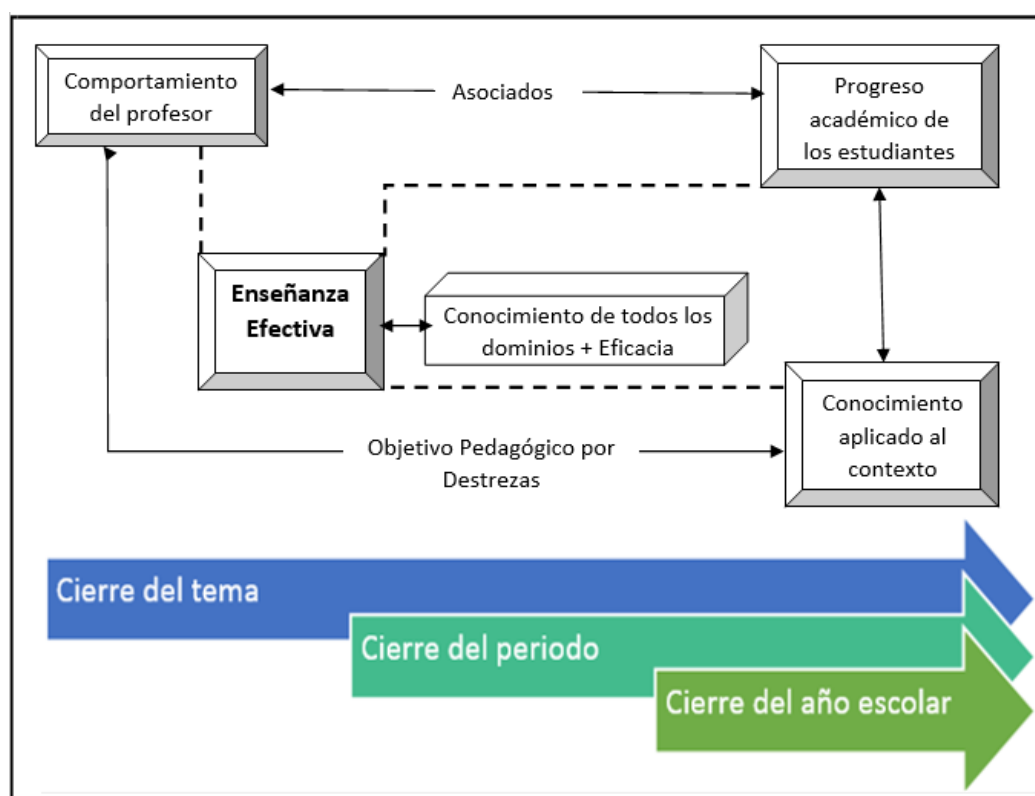


Figura II.12. Proceso del CDC centrado en la eficacia

Cabe señalar que la estructura hexagonal de Park y Oliver deja claro que el desarrollo del CDC puede facilitarse desde cualquiera de los seis frentes que se observan, esto es, el desarrollo de una componente puede estimular simultáneamente el desarrollo de las otras y mejorar el CDC en general.

Gess Newsome (2015)

Los resultados de varias investigaciones arrojaron las diferentes críticas respecto a lo que se está entendiendo por CDC, caso particular que conduce a la cumbre del CDC, donde el objetivo fue identificar entre expertos esas concepciones sobre CDC que compiten en víspera de guiar la investigación futura. Después de abarcar los distintos modelos surge en particular un modelo (ver figura II.13) que ha sido refinado por este autor, denominado “Conocimiento y habilidad profesional del profesor”, donde se destaca primordialmente por 4 aspectos: 1) el contenido de la enseñanza procede a nivel temático; 2) relaciona la temática,

con lo pedagógico y con el contexto; 3) tiene en cuenta el componente afectivo y 4) es reconocido como conocimiento público.

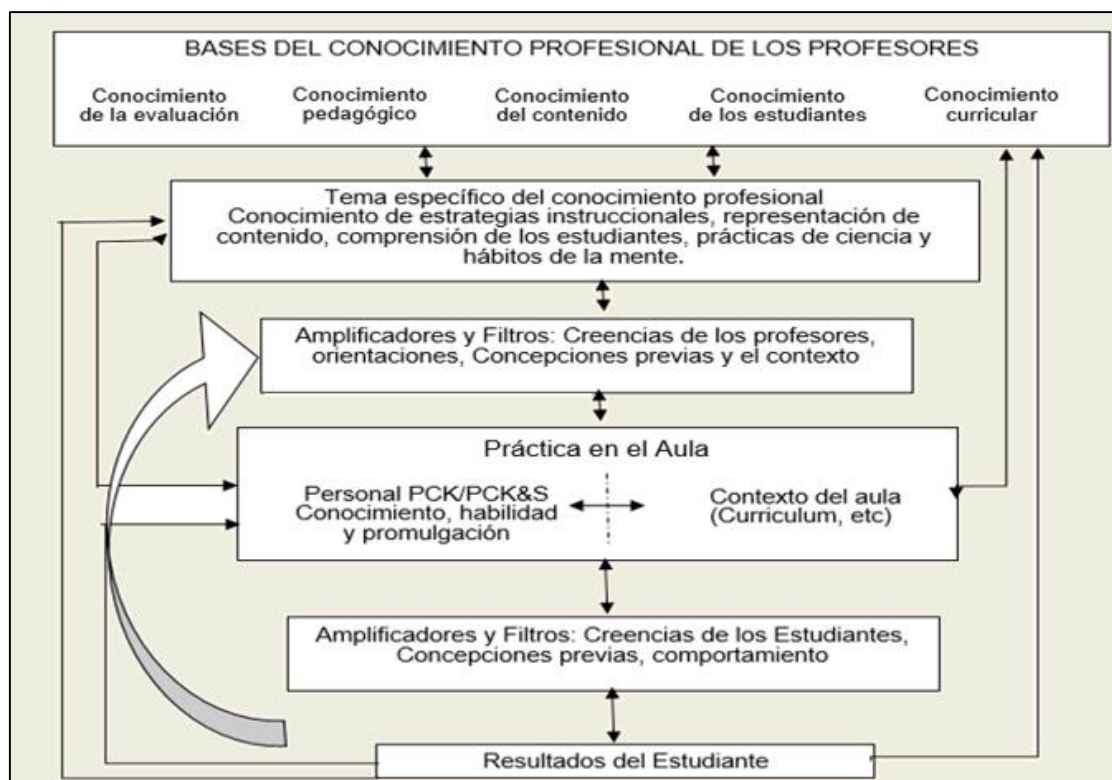


Figura II.13. Modelo del conocimiento y habilidad profesional de los profesores que incluye el CDC según Gess-Newsome (2015, p. 31). Traducción propia.

Así mismo, en la cumbre del CDC se llegó al consenso de que el CDC personal es considerado como el conocimiento del razonamiento intrínseco y la planificación para un tema en particular que mejore los resultados de los estudiantes (Reflexión sobre la acción). Mientras que el conocimiento y habilidad profesional personal es el acto de enseñar un tema específico para mejorar los resultados de los estudiantes (Reflejo en la acción). En otras palabras, el CDC es la reflexión que se hace de la práctica educativa que se ha vivenciado en el aula, y el Conocimiento y habilidad profesional personal, es el reflejo de los distintos conocimientos a través de una destreza para enseñarlos en el aula de clase. En este modelo se tienen en cuenta los amplificadores y filtros (concepciones, comportamiento y contexto) que están presentes tanto en los profesores como en los estudiantes, influyendo en cierto modo en la práctica del aula y en los resultados de los estudiantes.

Basándonos en lo indicado, se logra afirmar que el conglomerado conceptual del CDC aún no presenta consensos específicos a pesar de que en la literatura haya sido bastante debatido este concepto, al igual que su relación con otros ámbitos del conocimiento del profesor, es decir, que algunos autores lo describen desde su perspectiva, mientras que otros proponen dispositivos o herramientas para poder detectar dicho CDC en los maestros. En todo caso, lo que sí se ha dado como acuerdo general es que el desarrollo del CDC está ligado específicamente a la práctica docente y a la reflexión sobre ésta (Nilsson, 2008).

Del mismo modo, se observa cómo en unas u otras palabras todos los autores mencionan unos componentes mínimos que se deben tener presentes a la hora de identificar y desarrollar el CDC, pero esto a la vez no es tan sencillo como pareciera, ya que Acevedo (2009a) comparte que el CDC de un docente está basado en un grupo de conocimientos implícitos que hay que convertirlos en explícitos, por lo que pueden haber varios obstáculos para llegar a identificar y desarrollar el CDC en un profesor, teniéndose presente además que este conocimiento didáctico del contenido es dinámico y no estático, e incluso que para poder articular dicho CDC de un docente objeto de estudio se requiere un periodo extenso (Nilsson, 2008).

El CDC de un docente obliga indirectamente a que exista un currículo de tipo personalizado, lo cual haría al maestro entrar en controversia con el libro de texto que en muchas ocasiones es empleado en los institutos como guía para la clase, ya que el verdadero docente se sumergiría de manera que hallaría inconsistencias en dicha herramienta pedagógica.

En este orden de ideas, un docente que posea un CDC productivo tiene un potencial especial y eficaz, para poder adaptar el conocimiento científico en muchísimas representaciones del conocimiento escolar (Bolívar, 1993); sin embargo, hay que tener presente que identificar esto en un docente no es tan simple como pareciera, realmente es un proceso bastante complejo ya que el CDC no se basa simplemente en la impartición de una determinada lección.

Si se pretende determinar el CDC de un maestro debe hacerse en un tiempo moderado puesto que el observar tan solo una o dos clases no aportaría el suficiente acumulado de representaciones que tendría para poder identificar y analizar su CDC, por ello lo más pertinente es permanecer en contacto continuo durante todo el trabajo de una unidad temática (Baxter y Lederman, 1999).

Aún existen pocos trabajos realmente confiables que faciliten poder identificar las diversas variables que sean instauradoras de una formación docente

realmente adecuada, es por esto que cuando se habla de CDC tendemos a relacionar o asociar aspectos involucrados en aquel con episodios que los maestros vivieron durante su formación; pero de igual forma esto no debería ser generalizado ya que algunos pueden no haber contado con una buena formación durante su carrera, pero en su ejercicio profesional se han topado con otras variables que encausan a mejorar sus métodos y representaciones de enseñanza. Es decir, que el CDC va más allá de una preparación profesional en el área o de sus propios conocimientos didácticos y pedagógicos que adquirió en la universidad (Talanquer, 2004), es considerado por consensos entre expertos y afinado por Gess-Newsome (2015) como un conocimiento de habilidad o destreza profesional de los profesores sobre una temática específica.

Se toma en consideración recordar que para nuestra investigación en párrafos anteriores mencionamos que adoptamos y adaptamos la propuesta de Magnusson et al. (1999), dado que sus componentes han recibido el apoyo más fuerte dentro del gremio de los investigadores (Garritz, et al., 2015), además porque fue la primera en proponer las concepciones en antesala a todos los conocimientos, tomando jerárquicamente las orientaciones de la enseñanza de las ciencias en primera posición. Así mismo, se tienen en cuenta algunos aspectos del modelo propuesto por Gess-Newsome (2015) que ha sido consensuado en la cumbre por expertos en el tema, específicamente es adaptable porque nuestro estudio trabaja la evolución de los resultados de los estudiantes, teniéndose en cuenta que los amplificadores y filtros (concepciones previas para nuestro caso) juegan un papel importante en dichos resultados.

Del mismo modo opera para el caso de la profesora, los amplificadores y filtros se ven reflejados en la práctica educativa, que para nuestro caso serían las concepciones de la docente sobre las estrategias instruccionales que están ligadas a su vez a la orientación o enfoque de enseñanza con el que fue formada.

De igual manera, es necesario dar a conocer, como se mencionaba en párrafos anteriores, que las relaciones entre los componentes del CDC que presenta Magnusson et al. (1999) no se interconectan dinámicamente, es decir, que solo están entrelazadas directamente con la componente primordial “orientaciones sobre la enseñanza de las ciencias”, mientras que para nosotros todas las componentes deben interconectarse ya que de una o de otra forma se relacionan y pueden fortalecerse o debilitarse recíprocamente.

Otro aspecto por el que se ha optado continuar con la línea central del CDC propuesto por los anteriores autores es porque existe una cantidad considerable

de estudios sobre ideas alternativas de los estudiantes sobre conceptos específicos, sin embargo estos autores llaman la atención cuando dicen que no es necesario considerar las ideas de los alumnos en determinado tema, porque además resulta prioritario ahondar su relación con las dificultades del aprendizaje y proponer alternativas para la superación de las mismas (Valbuena, 2007). Aspecto que atañe directamente a esta investigación, dado que no solo se trata de identificar esas concepciones del ecosistema en los estudiantes, sino que a su vez se observan las concepciones de la profesora sobre estrategias de enseñanza, como lo son por ejemplo, las imágenes, teniendo presente que estas concepciones repercuten en el uso que ella les dé y este a su vez podría ser uno de los factores concernientes a las dificultades que atañan a la enseñanza y el aprendizaje de los ecosistemas.

La posición que estamos planteando la representamos en la Figura II.17, donde también dejamos ver pinceladas de Park y Oliver (2008) (Reflexión en la acción- Reflexión sobre la acción) desde el punto de vista que concordamos en la relevancia de tener dichos aspectos en cuenta a la hora de desarrollar el CDC de un profesor y no porque el estudio haya utilizado este proceso de la Reflexión en la acción.

Esta representación del CDC que estamos presentando contempla la componente que vienen trabajando Mellado et al. (2009) sobre la Afectividad-Emociones recientemente estatificado, este es relevante para nuestro estudio al abordarse las imágenes de los libros de texto y explorar hasta qué punto estas pueden ser motivadoras para el aprendizaje de los ecosistemas. Como señala Bisquerra (2000), las emociones son reacciones a la información recibida de nuestro entorno, cuya intensidad depende de las evaluaciones subjetivas que realizamos y en las que tienen gran influencia los conocimientos previos.

En este sentido, esta investigación pone de manifiesto que por la complejidad del CDC y por las limitaciones del tiempo, es de nuestro interés ahondar en la profesora específicamente uno de sus componentes, “conocimiento y concepciones instruccionales sobre enseñanza de las ciencias”, ya que es el componente que según Valbuena (2007) está en relación más estrecha con las orientaciones para la enseñanza de las ciencias; componente primordial según la jerarquía propuesta por Magnusson et al. (1999) y porque direccionamos un interés particular en las imágenes de los libros de texto, instrumento que se emplea como estrategia instruccional de manera continua en las aulas de clase.

En la Figura II.14 se observa el diseño del CDC que hemos construido según la posición que se ha presentado en párrafos precedentes, destacando en color rojo el componente que nos ocupa en este trabajo.

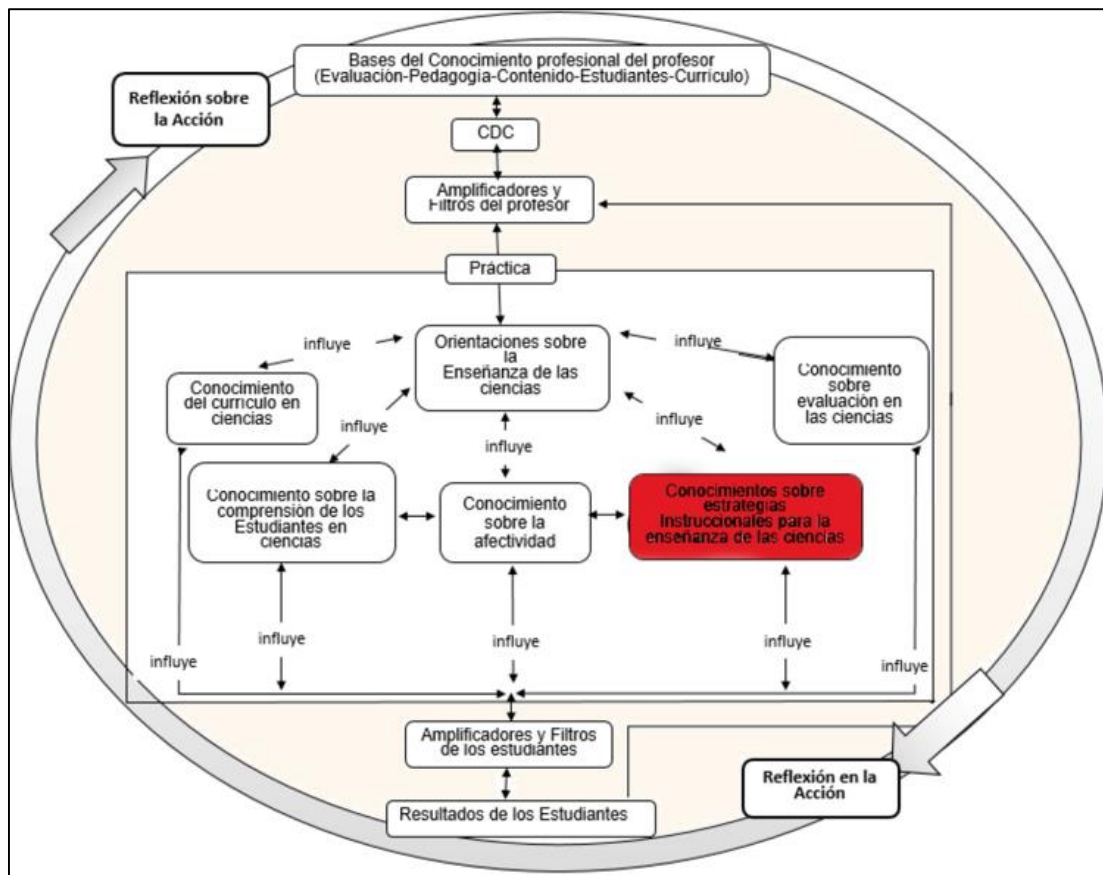


Figura II.14. Estructura del CDC (Fuente: adaptado de Magnusson et al., 1999; Park y Oliver, 2008 y Gess Newsome, 2015)

A gran escala, en esta última década se ha visto incrementada la tendencia a indagar sobre aspectos referentes al CDC (Garritz et al., 2015); sin embargo, es necesario ampliar aún más el CDC en temáticas desde la biología (Abell, 2007; Magnusson et al., 1999), lo que favorece pretender investigar en alguno de los componentes que abarca el CDC y en un tema que le concierne a la biología. Por tanto, en el siguiente apartado se espera esbozar el CDC-Ec.

II.2.1. Conocimiento Didáctico del Contenido sobre Ecosistema (CDC-Ec)

Los docentes tienen un gran desafío para pretender hacer de la enseñanza de las ciencias algo realmente efectivo, que abarque un cuestionamiento resumido en ¿Qué? ¿Cómo? ¿Para qué? y ¿Para quién? enseñar ciencias y en particular los ecosistemas, requiere un desarrollo del CDC de los ecosistemas, con dominios del conocimiento de la biología, característico por presentar una estructura sustantiva y una estructura sintáctica (Grossman, 1990). La relación de la estructura sintáctica de la biología con el CDC favorece la identificación de los conceptos estructurantes que sean pertinentes para la enseñanza, teniendo siempre presente una perspectiva sistémica y permitiéndose entonces la construcción del conocimiento escolar en orden a su complejidad como lo plantea García (1994) a través de la siguiente Figura II.15:

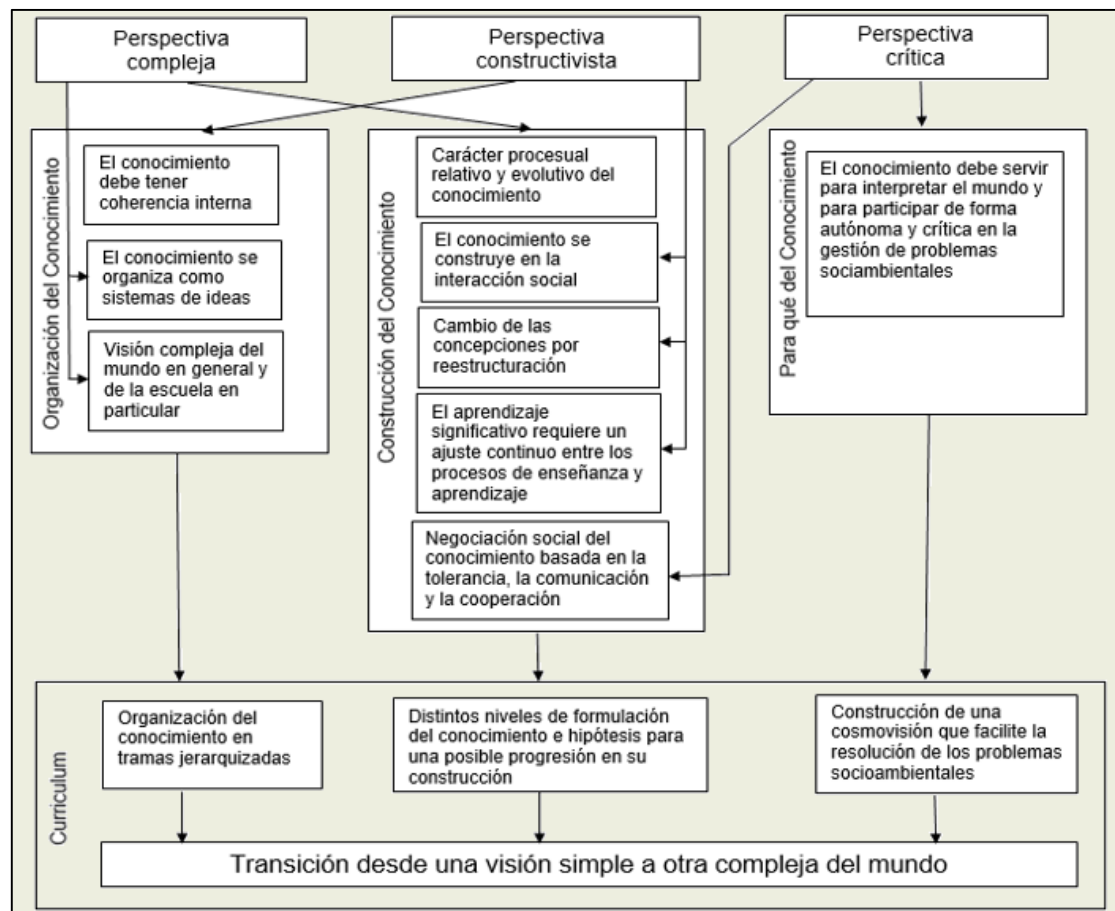


Figura II.15. Caracterización del conocimiento escolar según García (1994, p.66).

Lo interesante de plantear esta caracterización es que permite que el docente diseñe el currículo escolar a manera de hipótesis de progresión, obviando los diseños únicos que solo transmiten verdades absolutas y perspectivas rígidas y algorítmicas de la ciencia.

En este sentido, según Valbuena (2007) hay que tener presente que son varios los aspectos claves en el momento de realizar una hipótesis de progresión (p.168):

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

- *El conocimiento científico.*

- *El conocimiento metadisciplinar.*

Estos aspectos clave deben conducir al acercamiento del conocimiento científico partiendo de los saberes cotidianos, es por esto que se crean niveles con baja, media y alta complejidad; es decir, que sea evidente la diferencia entre la organización de conceptos dentro de cada uno de los niveles.

En este orden de ideas y según los propósitos de este estudio, es el momento de caracterizar el CDC-Ec, entendido como un sistema integrado en el que intervienen diferentes saberes (Orientaciones de la enseñanza de las ciencias, Currículo, Comprensión de los estudiantes, Afectividad, Estrategias instruccionales y la Evaluación) para realizar una transformación del contenido específico, que en este caso es "ecosistema", en contenido escolar y de esta manera lograr una buena comprensión por parte de los estudiantes, siempre que el docente actúe mediando las bases del conocimiento profesional. Cabe señalar que todas las componentes que constituyen el CDC-Ec tienen en cuenta unos amplificadores y filtros que son conocidos especialmente, como las concepciones, ya que estas vienen de experiencias pasadas y están fuertemente arraigadas debido a su flexibilidad, coherencia y funcionalidad con explicaciones de fenómenos físicos desde contextos cotidianos (Pozo y Rodrigo, 2001).

También es importante resaltar que el CDC-Ec se desarrolla a través de la experiencia, teniendo siempre en cuenta la reflexión en la práctica y la reflexión sobre la práctica. A continuación, en la Figura II.16 se puede detallar el CDC-Ec anteriormente descrito, destacándose en color azul los componentes que se configuran. Para ello se partió de las estrategias instruccionales del docente halladas en este estudio y de la literatura consultada. Al respecto, es pertinente esclarecer que al realizarse la configuración del CDC-Ec no se caracteriza el CDC-Ec de la profesora objeto de esta investigación, ya que este no es nuestro objetivo, debido al corto tiempo para alcanzar reflexiones sobre el CDC.

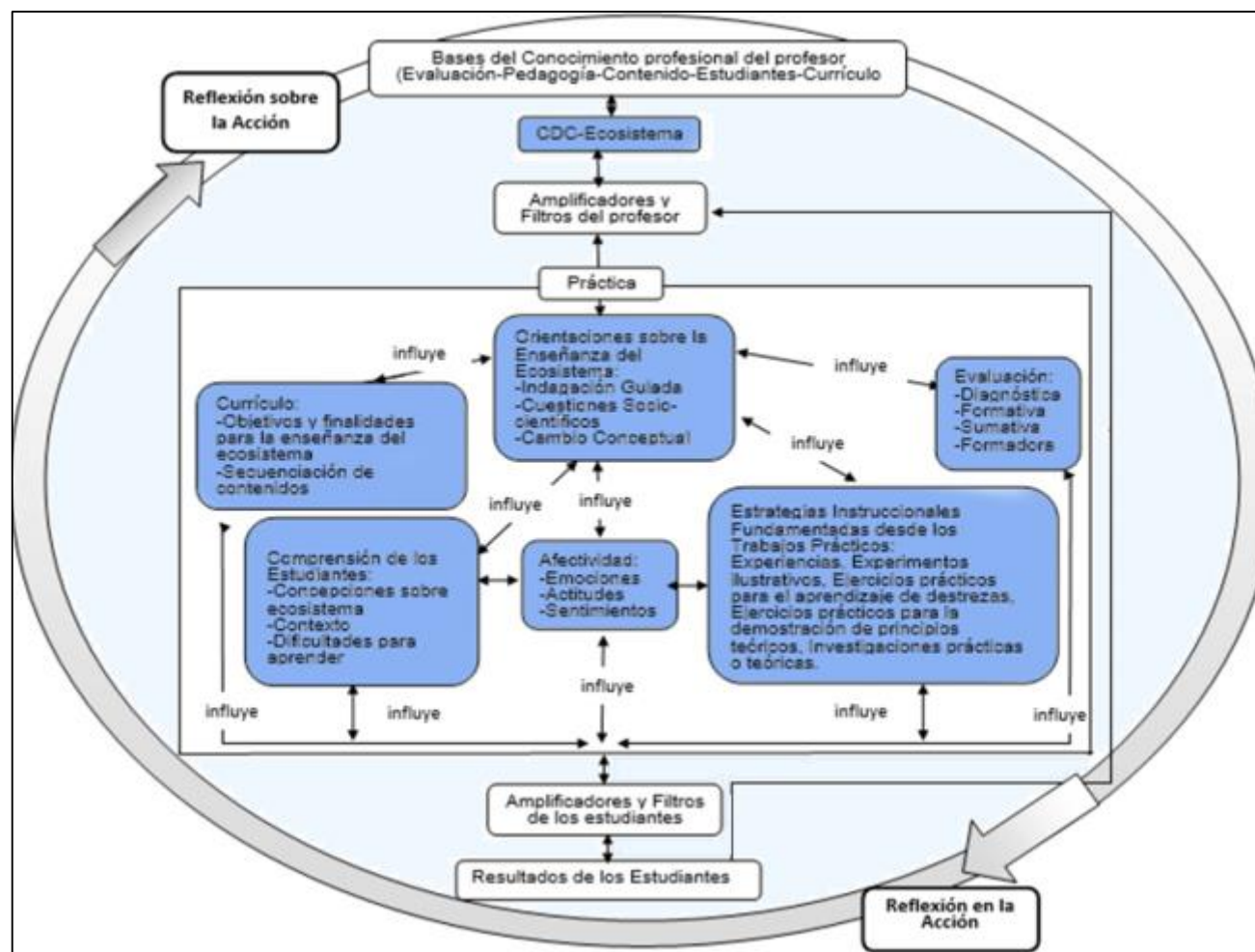


Figura II.16. Conocimiento didáctico del contenido de ecosistema.

II.2.1.1. Componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido de Ecosistema

El CDC se caracteriza por estar constituido por varios componentes, es por esto que de igual manera proponemos que el CDC-Ec se constituya a partir de los componentes orientados desde la perspectiva adaptada de Magnusson et al. (1999) bajo el enfoque didáctico que suponemos conveniente según los referentes teóricos presentes en esta investigación.

En este apartado se hace manifiesto los siguientes componentes para el CDC-Ec:

- ✓ Conocimiento y concepciones sobre orientaciones hacia la enseñanza del ecosistema.
- ✓ Conocimiento y concepciones sobre el currículo para la enseñanza de ecosistema.
- ✓ Conocimiento y concepciones sobre la comprensión de los estudiantes.
- ✓ Conocimiento y concepciones sobre el dominio afectivo para enseñar ecosistema.
- ✓ Conocimiento y concepciones sobre las estrategias instruccionales para enseñar ecosistema.
- ✓ Conocimiento y concepciones sobre la evaluación para el aprendizaje del ecosistema.

Conocimiento y concepciones sobre orientaciones hacia la enseñanza del ecosistema:

Como hemos visto en apartados anteriores y según los planteamientos de Magnusson et al. (1999), son varios las orientaciones o modelos que se tienen sobre la enseñanza; sin embargo para nosotros en esta investigación proponemos la enseñanza de los ecosistemas a través de la indagación, asuntos sociocientíficos y cambio conceptual, pretendiendo aprovechar coherentemente las ventajas de cada uno de estos enfoques dado que en conjunto permiten abarcar temáticas actuales abiertas al debate entre los estudiantes,

caracterizándose por la perspectiva que manejan entre ciencia-tecnología y sociedad y, a su vez, por dinamizar experiencias cotidianas desencadenantes de preguntas problematizadoras que lleven al estudiante a la necesidad de continuar con la indagación y construcción del saber específico.

Para ello, pretendemos aclarar la manera como se entrelazan los tres enfoques mencionados en el anterior párrafo. Nos apoyamos en Caamaño (2012) al precisar que la indagación guiada es un modelo que persigue, mediante un proceso hipotético-deductivo, la construcción del conocimiento conceptual escolar, usando la experimentación como contraste de la hipótesis y a su vez como forma de crear conflictos conceptuales con las ideas alternativas que traen los estudiantes. Sin embargo hay que tener un especial cuidado pues se puede caer en la mera adquisición de conceptos, dado que los aspectos aplicados y sociales de la ciencia que contiene el concepto de ecosistema suelen abordarse principalmente en la fase de aplicación de conceptos, es por esto que se reitera la importancia de abordar situaciones-problema reales y contextualizadas que puedan ser de interés para los estudiantes, de manera que la discusión y el debate sean protagonistas en todo el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Destacamos que autores como Henao y Stipchich (2008) y Jiménez Aleixandre (2010) apoyan la inserción de debates en las clases de ciencias, dado que estos facilitan el mejoramiento del pensamiento cognitivo brindando así una mayor comprensión conceptual.

En esta línea se encuentra que los aportes más destacables de incorporar cuestiones sociocientíficas en la enseñanza pasan por promover la participación ciudadana en la evaluación y control de los desarrollos tecnocientíficos (Zenteno-Mendoza y Garritz, 2010); por tanto, en la enseñanza del ecosistema se debe impulsar el razonamiento crítico entre los estudiantes para valorar limitaciones y beneficios que pueden encontrar en éste, como por ejemplo el caso de la sostenibilidad, que puede presentar controversia y a la vez se puede adaptar a cualquier ecosistema, teniendo siempre presente que sea representativo, familiar y reconocido por los estudiantes.

En concordancia con lo anotado, podemos decir que los asuntos socio científicos y la indagación guiada facilitan que surja una ecología conceptual, según la planteada por Posner, Strike, Hewson, y Gertzog (1982), que se amplía en el siguiente apartado de este capítulo. Ecología que el profesor debe identificar y

conocer para lograr rebatir paulatinamente las concepciones que traen los estudiantes y que haya en ellos un cambio conceptual que permita entender al ecosistema, no como la suma de elementos sino como la relación de los mismos.

Conocimiento y concepciones sobre el currículo para la enseñanza de ecosistema:

Este componente contiene a su vez dos tópicos, los objetivos y finalidades para la enseñanza del ecosistema y una posible secuencia de los contenidos que consideramos pertinente para la enseñanza del mismo en la educación secundaria.

Objetivos y finalidades para la enseñanza del ecosistema: en el segundo curso de la ESO estos tendrán como finalidad el desarrollo de las siguientes capacidades según lo que se estipula en el Ministerio de Educación y Ciencia (2007a), adaptado al concepto específico que es de nuestro interés, el ecosistema, y con relación a los contenidos mínimos establecidos por el Ministerio de Educación y Ciencia (op.cit., p. 693) para el mismo concepto ya mencionado. Por tanto, tenemos:

- ✓ Conocer y valorar las interacciones entre lo biótico y lo abiótico desde el campo de la ciencia y la tecnología con la sociedad y el medio ambiente, con atención particular a los problemas a los que se enfrenta hoy la humanidad y la necesidad de búsqueda y aplicación de soluciones, sujetas al principio de prevención, para avanzar hacia un futuro sostenible y sustentable.
- ✓ Identificar diagramas, esquemas y graficas sobre la organización trófica del ecosistema a través de estudios meta-representacionales abstrayendo información que pueda comunicarse y argumentarse a otros en el ámbito escolar.
- ✓ Reconocer los diferentes componentes de un ecosistema, así como sus aportes al pensamiento humano desde lo largo de la historia, valorando los grandes debates superadores de dogmatismos y las revoluciones que han marcado la evolución cultural de la humanidad
- ✓ Fomentar actitudes críticas fundamentadas en el conocimiento sobre los productores, consumidores y descomponedores, teniéndose en

cuenta que el hombre está en y para el ecosistema, de modo que se analice individual o en grupo cuestiones científicas y tecnológicas que cambien la visión perturbadora del hombre.

- ✓ Obtener información sobre el flujo de energía de un ecosistema utilizando distintas fuentes, incluidas las tecnologías de la información y la comunicación y emplearla valorando y entendiendo que la energía cuando se transfiere o transforma, parte de ella adopta una forma que no puede trasladarse.
- ✓ Aplicar en un ecosistema natural o artificial, la resolución de problemas si se introduce o elimina una especie, mediante estrategias coherentes con los procedimientos de las ciencias, tales como la discusión de los problemas planteados o la formulación de hipótesis entre otras.

Secuenciación de Contenidos: la realización de una coherente y pertinente secuenciación de contenidos para abordar la temática de ecosistemas requiere de un bagaje amplio de conocimientos que faciliten la nivelación conceptual de manera progresiva, por tanto se recomienda llevar dichos conocimientos a través del referente de una hipótesis de progresión que para este caso nos basamos en la diseñada por Valbuena (2007), ya que abarca los contenidos mínimos que deben trabajarse y se compone de una gama de aproximaciones al saber científico.

Esta hipótesis de progresión particularmente consta de tres niveles:

- a) N1. Básico (concepción sumativa de ecosistema).
- b) N2. Intermedio (o de transición: asume la cadena trófica como principio organizador del ecosistema).
- c) N3. Avanzado (o sistémico: red de interacciones, reorganización continua).

Para desarrollar dicha hipótesis de progresión se debe tener en cuenta que el concepto estructurante que nos permite organizar todo el panorama conceptual y constituir jerárquicamente el entramado de contenidos (conceptuales, actitudinales y procedimentales) es el ecosistema, pero que a su vez se deben estudiar las concepciones de los estudiantes y su relación con los aspectos

socioambientales, de manera que se pueda reflejar progresivamente cómo se podrían superar esas visiones sumativas del ecosistema, el énfasis en lo tangible, el orden rígido y estático, la causalidad mecánica, las bifurcaciones y antagonismos. Cabe señalar que esto es viable gracias a los referentes que se establezcan en cada uno de los niveles (Básico-Intermedio-Avanzado).

Hay algo bastante interesante que García (1998) resalta respecto a las concepciones de los estudiantes, que precisamente no todas las que pertenezcan a un nivel inferior o menos evolucionado suponen necesariamente un obstáculo epistemológico para los estudiantes.

Seguidamente se muestra la hipótesis de progresión para la enseñanza del ecosistema en secundaria, construida por Valbuena (2007), donde la progresión establecida se evidencia al realizarse la lectura de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo (ver Tabla II.1).

Tabla II.1. Hipótesis de progresión para la enseñanza del ecosistema en secundaria según Valbuena (2007, p.170)

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

Después de plantear una hipótesis de progresión para llegar al concepto de ecosistema se propone una secuenciación directa de los contenidos que abarca los contenidos mínimos establecidos por la LOE (ver Cuadro II.5), para ello se aclara que de cada pregunta planteada como contenido general pueden surgir sub-preguntas, enfocadas hacia la problemática de cada instituto para que de esta manera se logre contextualizar la indagación guiada.

Descriptores adaptados de García (1999)	Contenidos propuestos por este estudio
<i>Categorización y descripción de elementos y relaciones en el ecosistema.</i> <i>Grado de reconocimiento de la diversidad de elementos y relaciones</i>	¿Que son los microorganismos? ¿Que son los factores bióticos y abióticos? ¿Cómo se relacionan los factores bióticos y abióticos? ¿Para qué se relacionan los factores bióticos y abióticos? ¿Qué relación responsable tiene el hombre frente a los factores bióticos y abióticos? ¿Que son las poblaciones y las especies? ¿En dónde y cómo se producen las relaciones intraespecíficas e interespecíficas? ¿Qué es y cuál es la diferencia entre el Nicho y hábitat?
<i>Organización del ecosistema y grado de complejidad de configuraciones generadas por las relaciones ecológicas.</i> <i>Función de cada elemento en el conjunto.</i>	¿En qué consiste el proceso de fotosíntesis y porque es importante dentro del ecosistema? ¿Qué es la estructura trófica? ¿Cómo funciona la estructura trófica? ¿Qué dificultades se pueden desencadenar en la estructura trófica? ¿Qué papel desempeña el hombre dentro de la cadena alimentaria? ¿Qué función cumplen los productores, consumidores y descomponedores dentro del ecosistema? ¿Qué energía asociamos a los ecosistemas? ¿Cómo se transforma esa energía dentro de un ecosistema?

<i>Estabilidad y cambio en el ecosistema. Procesos de reorganización y regulación, sucesión ecológica</i>	¿Se puede predecir cómo evoluciona un ecosistema? ¿Cuáles son los ecosistemas que conoces? ¿Cuál es el valor ecológico de un ecosistema? ¿Se puede mejorar la producción, el consumo y el ahorro de los recursos naturales? ¿Cómo cambia el ecosistema con el tiempo?

Cuadro II.6. Contenidos recomendados para la enseñanza del ecosistema en segundo curso de la ESO

Guardando relación con los propósitos de esta investigación, recordamos que en el apartado de la enseñanza de los ecosistemas se propone una clasificación de éstos donde el hombre está inmerso en cada una de las clasificaciones, recobrando el valor y el fundamental desempeño que tiene para el funcionamiento de un ecosistema; es por esto que pretendemos destacar este tópico sin demeritar los otros, presentado otra posible clasificación basada en la definición diseñada por Fuentes (2015) que recuperamos para aclarar la panorámica expuesta:

“Un ecosistema es un espacio definido en el que existen comunidades de seres vivos y una serie de componentes físicos y ambientales. Bajo esta definición el ecosistema puede ser tanto un pequeño prado como un enorme bosque. Por lo tanto, para cuantificar la variedad de los ecosistemas existentes es necesaria una escala geográfica o espacial concreta sobre la que establecer la unidad de comparación. Este asunto no es fácil de resolver en todos los casos, lo que ha originado diferentes clasificaciones, basadas en criterios fisonómicos, que destacan el aspecto de la flora y la morfología, o en criterios climáticos, aunque ninguna haya sido aceptada universalmente.” (p.56).

Dicha definición es construida bajo los fundamentos que se tienen de diversidad, desde la perspectiva de la biodiversidad; por tanto, la diversidad de ecosistemas alude a los distintos paisajes, incluyendo el número de especies por área y al mismo tiempo el cambio en la composición de estas a medida que se movilizan dentro de un sistema y entre los límites del mismo (Heywood y Watson, 1995),

es por esto que la definición manifiesta la forma en cómo se ha intentado cuantificar la variedad de ecosistemas posibles.

Por tanto, dentro de la secuenciación de contenidos, según la hipótesis de progresión que cada maestro elabore respecto a los ecosistemas, encontramos fortalezas relevantes por su característica flexible, lo que permite integrar al hombre en el ecosistema.

En este sentido, el hombre a lo largo de su existencia ha interactuado siempre con los recursos naturales, pero a través del tiempo esas interacciones conllevaron los aspectos sociales, económicos, políticos, ambientales y biológicos que favorecieron la consolidación fuerte de un “ecosistema nuevo” en el cual se comenzaron a generar ciertas adaptaciones propias de áreas urbanas. Incluso a los hombres que viven en estas áreas, al desplazarse a zonas rurales, se les hace inconcebible la vida allí y empiezan a presentar adversidades como alergias, estrés y cantidad de patologías que pueden llegar a desarrollarse si el organismo biológico no logra adaptarse. Vemos entonces cómo el hombre contribuye claramente al funcionamiento y modificación de los ecosistemas (Toledo y Barrera-Bassols, 2008).

En este orden de ideas, al que ahora llamamos ecosistema urbano, a su vez está conformado por diversas zonas y especies, donde se amerita realizar una debida clasificación; así autores como Boada y Capdevilla (2000) determinan tres clases de ecosistema urbano: el primero, llamado mundo gris, dado que su principal carácter predominante son las estructuras construidas, como por ejemplo, los edificios entre otras infraestructuras. El segundo, es llamado mundo verde porque, como su nominación indica, conlleva abundancia de espacios que albergan gran cantidad de plantas; sin embargo, no solo esta categoría de ecosistema está conformada por plantas, en otras palabras, se podría decir que aquí se encuentran los espacios con sustrato orgánico. Como tercero y último, dentro de la clasificación que estos autores realizan, está el mundo azul, donde es destacada el agua. Para cada una de estas tres clases establecidas también determinan las diferentes especies que podrían estar allí.

Boada y Capdevilla (2000) categorizan a las especies en *biodiversidad cautiva*, *inducida* y *atraída*; la primera se refiere a las especies que se incorporan en un espacio urbano que simula hábitats pre-urbanos, área donde solemos observar en las ciudades gran potencial de bosques evidenciado la importancia y

beneficios que le brindan al ambiente urbano y convirtiéndose en espacios reguladores, no solo del CO₂ como normalmente se asocia, sino también de albergar especies que posiblemente no resisten otros ambientes o no llegasen a ser lo suficientemente adaptativos, evitándose de algún modo la desaparición de la diversidad de especies. La segunda alude a especies de otros hábitats que derivan de las actividades e instalaciones del hombre, aquí podrían incluirse muchas especies que son parte de estudios (estas no podrían ser ingresadas a un ecosistema diferente porque han sido de cierta forma manejadas y podrían fracasar fácilmente en su “ambiente nativo”). Como su nombre indica, inducen a cometer acciones con ellas para la obtención de datos que faciliten el progreso de ambas especies, del hombre como directo implicado y de la especie como objeto de estudio. La tercera, es la llamada *Atraída*, dado que aprovechan de manera comensal los productos y desechos provenientes de las actividades directamente relacionadas con el hombre; dentro de esta categoría encontramos especies que generan dos tipos de emociones, las de felicidad y las de terror o susto, dado que están los animales domésticos quienes por razones selectivas son albergados en el ecosistema urbano con gran aprecio, pero también encontramos a organismos sinantrópicos que están inmersos en nuestros hábitat sin llegar a ser invitados y que pueden producir efectos negativos sobre nuestra salud, aquí tenemos a las ratas, zancudos, cucarachas, arañas etc.

Para cerrar, especificamos que esta propuesta constituye un acercamiento que puede mejorar la clasificación de los ecosistemas y además su abordaje es altamente significativo dentro de la configuración del CDC-Ec del profesor, ya que se agrietan paradigmas que puedan quizás permitir una evolución en la enseñanza del mismo.

a) Conocimiento y concepciones sobre la comprensión de los estudiantes:

Este componente está constituido por varios tópicos, que son: las concepciones de los estudiantes, el contexto y las dificultades en la enseñanza y el aprendizaje del ecosistema.

Las concepciones de los estudiantes sobre ecosistema. Es relevante que el docente entienda e identifique las concepciones que traen sus estudiantes, esto le permitirá entender los avances y retrocesos que se puedan evidenciar en sus

clases y así saber qué estrategias implementar de modo que se superen dichas concepciones.

Para esto es importante recordar que las concepciones son ideas espontáneas que se construyen a raíz de experiencias personales y que en palabras de Giordan (1996, p.10) *“son una especie de filtro conceptual que permite a los alumnos entender, de alguna manera, el mundo que los rodea”*. Éstas están fuertemente arraigadas porque resultan ser coherentes y funcionales para los estudiantes, ya que hay predicciones que formulan y pueden ser correctas, es decir, hay posibilidad de que los estudiantes contesten bien unas preguntas basados en razonamientos impropios (Campanario y Otero, 2000b).

Luego de conocer parcialmente sobre el porqué los estudiantes puedan dar origen a preguntas que a veces los profesores suelen etiquetar como “absurdas”, es importante que se conozcan algunas de las concepciones que suelen predominar en los estudiantes sobre el concepto de ecosistema.

Según García (1999) hay tres aspectos fundamentales que engloban las concepciones de los estudiantes sobre el ecosistema:

- ✓ El concepto de ecosistema desde la perspectiva lineal donde no se perciben las múltiples interacciones que se pueden hallar en un ecosistema.

En esta perspectiva encontramos que en investigaciones como las de Rincón (2011) se destaca cómo la mayoría de estudiantes suelen focalizar su interés en las relaciones de alimentación y unas pocas con el hábitat; en las de alimentación hacen un especial énfasis en la relación depredador- presa, al igual que anteponen una relación antagonista a una de cooperación, y generalmente se omiten interacciones entre los componentes bióticos y abióticos.

Del mismo modo, dentro de este enfoque lineal se precisa que la mayoría de los estudiantes no perciben el ecosistema como un sistema (pensamiento sistémico), llevando a representar dicha percepción a través de cadenas tróficas y obviando la interpretación de redes alimentarias (Gil y Martínez, 1992 y Rincón, 2011).

- ✓ El concepto de ecosistema desde la perspectiva Teleológica y Antropocéntrica, donde el fin justifica la estructura o el proceso que conlleva

a ese fin; un ejemplo que se puede observar con frecuencia es pensar que las rosas presentan espinas para defenderse.

✓ El concepto de ecosistema desde la perspectiva mítica, donde el mundo suele comportarse en un orden absoluto, estático y predeterminado, creyéndose fuertemente en la existencia de fuerzas superiores y en la armonía natural. Aquí es cuando se suele pensar que los recursos naturales son eternos. Encontramos ejemplos como en los hallazgos de Ibarra y Gil (2005) cuando los estudiantes aseveran que un ecosistema está en equilibrio cuando ninguna especie sobra o falta y donde la comida nunca está ausente. Es claro que se conciben los alimentos como recursos naturales perennes.

Para Del Carmen (2010) hay otros tres aspectos fundamentales que engloban las concepciones de los estudiantes sobre el ecosistema:

✓ El concepto de ecosistema desde la perspectiva empírica, donde se concibe que se aprende observando las interacciones, obviando aspectos que requieren de un alto nivel de análisis. Esta perspectiva guarda la misma relación con la perspectiva lineal que plantea García (1999).

✓ El concepto de ecosistema desde una perspectiva macroscópica y microscópica, donde se dificulta realizar delimitación de un ecosistema, incluso el concepto de frontera trae consigo confusiones ya que en este límite se pueden presentar un número considerable de interacciones entre unos ecosistemas y otros.

✓ El concepto de ecosistema desde una perspectiva sincrónica y diacrónica. Se llega en muchos casos a visualizar una sucesión en los ecosistemas y por esto se hace necesario presentar y coordinar experiencias que representen enfoques tanto de tipo sincrónico, que permitan estudiar las características de un ecosistema en un momento determinado. Asimismo, es necesario adoptar enfoques diacrónicos que faciliten la interpretación de que cualquier ecosistema está en continuo cambio, dando lugar a esas sucesiones específicas que permiten percibir cómo el cambio de ciertas características abióticas se relaciona fuertemente con los cambios en lo biótico.

Siguiendo la línea, en investigaciones como las de Ibarra y Gil (2005) se encontró que con frecuencia los estudiantes equiparaban las relaciones ecológicas con las humanas y las secuencias de cambio sucesionales con el desarrollo humano.

En relación a esto Valbuena (2007) precisa que los estudiantes no asimilan que un mismo hecho que está sucediendo en el ecosistema simultáneamente pueda tener participaciones diversas en diferentes niveles de organización con los que pueda presentar alguna afinidad, es decir, que una acción al mismo tiempo puede resultar alterable o equilibrante.

Cabe señalar que estudios como los de Rodríguez y Ruíz (2000) y Rincón (2011) hallaron que estas concepciones inducen a la insuficiencia del conocimiento científico en cuanto a la heterogeneidad espacial y de organismos, así como al manejo de escalas espacio-temporales, abarcando solo razonamientos locales.

El contexto: Es otro de los tópicos que incumbe al componente del conocimiento y concepciones sobre la comprensión de los estudiantes. Dentro del contexto es necesario considerar cuatro aspectos: los intereses socio-ambientales, la familia, la escuela y el aula de clase. Los intereses socio-ambientales representan las aficiones particulares que pueda tener un estudiante, que llegando a descubrir cuál pueda ser la que despierte una emoción entusiasta y placentera, permitiría al docente idear estrategias que ayuden al estudiante a mostrar las habilidades que puedan tener sobre determinado tema o a desarrollarlas si aún no estaban potenciadas.

La familia: es otro aspecto importante dado que si el docente conoce cómo es el ambiente de sus estudiantes en casa, comprendería si a través de la familia puede crear puentes estratégicos o alianzas que disminuyan o neutralicen actitudes o emociones que el estudiante quizás haya revelado en sus clases (rebeldía, agresión escolar o bajo rendimiento académico, entre otras). Ante esto hay que tener especial cuidado dependiendo de cada situación, porque tal vez crear alianzas con los padres no sea la mejor estrategia en algunos casos y convenga recibir apoyo externo.

La escuela: conocer el entorno de la escuela y sus sitios aledaños facilitan al docente identificar los lugares que puedan ser útiles para sus clases, por ejemplo si pretende realizar una salida de campo, ya que el estudiante al encontrarse en

un espacio reconocido y confortable puede generarle entusiasmo, facilitándose entonces el desarrollo de su trabajo de manera correcta y significativa debido a que hay estudios indicadores de que los estados emocionales positivos favorecen el aprendizaje de las ciencias (Mellado et al., 2014).

Ante esto es vital que la escuela, como referente fundamental propiciador del espacio para la formación ciudadana, determine eventos patrocinadores de la conservación y protección de nuestro ambiente, acto totalmente relacionado y pertinente para que el docente fortalezca y tenga un apoyo masivo en la generación de sensibilización y conciencia de que el ecosistema, independientemente del que sea, no se debe ver como propiedad privada sino como parte de ser humano (Fonseca, 2011).

El aula: es el último de la lista, pero quizás uno de los más importantes, dado que si se conoce cómo es la dinámica del grupo y cómo encaja cada uno los estudiantes dentro de un heterogéneo mundo pensante, se favorece la generación de un clima de trabajo agradable para todos y cada uno de los involucrados, logrando entender el progreso y funcionamiento del ir y venir dentro de la hipótesis de progresión realizada en función al concepto del ecosistema.

Las dificultades en la enseñanza y el aprendizaje: estas consideramos que incluyen todos los aspectos relacionados en párrafos anteriores, es decir, que el desconocimiento o poco conocimiento tanto de las concepciones como del contexto puede desembocar en una dificultad para la enseñanza y el aprendizaje del ecosistema. Claro que, aparte de lo ya dicho, queremos resaltar otro aspecto interesante a prestarle una especial atención, y es el caso de la falta de destrezas metacognitivas, entendiéndose la metacognición como el conocimiento de los propios procesos y productos cognitivos; es por esto que si un estudiante desconoce que tiene dificultades para el aprendizaje del ecosistema, no busca ayuda porque cree pensar que está en lo correcto (Campanario y Otero, 2000b), por tanto para el docente también habrá inconvenientes porque primero debe saber llevar al estudiante de manera que reconozca que presenta alguna dificultad.

b) Conocimiento y concepciones sobre el dominio afectivo para enseñar ecosistema:

Los ecosistemas para muchos estudiantes pueden ser una temática literalmente más atractiva que para otros, así como para algunos pueda ser más interesante la clase de matemáticas que la de música o así como para otros sea más interesante comer vegetales que carne. Sin embargo, independientemente de las pasiones particulares que cada estudiante pueda presentar, dentro de la labor del profesor está el poder persuadir y mantener a su público expectante ante sus apreciaciones, debates y discusiones, ya que el sentirse bien dentro de un espacio que, aunque no sea un tema de interés, se comparte y se desencadenan interacciones académico-dinámicas que de alguna manera generan buena enseñanza en los estudiantes, se relaciona con lo que precisan Mellado, Garritz y Brígido (2009), es decir los alumnos denominan como buenos profesores de ciencias a los profesores que generan un buen clima social en sus clases, dándole mayor importancia al punto de vista afectivo que al cognitivo.

Siguiendo esta línea, el dominio de la afectividad se comprende por emociones, actitudes y sentimientos, ya que *“no hay acción humana, sin una emoción que la haga posible”* (Otero, 2006) y los sentimientos potencian el impacto con que se proporciona una emoción. Por tanto, si el docente logra tener buena relación afectiva con su grupo de estudiantes es posible obtener de ellos actitudes positivas y de compromiso para el aprendizaje del ecosistema. Es claro que todo lo anterior está fuertemente ligado con las emociones de placer y bienestar, y así como el comportamiento del estudiante se influencia potencialmente por los valores y creencias que traen de sus entornos familiares (Simpson, Koball, Oliver y Crawley 1994), se pretende que el buen ambiente generado por el profesor movilice comportamientos y acciones para una ciudadanía sostenible.

El desafío que debe tener el docente consiste en diseñar buenas actividades generadoras de emociones positivas, como por ejemplo la satisfacción, confianza y amor por el cuidado del ecosistema que nos rodea y que a su vez esa estrategia, no solo debe ser lo suficientemente creativa sino que más que eso, creemos y defendemos que el docente debe hablar sobre el ecosistema con pasión desenfrenada, que en palabras de Garritz (2009) sería hablar del ecosistema desde el *“eros pedagógico”*, convencidos y seguros de lo que se está

planteando ya que lo que se da con amor se recibe con amor y como señala Mora (2017) no se puede aprender aquello que no se ama.

Respecto a esto, para que el profesor despierte en el estudiante esa actitud preservadora del ecosistema, es necesario que primero la posea él mismo y de esta manera posiblemente promoverá en el estudiante acciones positivas para con el ambiente. Es así como los diferentes estímulos que se brinden al estudiante influyen concretamente en la respuesta y entusiasmo del estudiante frente a situaciones de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias (Mellado y Blanco, 2013). Dado que en investigaciones como las de Koball y Glynn (2007) se hallaron que las características de índole afectiva son clave en el aprendizaje de las ciencias, el docente debe tener presente que no solo se pueden revisar los factores cognitivos.

Resaltamos entonces cómo este dominio presenta una fuerte relación con las estrategias instruccionales, ya que de éstas depende en gran medida la generación de sentimientos que potencien emociones entusiastas hacia la temática del ecosistema.

c) Conocimiento y Concepciones sobre las Estrategias Instruccionales para Enseñar Ecosistema:

Este componente guarda una especial relación no solo con la dimensión afectiva, como se mencionó en el anterior párrafo, también presenta un estrecho vínculo con el componente de las orientaciones hacia la enseñanza del ecosistema.

En este sentido debemos recordar que el enfoque recomendado para enseñar el ecosistema está dado por la fusión de tres modelos: la indagación guiada, los asuntos sociocientíficos y el cambio conceptual, por lo que resaltamos que así como para Loughran et al. (2004) el CDC del profesor es construido socialmente mediante el trabajo y colaboración de otros profesores, así mismo creemos que el aprendizaje en los estudiantes se potencia con estrategias que puedan abordarse desde el trabajo en equipo, mostrando cómo entre pares pueden ayudarse y colaborar a comprender el concepto de ecosistema. Por tanto, sugerimos y acogemos que dichas estrategias tengan su fundamentación desde los trabajos prácticos.

Según Caamaño (2014) los trabajos prácticos experimentales son considerados como una de las actividades más importantes en la enseñanza de las ciencias, ya que motivan al estudiante, permiten un acercamiento vivencial con muchos fenómenos, permiten ilustrar la relación entre variables significativas en la interpretación de un fenómeno, proporcionan pericia en el manejo de instrumentos de medida y en el uso de técnicas de laboratorio y de campo, dan acceso a la construcción en equipo, facilitan la aplicación de normas propias como lo puede ser la limpieza, seguridad, planificación o facilitan el trabajo por roles, entre otros.

En relación a lo anterior y desde lo que se propone como orientación para la enseñanza y aprendizaje del ecosistema, consideramos altamente favorable el uso de estrategias desde el punto de vista que Caamaño plantea, dada la estrecha relación entre los modelos de enseñanza aquí recomendados (Indagación guiada, CTS y cambio conceptual) para el desarrollo de la configuración del CDC-Ec en el profesor. Dejando claro que los trabajos prácticos son precisos para la articulación de actividades de tipo iconográfico.

Partiendo de las premisas anteriores, presentamos una tabla que vincula algunas actividades nominadas por Martín Gámez, Jiménez López y Prieto Ruiz (2015) con las categorías propuestas por Caamaño (2014) y a su vez con ejemplos de estrategias para la enseñanza del ecosistema diseñados por quienes investigan (ver Tabla II.2)

Tabla II.2. Estrategias para la enseñanza del ecosistema.

Categorías tomadas de Martín, C., Jiménez, M., y Prieto, T. (2015).	Ejemplo de Estrategia para la enseñanza del Ecosistema	Categoría Trabajos Prácticos Tomadas de Caamaño (2014)
Experiencias	"Vamos Observar lombrices y hormigas en un terrario..."	-Experiencias
	Realiza un diseño demostrativo que compruebe el funcionamiento de la segunda ley termodinámica en un ecosistema...	-Ejercicios prácticos para la demostración de principios teóricos

	Vamos al laboratorio virtual...	-Ejercicios prácticos para la demostración de principios teóricos y para el aprendizaje de métodos y técnicas.
Debates y discusiones	"Se reúnen en grupos pequeños para lograr consensos de las diferentes ideas que cada uno tenga..."	Investigación-Práctica
	"Después de haber leído X artículo sobre las imágenes que pueden decir al respecto..."	
Producciones escritas e icónicas	"...Observar X ecosistema. ¿Cómo es su funcionamiento? ¿Cómo podría resultar alterado?"	Ejercicios prácticos de tipo intelectual
	"...Observar la imagen del ecosistema y determinar aspectos relevantes y porque los consideras de este orden, Identifica algunos posibles distractores dentro de la imagen..."	
Búsqueda, organización y presentación de información	"...Buscar en internet y en libros sobre el recurso agua en España, comparar y presentar un informe escrito y oral..."	Ejercicios prácticos de tipo comunicativo
Juegos y actividades relacionadas con las TIC	"..Simular que hacen parte del concejo académico institucional y asumir los diferentes roles de profesionales que deban estar presente, para discutir los sucesos de la huerta y decidir el plan de contingencia ..."	Investigación Práctica
Actividades fuera del aula	"Visitar Doñana"	Investigación teórica y práctica

El uso indistinto de alguna de las estrategias presentadas en la Tabla II.2 repercute indirecta o directamente en la implementación de alguna otra de las estrategias, es por ello que estas son tan solo un “abre bocas” de las muchas estrategias que se pueden llegar a requerir para lograr que evolucionen esas concepciones del ecosistema que están fuertemente en el ámbito educativo y así alcanzar una evolución conceptual.

Sin embargo, consideramos importante resaltar las actividades fuera del aula, ya que *"la exploración directa del entorno es una experiencia insustituible"* (Del Carmen, 2010, p. 32). Está claro que la generación hoy día de estudiantes, atraída por el urbanismo, ha dejado de lado las zonas rurales y que, como en anteriores párrafos se menciona, esto ha sido parte de un proceso evolutivo que trae consigo nuevos aspectos culturales, económicos, políticos y ambientales; por lo tanto, es importante que se puedan vivenciar salidas del aula que impliquen tanto zonas rurales como urbanas, donde se pueda analizar, comprender e interpretar el nivel de contrastes establecidos.

Basándonos en lo indicado, fundamentamos la estrategia de las salidas del aula a través de una lista que propone Del Carmen (2010, p. 33) y se complementa por quienes realizamos este estudio (ver Tabla II.3).

Tabla II.3. Algunas propuestas para realizar trabajos prácticos fuera del aula

Salidas del Aula	Algunos aspectos que pueden estudiarse
Calles arboladas	Cambios en los árboles a lo largo del año.
	Presencia de malas hierbas.
	Seres vivos y no vivos que puedan estar cerca.
	Servicio ecosistémico de regulación.
Huerta escolar	Presencia de insectos
	El hombre
	Servicio ecosistémico de provisión
Solares y descampados	Invertebrados que viven debajo de las piedras y escombros.
	Actividad de las lagartijas.
	El hombre.
Muros y edificios antiguos	Plantas rupícolas que lo colonizan.
	Presencia de musgos y líquenes.
	El hombre.
	Servicio ecosistémico cultural.
Parques y Jardines	Aves que lo pueblan.
	Tipos de árboles y arbustos.
	Insectos y hongos.
	El hombre.
	Servicio ecosistémico cultural.
Parque Recreativo	Factores bióticos y abióticos que lo integran
	Servicio ecosistémico cultural.
Estanques	Algas e invertebrados que los pueblan.
	El hombre.
Matorral	Actividad de los insectos.

	El hombre.
Bosques	Formación del humus en el soto bosque.
	Organismos que viven en un árbol.
	El hombre.
	Servicio ecosistémico de provisión y de regulación.
Márgenes de caminos	Plantas de crecimiento y dispersión rápidos
	El hombre.
Bosques quemados	Sucesión de la reconstitución de la comunidad inicial.
	El hombre.
Charcas	Distribución en el espacio de los invertebrados.
	Adaptaciones para moverse en el agua.
Ríos	La vida en el sustrato.
	Presencia de vegetales en el agua.
	El hombre.
	Servicio ecosistémico de regulación.
Litoral marino	Zonación de las algas.
	Distribución de invertebrados sobre las rocas.
Zonas húmedas	Observación de aves.

Estas estrategias, también llamadas salidas de campo, deben realizarse con una planeación anticipada y con unos objetivos específicos, de manera que no se pierda el foco que pretendamos desarrollar. En este sentido, es importante tener en cuenta que mediante una sola salida de campo se pueden obtener muchas preguntas que puedan llevar a proyectos de investigación de tipo práctico, donde se puedan desencadenar a su vez otras de las estrategias anteriormente mencionadas.

Se destaca que mediante un trabajo de campo es posible acercarse a comprender el significado de lo que es un ecosistema, incluyéndose no solo las partes sino cómo se articulan para su funcionamiento; en otras palabras, pueden adquirir otras destrezas que permitan la realización de síntesis de la información (Fernández y Casal, 1995).

En otros casos también es viable llevar el ecosistema al aula, elaborando montajes como por ejemplo terrarios o acuarios, lo que implica la creación de condiciones similares a las naturales para poder observar el entorno desde otro lugar, pero hay que tener cuidado con esto, ya que podrían morir muchos organismos; por tanto, estos montajes no pueden ser fabricados solamente de manera empírica (Castro y Valbuena, 2007).

Del mismo modo, en algunas ocasiones para las escuelas, institutos y profesores, las salidas de campo no son las estrategias más viables por diversos factores, como el desplazamiento y planeación cuidadosa que se debe hacer, es decir, la implicación de mayor tiempo que normalmente podría invertirse un profesor en el diseño de una estrategia y, en algunas ocasiones, por la falta de recursos económicos para gestionar el transporte y refrigerios que podrían requerirse.

En este sentido, hay que optar por la convicción de la profesión como formadores que amerita el esfuerzo, dedicación, amor y entusiasmo con que se pueda planear una estrategia, que para este caso sería una salida del aula, donde recomendamos que para minimizar tiempo, gastos y permisos, se sugiere contemplar el estudio de ambientes aledaños a la institución educativa (Del Carmen, 2010) aprovechando contextos interesantes con los que se pueden crear alianzas sencillas, dado el reconocimiento que puedan tener del instituto como recinto para la formación ciudadana.

Por otro lado, focalizamos un interés particular a los ejercicios intelectuales, donde es viable el abordaje de la alfabetización mínima sobre la interpretación de imágenes, ya que hoy día los estudiantes están sumergidos en un mundo donde no solo los medios tele-comunicativos, sino también las escuelas y el entorno familiar promueven y acogen las imágenes para su conocimiento personal y a su vez para favorecer el conocimiento escolar.

Además, dentro del programa internacional de evaluación PISA se pretende evaluar la capacidad lectora que pueden llegar a tener los estudiantes en la interpretación de diversos tipos de material escrito relacionados con posibles problemáticas de su entorno cotidiano (Ministerio de Educación y Ciencia, 2007b). Por tanto, algunas de las preguntas aluden a la interpretación iconográfica que incluso no requiere muchos conocimientos escolares (sin desmeritar que se evalúa también el conocimiento específico), pero requieren en una proporción mayor de la capacidad para obtener abstracciones de orden lógico que pueden desarrollarse a través de los ejercicios prácticos.

Con relación a lo anterior, es preciso tener en cuenta la complejidad de los conceptos ecológicos, con lo que implica la comprensión de las redes alimentarias de un ecosistema, donde uno de los pasos fundamentales es asignar los organismos a un nivel trófico; aunque esta tarea aparentemente

pueda parecer fácil, no lo es, dado que la mayor parte de las asignaciones se basan en los estudios de hábitos alimenticios que son variables y asimismo las unidades de los alimentos son difíciles de identificar y de asignarlos a un nivel trófico concreto (Molles, 2006). Es aquí donde un organismo en algún momento puede pertenecer a un nivel trófico y en otro momento a otro nivel, lo que empieza a generar distintas conexiones para que así se lleguen a ver ramificaciones; además de esto, otro aspecto a cuidar es la comprensión de que las relaciones no se establecen entre individuos, sino entre poblaciones.

En este orden de ideas es pertinente traer un ejemplo como ejercicio práctico intelectual que propone Jiménez Aleixandre (2014) (ver Figura II.19).

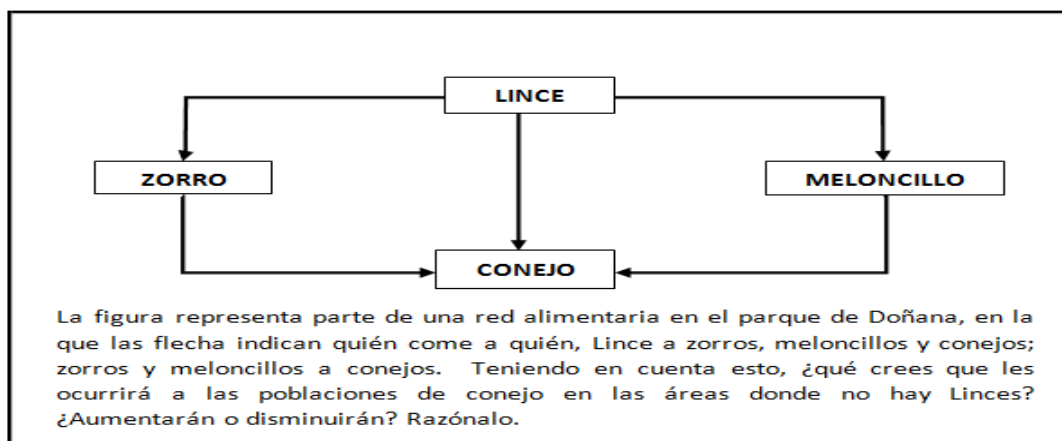


Figura II.17. Red alimentaria en Doñana, según Jiménez Aleixandre (op.cit., p.136)

En este ejercicio a simple vista, en su mayoría los estudiantes suelen contestar que los conejos aumentan, pero realmente surge un efecto contrario debido a que la presencia del lince reduce a otros posibles predadores y si la población de conejos habita donde no hay lince, según la representación esquemática entonces habría un incremento de los otros predadores de la población de conejo, lo que significa que disminuirían los conejos; esto también es conocido como cascada trófica, por tanto a los docentes les corresponde hacer comprender que "no solo se debe tener en cuenta el efecto directo

(Lince/Conejo) sino otros transmitidos a través de la red." (Jiménez Aleixandre, op.cit., p. 136)

Tal como se desprende de lo anterior, la alfabetización iconográfica es importante dado que la falta de instrucción en la construcción de gráficas restringe el entendimiento de muchos conceptos científicos, al parecer porque los estudiantes entienden mejor los fenómenos y situaciones que sean visibles; es decir, que los estudiantes aprenden más cuando usan gráficos que cuando usan los textos (García, 2005). Partiendo de estos supuestos, nos apoyamos en Berg y Smith (1994) cuando dice:

"las gráficas son utilizadas en la enseñanza de la biología para explicar diversos tipos de interrelaciones ecológicas y los cambios sufridos por las poblaciones naturales (razones de cambio de crecimiento, de muerte etc.)" (p. 529).

Lo anterior, significa que las gráficas constituyen una participación significativa dentro del conglomerado que estructura el concepto del ecosistema.

En este sentido, vemos la necesidad de promover esta estrategia como ejercicio práctico para el estudio del ecosistema, ya que si el profesor pretende desarrollar en el estudiante la competencia para construir e interpretar representaciones iconográficas es vital ofertarle una serie de oportunidades donde puedan participar de manera activa, colectiva, reiterativa y progresiva de la producción e interpretación de representaciones icónicas (García, 2005).

d) Conocimiento y concepciones sobre la evaluación para el aprendizaje del ecosistema:

Las concepciones que los estudiantes aportan al aula provienen en gran parte de la inmersión prolongada en un sistema educativo muchas veces competitivo, que valora primordialmente los resultados finales en forma de respuesta correcta, sin brindar atención a los procesos de razonamiento. Es por esto que muchos estudiantes pueden llegar a tomar comportamientos impropios derivados de esas concepciones como, por ejemplo, terminar rápido el examen a pesar que en éste se invite a la respuesta razonada.

Por tanto, estas pautas de actuación están profundamente arraigadas y en parte se deben a esa manera en cómo se ha evaluado al estudiante (Campanario y

Otero, 2000b). Ante esto, también se ha encontrado en otras investigaciones que las concepciones de algunos estudiantes frente al proceso evaluativo coinciden con las posturas comúnmente aceptadas en didáctica de las ciencias, en las que reconocen que es posible negociar algunas apreciaciones conceptuales con los profesores y que así mismo destacan el trabajo en grupo como aditivo de ventajas para el aprendizaje (Campanario y Otero, op. cit.).

El profesor, al evaluar el aprendizaje de los ecosistemas en sus estudiantes, debe tener presente que la evaluación cumple varias funciones y según Geli (2000) son cuatro las funciones que se pueden resaltar:

Evaluación Diagnóstica. Realizada por el profesor al inicio del proceso didáctico, permitiéndole a éste conocer las ideas previas que traen sus estudiantes para poder planificar de manera efectiva su clase.

Evaluación Formativa. Durante todo el proceso de enseñanza y aprendizaje notifica del progreso de los alumnos, facilitando que el profesor adapte las estrategias según el progreso evolutivo que ha observado de los estudiantes.

Evaluación Sumativa. Finalizándose el proceso da cuenta de los resultados obtenidos.

Evaluación Formadora. Aporta a la construcción del conocimiento y a la regulación del aprendizaje de cada estudiante.

Cabe señalar que las cuatro evaluaciones descritas están relacionadas unas con otras y no es concebible el aislamiento entre ellas.

Según estas funciones o tipologías evaluativas hay que tener en cuenta ciertos aspectos a la hora de evaluar los ecosistemas:

- ✓ El proceso de enseñanza del ecosistema, que se compone del contenido escolar, la planificación didáctica, el desarrollo de los profesores y las variables que intervienen en el proceso como lo son el contexto, alumnos, profesor etc.
- ✓ El proceso de aprendizaje de los alumnos respecto al ecosistema y sus respectivas variables, como por ejemplo las diversas interacciones que pueden tener los estudiantes tanto en el ámbito escolar como en el familiar, interacciones de tipo social y académico, su perspectiva frente a la

ciencia y las concepciones previas, conceptuales y procedimentales del ecosistema.

✓ El contexto, lugar donde se lleva a cabo el proceso, el profesorado que hace parte de la comunidad educativa, los recursos materiales con los que cuenta el centro educativo, al igual que el apoyo de entidades externas.

El disponer entonces de un análisis global de todo lo que puede implicar un proceso de enseñanza y aprendizaje del ecosistema ayuda al profesor a replantear estrategias y, de esta manera, ir en búsqueda del mejoramiento profesional como docente, repercutiendo en la oferta de una evaluación de alta calidad.

Del mismo modo es indispensable mostrar a los estudiantes los criterios de evaluación que van a ser aplicados en cada una de las actividades que plantee el profesor y así mismo tener claros los objetivos de cada actividad, no solo el profesor sino también los estudiantes, permitiéndose de esta manera la comprensión del qué, cómo y por qué se está evaluando.

Según Geli (2000) las técnicas que se diseñen para evaluar deben ser adaptadas al contexto, con alto grado de validez y fiabilidad, además de que sean prácticas para su aplicación; el profesor debe estar atento a plantear variedad de instrumentos, donde tenga en cuenta la diversidad de niveles y estilos de aprendizaje de los estudiantes.

Destacamos la importancia del uso de algunos indicadores ya que facilitan la recogida rápida de información, esto sobre todo cuando se emplean estrategias como los trabajos prácticos que se han mencionado en párrafos anteriores. Según Del Carmen (2000) en cualquier fase del proceso de enseñanza y aprendizaje es posible plantear estrategias que inciten a la coevaluación y autoevaluación; por ejemplo, al inicio de un trabajo práctico que requiere del diseño y realización de un terrario adecuado para tener en observación algunos saltamontes durante un tiempo determinado, el profesor puede plantear preguntas como las siguientes:

"¿Qué cosas te parecen más importantes a tener en cuenta para que los saltamontes se encuentren bien en el terrario?"

¿Crees que serás capaz de construir un terrario?"

¿Crees que podrás encargarte de proporcionar cada día los cuidados que necesiten tus saltamontes durante las tres semanas que dure el trabajo?" (p. 285).

Las declaraciones de los estudiantes podrán ser revisadas al final del trabajo por ellos mismos, lo que permite una autoevaluación, es decir, valorar las aproximaciones a sus predicciones y, si es por grupos, valorar las predicciones de sus compañeros, comúnmente conocido como la coevaluación.

A continuación, presentamos en la Tabla II.4 la relación de los aspectos principales que deben tenerse en cuenta al momento de evaluar, como lo son los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, con algunas posibles actividades y técnicas que ayudan a realizar dicha valoración.

Tabla II.4. Algunos ejemplos de la evaluación para el constructo de ecosistema

Evaluación de Contenidos	Actividad vs. Técnicas
Conceptuales	<i>"Escoja una práctica del ecosistema que haya realizado y elabore la V de Gowin correspondiente, utilizando como guía el ejemplo del apartado..."</i> (Del Carmen, 2000, p. 286)
Procedimentales	El profesor realiza una rejilla de observación con indicadores como: <i>"Ilumina adecuadamente el objeto a observar, enfoca correctamente, limpia la lupa después de utilizarla. Dicha rejilla debe tener asignado un puntaje según el grado de manifestación (0 si no lo hace nunca a no ser que se le diga, 1 si lo hace alguna vez, 2 si lo hace con frecuencia, 3 si lo hace siempre."</i> (Del Carmen, 2000, p. 284) Es recomendable realizar este tipo de observaciones varias veces para que tengan validez.
Actitudinales	Según Geli (2000, p. 200) se requiere el <i>"Cuestionario Q-Sort sobre las actitudes de los alumnos ante su participación en clase."</i> <i>Elige el Item con el que estés más de acuerdo, otros dos items con los que estés de acuerdo, el item con el que estés más en desacuerdo, otros dos con los que estés en desacuerdo y los cuatro que no estás ni muy de acuerdo ni muy en desacuerdo:</i>

	1. Tenemos que preguntar las cuestiones que no se entienden. 2. El profesor no puede exigir que intervengamos en el debate. 3. Las opiniones de los compañeros ayudan a entender 4. Los estudiantes no conocemos los temas suficientemente para opinar. 5. Hay que cumplir las reglas de participación en el debate. 6. Las opiniones distintas a la mía me interesan mucho. 7. Cuando no estoy seguro de una respuesta prefiero no intervenir. 8. El profesor plantea preguntas que me obligan a replantear mis ideas. 9. Algunas veces no coincido del todo con las opiniones del grupo. 10. No quiero opinar si no estoy totalmente seguro de lo que digo. Muy de acuerdo _ De acuerdo _ _ Acuerdo a medias _ _ _ _ En desacuerdo _ _ Muy en desacuerdo _"
Conceptuales, procedimentales y actitudinales	Desde un proyecto de investigación ya sea práctico o teórico es posible evaluar los tres aspectos.
Conceptuales, procedimentales y actitudinales	Proponemos una rúbrica para evaluar la alfabetización sobre interpretación de las imágenes de ecosistema que presentan los libros de texto (ver Cuadro II.7)

En el Cuadro II.7 se puede ver un ejemplo de la sistemática manejada en la rúbrica que proponemos como sistemática para la evaluación de procesos que promueven la alfabetización visual. Para verla completa se remite al Anexo VII.1.

CATEGORÍA	CRITERIOS DE DESEMPEÑO				
	SOBRESALIENTE (9 o 10)	NOTABLE (7 o 8)	BIEN (6)	SUFICIENTE (5)	INSUFICIENTE (1,2,3,4)
ICONICIDAD	Reconoce muy bien como el grado de iconicidad puede llegar a facilitar la interpretación sobre la representación del funcionamiento del ecosistema, donde entiende muy bien por ejemplo, que para abstraer cómo funciona el flujo de energía y la importancia que tienen los microorganismos descomponedores dentro de un ecosistema, es conveniente la utilización de dibujos figurativos + signos. Utiliza y selecciona de manera correcta siempre todos los niveles iconográficos: Fotografía, Dibujo figurativo, Dibujo figurativo + Signos, Esquemático en las representaciones del ecosistema. Valora muy bien lo complejo que es realizar una buena representación del funcionamiento del ecosistema con sus diferentes interrelaciones entre los elementos que lo componen, reconociendo mediante la dirección de las flechas (presa-depredador) la posición que cumplen los productores, consumidores y descomponedores y su relación con la transferencia de energía.	.../...	.../...	.../...	.../...
.../...	.../...	.../...	.../...	.../...	.../...

Cuadro II.7. Ejemplo de sistemática empleada en una rúbrica para evaluar la interpretación de imágenes en libros de texto (ver rúbrica completa en Anexo VII.1)

Dando vitalidad al foco que interesa en esta investigación, Vílchez (2014) resalta dentro de la evaluación que primero se evaluaban conocimientos y ahora se ha dado un paso a evaluar competencias, que están asociadas a la movilidad de los conocimientos y recursos psicosociales que pueden aplicar en determinados contextos cotidianos y profesionales. Es así como este autor propone una actividad (ver Cuadro II.8) que se apoya en el instrumento propuesto por Perales y Jiménez (2002) del cual esta investigación también toma como referente (ver Tabla III.4), dado que al parecer el ejercicio de interpretación de imágenes en los libros de texto favorece el desarrollo de la competencia visual para alcanzar la alfabetización científica.

Actividad.	
El objetivo de esta actividad es encontrar una forma de analizar sistemáticamente la estructura didáctica de un libro de texto, a fin de poder relacionarla con los modelos didácticos estudiados en este tema. para ello vamos a partir de enunciar las funciones didácticas del texto escrito de un libro de texto (también es posible su aplicación a las ilustraciones del mismo) que se representan en la tabla inferior. Dichas funciones se podrían contrastar de un modo secuencial a cualquier tema que elijamos (o a una parte del mismo suficientemente extensa), simplemente leyéndolo y seleccionando las frases consecutivas que cumplan alguna de las funciones definidas . Una vez identificadas tales funciones, podríamos representarlas gráficamente de modo análogo a como se hace en la figura adjunta. Ellos nos permitirá comparar de una forma genérica el perfil didáctico del texto con las características de los modelos didácticos estudiados. <i>Funciones para el análisis didáctico de un libro de texto</i>	
Denominación	Descripción
1.Evocación	Se hace referencia a un hecho de la experiencia cotidiana o concepto que se supone conocido por el alumno. Ejemplo : "sobre el hielo es muy difícil caminar..."
2.Definición	Se establece el significado de un término nuevo en su contexto teórico. Ejemplo: "se habla de equilibrio estático cuando la suma de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo es cero, lo que no quiere decir que esté en reposo"
3.Aplicación	Es un ejemplo que extiende o consolida una definición. Ejemplo: "la flotación de los barcos constituye un ejemplo de equilibrio estable"

Cuadro II.8. Actividad para el análisis didáctico de un libro de texto, según Vélchez (2014, p.45)

Después de mostrar cómo la evaluación es un componente relevante a ser desarrollado por el profesor y lograr relacionarlo con las demás componentes que configuran el CDCE, resaltamos que la evaluación indirecta o directamente es un componente que contribuye al replanteamiento de la acción educativa.

En coherencia con lo indicado, replantear una acción implica un cambio, en este caso que estamos estudiando el cambio conceptual del ecosistema, que requiere de la evolución de varios constructos influenciados por diferentes factores que se detallan en el apartado siguiente, que denominamos el cambio conceptual.

II.3. El Cambio Conceptual

Para este estudio, es relevante el cambio conceptual que pueda ocurrir en los estudiantes objetos de investigación, dado que una de las finalidades implica indagar el cambio o evolución conceptual del ecosistema bajo el seguimiento de los factores constituyentes de la ecología conceptual, planteados por los pioneros de la teoría del cambio conceptual, que son presentados en posteriores

párrafos, donde se presta una atención especial al factor de los ejemplares e imágenes.

En este sentido, los seguidores de la teoría del cambio conceptual a lo largo de las últimas décadas han venido mostrando diversas posturas frente a esta teoría. Nosotros consideramos como eje central los aportes realizados por Posner et al. (1982), dado que introdujeron las ideas germinales de esta teoría y en sus revisiones traen a la luz el campo denominado ecología conceptual, donde se involucra una interacción dinámica entre la estructura de conocimiento de una persona y el ambiente intelectual en el cual vive (incluyendo las creencias culturales, el lenguaje, las teorías aceptadas, también como los eventos y hechos observados), favoreciendo éste el desarrollo de algunos conceptos centrales e inhibiendo el desarrollo de otros. Este conjunto de elementos y factores que, aunque diversos y cambiantes, son los que dan identidad a la estructura cognitiva de un estudiante, trabajan en aras al mejoramiento del poder explicativo de los conceptos que se comparten en un campo específico.

En relación con lo anterior, Posner et al. (op.cit.) comienzan a dar los primeros pasos en el campo del cambio conceptual, es decir, realizan su propuesta inicial, donde pensaban desarraigar las ideas previas e introducir los conceptos; además tal propuesta no distinguía la forma del aprendizaje de niños, jóvenes y adultos, considerando el aprendizaje como una actividad totalmente racional. Racionalidad entendida no como la corroboración empírica, sino en el sentido de que el estudiante sea capaz de resolver nuevos problemas y cómo estas nuevas ideas pueden constituirse en un nuevo marco de interpretación para nuevos problemas intelectuales (Mejía, 2006).

Del mismo modo, la teoría del cambio conceptual considera que los estudiantes poseen unas concepciones alternativas, que a veces utilizan para trabajar nuevos fenómenos. A esta primera variante de la fase inicial del cambio conceptual se denomina *asimilación*. Sin embargo, con frecuencia los conceptos previos en los estudiantes son inadecuados para permitirles captar los fenómenos satisfactoriamente, por lo tanto, el educando debe reemplazar o reorganizar sus conceptos centrales. A esta forma más radical de cambio conceptual se denomina *acomodación* (Posner et al., 1982). Ambos términos fueron tomados y reelaborados a partir de los trabajos de Piaget sobre el desarrollo cognitivo.

Según Posner et al. (Op.cit.) se requiere de cuatro condiciones (a, b, c, d) junto con diez componentes de la ecología conceptual para que se produzca el proceso de acomodación conceptual, ello lo resumimos en la Figura II.18

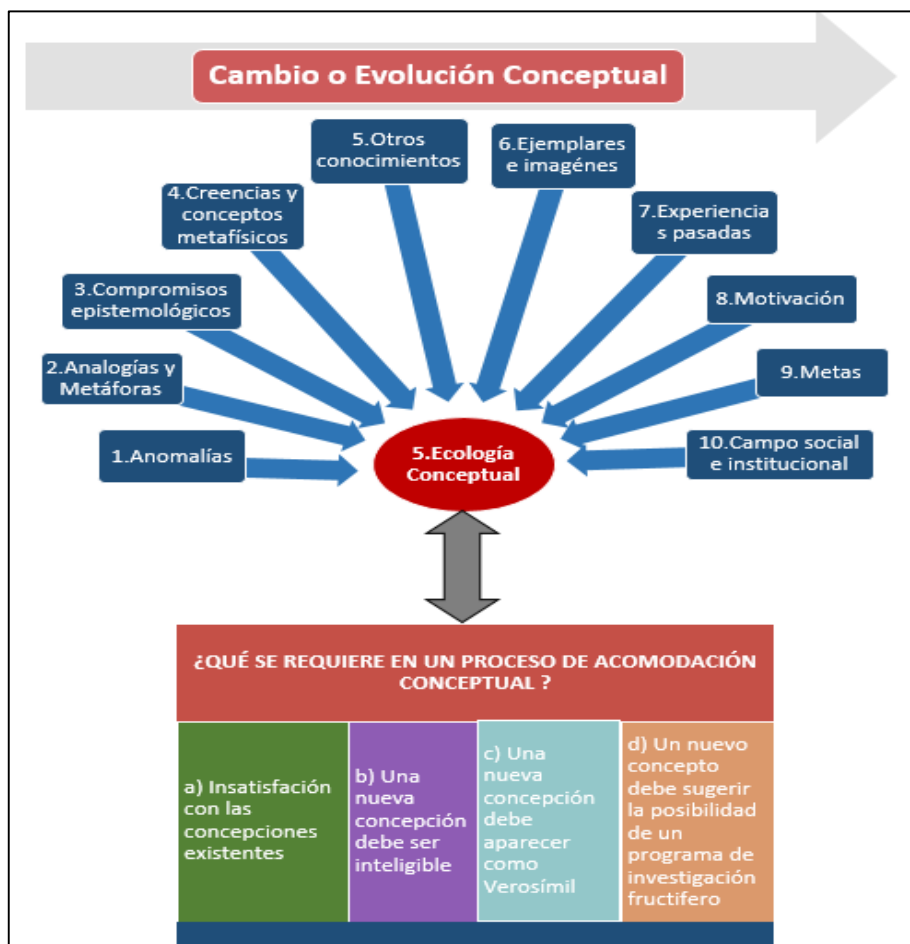


Figura II.18. Características en el proceso de acomodación conceptual

Condiciones para la acomodación conceptual

a) Insatisfacción con las concepciones existentes:

Es natural que los estudiantes no cambien sus concepciones si aún creen que éstas les son útiles, por lo tanto, se debe causar "conflicto" para que ellos sientan insatisfacción con sus concepciones y se tenga la necesidad de aceptar otras opciones que el docente le brinde.

b) Una nueva concepción debe ser inteligible

El estudiante debe entender lo mejor posible el nuevo concepto.

c) Una nueva concepción debe aparecer como verosímil inicialmente:

El nuevo concepto que sea acogido por los estudiantes debe parecer que tiene la capacidad de resolver los problemas generados por sus antecesores, contrariamente no aparecerá como una elección plausible. La verosimilitud es también resultado de la coherencia que presente los conceptos con otro conocimiento.

d) Un nuevo concepto debe sugerir la posibilidad de un programa de investigación fructífero

Debe ofrecer la posibilidad de abrir nuevas puertas en áreas de investigación.

Componentes de una ecología conceptual

1) Anomalías son aspectos que se salen del marco de explicación del conocimiento del sujeto, es decir, cuando el sujeto bajo un concepto específico no sabe dar una explicación. Eso ocurre, por ejemplo, cuando un estudiante quiere representar una red trófica, estando acostumbrado a realizar explicaciones desde una cadena trófica.

2) Analogías y metáforas: son herramientas que pueden ser útiles para sugerir ideas y para hacerlas más claras dado que permiten encontrar similitudes con otras cosas distintas, pero se debe tener mucho cuidado al hacer uso de analogías porque hay unas que posiblemente puedan llegar a causar un obstáculo para el aprendizaje de nuevos conceptos o del mismo que se esté tratando. Por ejemplo, cuando decimos que el ecosistema se parece a una empresa, ya que tiene empleados que cumplen diferentes roles donde algunos se mantienen y otros salen, pero a su vez llegan nuevos empleados; la importancia no radica en mantener la totalidad de sus empleados sino en la

relación existente que puede haber entre todos, buscando siempre una estabilidad.

3) Compromisos epistemológicos:

-Ideales exploratorios: hace referencia a que por lo general los campos poseen ciertas ideas específicas de las explicaciones satisfactorias que circulan dentro del mismo campo.

-Puntos de vista generales acerca del carácter del conocimiento: al parecer algunos juicios del conocimiento son independientes de la materia específica, estos son la elegancia, la parsimonia, la economía y el no ser ad hoc.

Un ejemplo claro que vislumbra los compromisos epistemológicos es la concepción que el educando tiene de la ciencia, como la verdad absoluta e inmutable, en donde perciben a los científicos de bata blanca encerrados en un laboratorio sin vida social, concibiendo que en la ciencia solo existe un único método investigativo, el cual es percibido igualmente más como un proceso de observación de hechos que como un proceso de construcción de teorías que toma en cuenta tanto las observaciones empíricas como otros aspectos.

4) Creencias y conceptos metafísicos:

-Creencias metafísicas sobre la ciencia: las creencias sobre los distintos fenómenos son de gran importancia para el trabajo científico, dado que pueden, desde puntos de vista epistemológicos, permitir que refute o acepte determinadas explicaciones.

-Conceptos metafísicos de la ciencia: los conceptos científicos poseen con frecuencia una condición metafísica, al ser creencias acerca de los fenómenos que ocurren y ser inmunes a una objeción empírica directa.

Un ejemplo de estas creencias y conceptos metafísicos es cuando se les dice a los estudiantes que el ornitorrinco es un mamífero, pero a simple vista este animal no cumple con las características suficientes para ser un mamífero puesto que no posee glándulas mamarias y tampoco se le alcanzan a observar las orejas, además su pico es similar al de un pato y su andar como el de un reptil, por lo que resulta ser una explicación contradictoria con su creencia metafísica

sobre los mamíferos. Otro ejemplo, referente a nuestra temática de los ecosistemas, es cuando se habla de sucesión ecológica, para los estudiantes es complejo entenderlo porque no pueden evidenciarlo ya que este es un proceso que se da a través del tiempo.

5) Otros conocimientos:

-Conocimiento de otros campos: las nuevas ideas deben ser compatibles con otras ideas que la gente cree como verdaderas, en otras palabras, deben mostrar que los diferentes conocimientos son compatibles con otros campos.

-Conceptos competitivos: entran los conceptos a competir entre ellos, lo cual hace referencia a que un concepto debe ser más prometedor que sus competidores.

6) Ejemplares e imágenes: son ejemplos que sirven de modelo, los cuales influyen la intuición de una persona sobre lo que es razonable. Por ejemplo, cuando se le explica al educando mediante imágenes que los mamíferos poseen glándulas mamarias a excepción del ornitorrinco, por lo tanto, toda regla tiene su excepción; luego al estudiante se le presenta otra imagen de un animal que pertenece al grupo de los reptiles, pero no parece un reptil. Por tanto, si un estudiante manifiesta hipótesis donde explique que posiblemente lo anterior se deba a que dicho animal es una excepción del grupo de los reptiles, estaría recurriendo a razonar que los ejemplos similares exigen explicaciones similares.

7) Experiencias pasadas: hace referencia a experiencias que el estudiante ha vivido años atrás, las cuales contradicen las explicaciones de una nueva concepción sobre los fenómenos. Se logra ver un ejemplo cuando el estudiante se opone a la comprensión del comensalismo, que es una relación que se establece entre dos especies diferentes de la que una sale completamente beneficiada mientras que la otra especie es una relación neutra o indiferente. Esto lo podemos ejemplificar desde la relación entre el tiburón y los peces remora, donde los peces reciben alimento de las sobras del tiburón y a su vez ahuyentan a sus depredadores al estar junto al tiburón. Esta oposición se debe

a que en experiencias pasadas tienen fuertemente arraigada la concepción de depredación y por esto no conciben que el tiburón no se coma a estos peces.

8) Motivación: tiene que ver con lo que más le llame la atención al educando. Un ejemplo de esto se observa cuando los estudiantes poseen habilidades con el dibujo y si el docente potencia esto, se evidencian mejores resultados en sus trabajos.

9) Metas: Referente a las propuestas que cada quien posee para llegar a cumplir o alcanzar un determinado fin, es decir, los estudiantes deben poseer proyectos de vida.

10) Campo social e institucional: De qué manera se desenvuelve el estudiante en el ámbito escolar y en el cotidiano; en otras palabras, es conocer esas interrelaciones personales con el entorno que lo rodea.

Respecto a los anteriores componentes, Posner et al. (1992), en la revisión a su propuesta, muestran una perspectiva diferente, dado que exponen el aprendizaje no solo como una actividad racional, es decir, aprender es fundamentalmente llegar a comprender y aceptar las ideas al ser inteligibles y racionales, pero, a su vez, implica tener en cuenta las variables afectivas o motivacionales del estudiante, las cuales tienen gran importancia en el proceso del aprendizaje; en otras palabras, el aprender no implica sólo aspectos racionales sino también afectivos y sociales, de ahí la incorporación de componentes en relación a lo afectivo.

Es preciso dejar claro que en la revisión realizada a la teoría del cambio conceptual por Posner et al. (1992) estos autores sugieren que lo que cambia es esa ecología conceptual de los estudiantes.

Finalmente, después de conocer un poco los aspectos que Posner et al. (op.cit.) aportaron a la teoría del cambio conceptual, es pertinente que se vislumbren otras posturas y así tener una aproximación de este entramado teórico. Para esto se toman las diferentes contribuciones de algunos representantes que se han dedicado al estudio del cambio conceptual.

II.3.1. Algunas visiones que se tienen acerca de: ¿Qué es el cambio conceptual?

Mortimer (1993) presentó un modelo de evolución conceptual en el aula donde, al parecer, sus palabras difieren de los modelos usuales en el sentido de que admite la posibilidad de utilizar distintos modos de pensar en distintos dominios y que una nueva concepción no necesariamente reemplaza ideas previas y alternativas. Difiere también al sugerir que la construcción del significado no siempre ocurre por acomodación de significados previos, también puede ocurrir de modo independiente.

Adicionalmente, Mortimer (1995) alude a que el cambio conceptual está fundamentado en una visión de pluralidad y multiplicidad de visiones sobre la realidad y, a su vez, está apoyado en el concepto de perfil epistemológico bachelardiano, proponiendo una variante muy interesante en torno a cómo concebir el cambio conceptual. En el enfoque desde Bachelard (1982) el perfil epistemológico tiene la pretensión de constituirse en herramienta que hace posible la identificación de rupturas históricas que han sucedido en la conformación de los conceptos científicos. “Los estados de pensamiento” por los que atraviesan las diversas conceptualizaciones (realismo ingenuo, racionalismo primero, racionalismo de la mecánica racional, racionalismo completo y racionalismo discursivo), al ser planteados como perfil, proporcionan una descripción de los procesos de consolidación de un concepto particular.

De esta manera el perfil epistemológico se constituye en un concepto y posee un carácter idiosincrásico, en el sentido de que corresponde a una racionalidad que se observa y evalúa a sí misma.

A su vez, Mortimer (1995) propone la idea de perfil conceptual teniendo en cuenta todo lo anteriormente mencionado, que las personas e incluso los científicos utilizan modos de pensar diferentes en dominios distintos, por lo tanto, la enseñanza debería permitir al estudiante tomar conciencia de las concepciones alternativas y científicas en las diferentes zonas del perfil, sin que sea necesario reemplazar o sustituir la inicial con la científica.

Desde otro punto de vista, para Vosniadou (1994) el cambio conceptual se da a través de modificaciones graduales de un modelo mental siguiendo otros

modelos por la vía acumulativa o por la del cambio. La acumulativa es la adición de una nueva información a la ya establecida, la vía del cambio trae consigo cambios en creencias individuales o en la estructura relacional de una teoría.

Por su parte, Vosniadou (op.cit.) plantea una propuesta de dualidad que consiste en la independencia entre los conocimientos cotidianos y científicos, en la medida en que obedecen a estructuras teóricas fundadas desde principios ontológicos y epistemológicos inconmensurables entre sí. Es tan racional y lógico, y al mismo tiempo incompatible, lo que construye un individuo haciendo uso de su “estructura teórica nativa”, como las construcciones que realiza el hombre de ciencias haciendo uso de las estructuras teóricas de éstas. Entre tanto, en el tránsito al cambio conceptual, el autor anterior introduce una etapa intermedia en donde las dos estructuras teóricas se reconcilian dando con esto una visión de continuidad entre los conocimientos cotidianos y científicos.

Por otra parte, para Pozo y Gómez (2013), en lugar de intentar apartar o independizar la teoría científica y la cotidiana, según la hipótesis de la integración jerárquica, lo ideal sería relacionarlas a través de procesos metacognitivos, de manera que se trate de reflexionar sobre las diferencias entre ambas teorías, y así puedan ser integradas como distintos niveles de análisis o de complejidad en las interpretaciones de un problema

Según Mortimer (2001), el conflicto que los estudiantes tienen que enfrentar, al parecer no es de tipo cognitivo o de aprendizaje, sino más bien de preferencia cultural. Aunque los estudiantes sean capaces de operar con diferentes conceptos de sólido, líquido y gas y de usar los diferentes géneros asociados a este perfil de conceptos, de una u otra manera se resisten a pensar que el concepto más abstracto que contradice su experiencia sea el más eficaz, ya que no les parece el más pertinente para ser aplicado a sus contextos cotidianos. Es por esto que varios estudios han manifestado que las concepciones cotidianas sobreviven a todas las tentativas de extinguirlas.

Sin embargo, hay que tener presente que las concepciones alternativas son construcciones propias de cada sujeto, pero a la vez son compartidas por personas de diferentes características, que también pueden llegar a continuar transfiriéndolas a otras, ya que las interacciones que pueden realizar los individuos con su medio son similares (Aguilar, Maturano y Núñez, 2007).

Para Tamayo (2001) un primer acercamiento al estudio de la evolución conceptual podría estar ubicado en el empirismo, desde el cual el conocimiento es adquirido mediante la observación y mediante procesos lógicos. En esta perspectiva, comenta que la línea del empirismo se ha aplicado en un grado considerable en la enseñanza, manifestando que si se produce una enseñanza cuidadosa e inductiva se puede garantizar un aprendizaje adecuado. Por otro lado, continuando con un recorrido histórico somero desde una idea kantiana, se observa cómo el conocimiento se construye a partir de las estructuras mentales innatas que tiene el individuo, lo cual es importante ya que se relaciona con las teorías sobre la evolución de los conceptos, en donde dichas teorías proponen que la estructura de la mente incluye categorías lógico-formales con patrones de desarrollo secuenciales y preestablecidos. Desde este punto de vista la evolución conceptual es producto del desarrollo normal de la persona.

Otro aspecto que se ha puesto en escena y ha sido bastante polémico en el estudio de la evolución conceptual es establecer si ésta se da de manera gradual (Toulmin, 1977) o si, por lo contrario, se plantea como revoluciones que causan cambios globales (Kuhn, 1971).

En este punto de partida, Toulmin (1977) argumenta que el cambio conceptual no es posible que se produzca de una vez, que éste sucede de forma paulatina y gradual mediante el cambio en los conceptos particulares. Para este filósofo, una teoría adecuada del cambio conceptual debe explicar la permanencia conceptual como a su vez la evolución conceptual en los mismos términos. Por ello, la mayor dificultad que este autor detecta para el estudio de la evolución conceptual habita en que requiere visiones de aproximación tanto a nivel representacional como de la acción desplegada con los conceptos científicos. Dentro de esta línea de pensamiento si se considera la evolución conceptual solo como un cambio a nivel del lenguaje de su estructura proposicional, se estaría corriendo el riesgo de quedar apresados en su superestructura lingüística, cuando la verdadera comprensión del significado de un concepto científico se establece por el uso pertinente que se le dé en las situaciones de la cotidianidad.

Esta visión que tenía dicho filósofo acerca de la evolución conceptual plantea que los estudiantes conservan elementos de las concepciones antiguas mientras incorporan paulatinamente y gradualmente los aspectos nuevos de corte científico. En otras palabras, la evolución conceptual vendría a tomar un camino

al ser conscientes gradualmente de las desventajas de las teorías propias y las ventajas de las teorías rivales (Tamayo, 2001).

Para Oliva (1999), cuando un estudiante no sustituye las teorías implícitas por las científicas, se debe a que se tratan dos aspectos diferentes que a su vez coexisten de manera independiente y son utilizados en contextos distintos; el dilema sería si las teorías científicas solo se aplican para los contextos de corte científico, siendo estas meramente eficaces en medios de trabajo intelectual; entonces si esto fuese así ¿para qué enseñar ciencia en la educación obligatoria a chicos y chicas que en un alto porcentaje no van a ser científicos? Esto es bastante cuestionable, ya que la idea del cambio conceptual que se espera producir en los estudiantes al enseñar ciencias es que puedan en las situaciones cotidianas emplear un concepto científico, pero no necesariamente con palabras técnicas; la idea es poder contextualizarlo según la necesidad en la que se vea el estudiante.

Según Pozo (1999, p. 518) uno de los inconvenientes es que cuando se refieren al cambio conceptual, se producen ciertos saltos argumentales entre distintos niveles de análisis de dicho cambio: *el evolutivo (los cambios que tienen lugar como consecuencia del desarrollo cognitivo)*, *el epistemológico (los cambios que han tenido lugar en la historia de la ciencia)* y *el instruccional (los cambios que deben producirse como consecuencia de la enseñanza)*.

Necesariamente no se requiere que los cambios en los procesos y representaciones deban ser los mismos en los tres casos, se observa cómo por mucho tiempo gracias a la influencia de la obra piagetana se pretendió asimilar el cambio instruccional al cambio evolutivo, sin embargo para este autor es dudoso que ambos cambios sean comparables ya que para él los cambios evolutivos son relativamente “espontáneos” en casi todos los niños, mientras que los instruccionales no se producen ni siquiera a “presión”. Al parecer se está tendiendo más bien a la asimilación del *cambio instruccional* al *cambio epistemológico* con la finalidad de hallar una relación entre la enseñanza de la ciencia, como el contexto que transmite el conocimiento científico, y la investigación científica, como contexto de producción de ese mismo conocimiento, postura que a su vez según Wagensberg (1993) citado en Pozo (1999) ha sido tan defendida por supuestos inductivistas y como señala Gil et al. (1991) citados en Pozo (op.cit.) también por supuestos constructivistas. Ante

esto, es innegable que los procesos de producción del conocimiento científico y las dificultades por las que deben pasar son una fuente fundamental de criterios para llegar a diseñar actividades sobre la enseñanza y el aprendizaje, también hay razones suficientes para no considerar el aprendizaje de la ciencia como actividad esencial en la investigación (*si entendemos por tal lo que hacen los científicos*), es decir, cuando los alumnos se encuentran aprendiendo ciencia, esto es una actividad en un contexto diferente al que se encuentra un científico y la labor de un docente es diferente a la de un director de proyectos de investigación (Pozo y Gómez, 2013).

Después de revisar la literatura acerca del cambio conceptual, consideramos continuar empleando el término de evolución conceptual dados los fines de este trabajo, puesto que de manera significativa satisfacen los argumentos manejados a lo largo del entramado teórico sobre dicho término.

En este sentido, se aclara que esta investigación está apoyada en las ideas germinales del “cambio conceptual” propuestas por Posner et al. (1982) -aunque no se concuerde con alguna de ellas- donde se plantea que después de la *asimilación* se proporciona una *acomodación* (reemplazar sus conceptos centrales de forma radical). Luego, en posteriores ampliaciones, se establece que para que se dé dicha acomodación deben existir cuatro condiciones y a su vez una ecología conceptual que se conforma por diez componentes que han sido descritos al inicio del apartado.

Ante esto se observa, como ya no es tan radical dicho “cambio” debido a esta gama amplia de factores que influyen para obtener una *acomodación* o, en palabras de quienes investigamos, una evolución conceptual, término que también es empleado por Tamayo y por el filósofo Toulmin. Este último manifiesta la importancia de no caer en una evolución conceptual meramente lingüística, es decir, cuando se logra un lenguaje técnico, ya que realmente el significado de la evolución conceptual va más allá, esto es, que la comprensión de un concepto científico se observa cuando es posible identificar su aplicación según la situación de la cotidianidad.

II.4. Las Imágenes en los Libros de Texto

En este apartado es necesario mostrar algunas de las características que pueden configurar una representación de lo que es un libro de texto: se podría decir que es un legajo de hojas que contienen representaciones escritas e icónicas de los contenidos temáticos de un área del saber supuestamente comprensibles ante los lectores; sin embargo, no todos los libros de texto optan por un modelo como el descrito, puesto que se observa cómo algunos ahora traen la guía del profesor y otros anexan incluso una cartilla de tareas extracurriculares para los estudiantes con medios electrónicos que complementan supuestamente el contenido de dichos libros de texto. Esto muestra lo que en un principio se podría denominar visión absoluta de la ciencia por el estudiante *hoy también podría estar denominada la visión absoluta de la ciencia y de su didáctica por el profesor a través del cristal de la editorial de turno* (Perales, 2006, p. 2).

Luego de mostrar brevemente lo que puede ser un libro de texto, se busca centrar el foco en una parte específica de éste, las representaciones icónicas, que pueden llegar a ser potenciadoras u obstaculizadoras del aprendizaje, debido a varios factores que se tratarán a lo largo de este apartado. En principio para nosotros se considera relevante el papel que desempeña el profesor, donde es fundamental que éste se encuentre especializado en el contenido específico del saber, en la didáctica del mismo y en conocimientos de lectura de imágenes, con lo cual puede llegar a garantizar la calidad de la tarea educativa (González, Vildósola y Gine, 2012). De una u otra forma tampoco es garantía de que estas cualidades del maestro permitan al estudiante una comprensión idónea de las imágenes que traen los libros de texto; sin embargo, es importante resaltar que los docentes deben ser expertos en el área, ya que muchos profesores hoy día deben trabajar en sus clases asignaturas en las que no tienen conocimiento y por esto recurren a dejar guiarse totalmente por el libro de texto (Perales y Vílchez, 2012). De igual forma, el aferrarse a un libro de texto no solo ocurre cuando al docente le imponen trabajar en otra disciplina que no sea la de su formación, puesto que hay investigaciones como las de Smolkin et al. (2009) donde manifiestan que un 85% de maestros de ciencia dependen de un solo libro de texto.

En este sentido, debido a que el libro de texto ha sido, sigue siendo y muy posiblemente continuará siendo importante como herramienta pedagógica para los maestros (Perales y Vílchez, op.cit.; López y Travé, 2013; Lazarowitz, 2014; Rodríguez, De las Heras, Romero y Cañal, 2014; Travé, Estepa y Delval, 2017) éste es pieza clave dentro de esta investigación, y debido a efectos delimitantes del objeto de estudio, el foco central son las imágenes que se han detectado omnipresentes y que han experimentado un incremento del doble por página comparado con lo que hace medio siglo se representaba. Además, se detecta que las imágenes han aumentado pero el texto escrito se mantiene en la misma proporción (Lee, 2010). Por otro lado, las imágenes son reconocidas como un gran apoyo en la educación de las ciencias dado que aclaran contenidos y a la vez entretienen (González et al., 2012) pero también han sido criticadas (Lee, 2010). Una imagen es una forma particular de representación de la realidad y puede ser interpretada de manera diferente (Postigo y López, 2012), en este sentido es complejo abarcar todos los aspectos que puedan acontecer alrededor de ésta.

De ahí que para poder llegar a una aproximación del rol que puede cumplir una imagen en el proceso de la enseñanza y el aprendizaje, sería necesario fundamentarse en diversas disciplinas del conocimiento, pero debido al objeto de investigación que aquí acontece se abarcan aspectos someros específicamente desde tres campos: la Semiótica, la Psicología y la Didáctica de las Ciencias Experimentales.

II.4.1. El Referente desde la Semiótica

La semiótica o semiología es la ciencia que estudia los sistemas de comunicación dentro de las sociedades humanas, siendo De Saussure et al. (1980) los primeros en hablar sobre semiología, definiéndola como una ciencia que estudia la vida de los signos en el seno de la vida social.

La semiótica abarca diversos campos, entre los que se encuentra la denominada semiología icónica, es decir, la semiótica de la imagen visual, bien sea de carácter estrictamente iconográfico o combinado con otros sistemas de signos, primordialmente el verbal o la escritura (De Saussure et al., 1980).

En este sentido, es pertinente aclarar las diferencias básicas que existen entre el lenguaje verbal y el visual. Para el lenguaje verbal, existe una relación entre los signos (palabras y sonidos) en cuanto a su sintaxis, la cual contiene unas reglas ya preestablecidas; en el lenguaje visual su significado se constituye por analogías con objetos que ya se conocen previamente, sin embargo, cuando se refiere al caso de una representación de índole abstracto no aplicaría este tipo de constitución (Perales, 2006).

De ahí que, según Perales (op.cit.), para que se produzca una verdadera comprensión de las imágenes que vienen en los textos escolares o de las que el propio docente representa en su pizarra, es vital que el estudiante conozca las reglas sintácticas que fueron empleadas a modo implícito por quienes realizaron la representación icónica. Lo anterior debido a que

“la semiótica de la imagen establece que toda lectura icónica exige un código de carácter específico que, aunque figurativo, no es inocente; la naturalidad no existe en este ámbito. Pero, dado que los códigos utilizados para la elaboración de la imagen no siempre obedecen a reglas estrictas, el alumno y el educador pueden encontrar un material propicio para su investigación en el aula”. (p. 16).

Ante estas situaciones y para continuar en la misma línea que se está tratando, se trae a colación un apartado teórico, las representaciones, retomado de los referentes que se tuvieron presentes para el Trabajo Fin de Máster, ya que en alguna medida fue el desencadenante del estudio que actualmente se plantea.

Las representaciones desde la historia hasta el mundo de hoy han sido una temática relevante en el campo de la enseñanza de las ciencias, y son definidas según Greca (2000) como cualquier notación signo o conjunto de símbolos que representan algo del mundo exterior o del mundo interior. Por su parte, Eysenk y Keane (2000) las definen como:

“cualquier notación, signo o conjunto de símbolos que re-presenta algo para nosotros. Es decir, lo que representa algo en ausencia de esa cosa, por regla general, lo que es un aspecto del mundo externo o un objeto de nuestra imaginación (es decir, nuestro propio mundo interno)” (p. 244).

Existen dos tipos de representaciones, las externas y las internas, pero, de acuerdo a los asuntos que son objeto de estudio en este trabajo, interesan

principalmente las *representaciones semióticas* o *representaciones externas*, donde a su vez es necesario reconocer parcialmente el papel de las *representaciones internas* o *mentales*, e igualmente, señalar las relaciones y diferencias entre estos tipos de representación.

Según Marckman (1999) citado en Henao (2010) hay posibilidades de identificar cuatro componentes que caracterizan toda representación:

“a) un mundo representado -algún aspecto del mundo o de nuestra imaginación-, b) un mundo representante -o dominio, simbólico o analógico, que contiene la representación-, c) reglas de representación -que mapean los elementos del mundo representado en el mundo representante- y d) el proceso de representación -sin el cual los elementos anteriores sólo crean un potencial, pero no una representación en sí”. (p.28).

Por su parte Duval (2004) alude a los tres integrantes de toda representación: a) el objeto representado, b) el contenido de la representación, es decir, lo que una representación presenta del objeto y c) la forma de la representación, o sea su modalidad o registro.

En este sentido, se mostrarán las diferencias y relaciones entre las representaciones externas y las representaciones internas como se había mencionado anteriormente. Las primeras, según Eysenck y Keane (1994), son utilizadas día tras día, las cuales pueden ser: dibujos, mapas, historias, etc.; y, en general, son de dos tipos: a) *las pictóricas o diagramáticas* y b) *las lingüísticas*. Continuando, dicen que las *representaciones internas* pueden ser: a) *distribuidas* y b) *localizadas o simbólicas*, dentro de éstas se ubican, de un lado, las *representaciones analógicas* y, de otro lado, las *representaciones proposicionales*.

De antemano es importante tener presente el porqué es de mayor relevancia en este estudio destacar las *representaciones externas* o *representaciones semióticas*. La respuesta a lo anterior es por dos razones, la primera porque la transposición didáctica pasa necesariamente por la utilización de los sistemas semióticos de representación, donde se acude al término sistema semiótico, ya que cada signo sólo funciona como tal dentro de un determinado sistema, asunto ya señalado por Vigotsky (1995). La segunda razón es porque se puede realizar una lectura de las representaciones externas, caso que es casi imposible de

lograr en las representaciones internas, ya que leer la mente no es trabajo de los didactas.

En relación a lo anterior, cabe anotar que las *representaciones externas* modifican las *representaciones internas o mentales*, de ahí el interés de estudiar las primeras.

Para realizar este estudio se toman en cuenta las ideas expuestas por Eisenk y Keane (1994) y las de Martí y Pozo (2000) sobre las representaciones externas, donde los primeros aglomeran las representaciones externas de la siguiente forma: a) *las representaciones pictóricas o diagramáticas*, que parecen captar mucho más sobre el mundo que las b) *representaciones de tipo lingüístico* o descripciones: indiscutiblemente, se necesita mucha información lingüística si se quiere describir en lenguaje la representación de, por ejemplo, un diagrama o del montaje de un experimento.

De este modo, las representaciones pictóricas, por ser de tipo analógico, se relacionan especialmente en la estructura de lo que representan; contrariamente las representaciones lingüísticas no tienen la propiedad analógica, ya que la relación de la señal lingüística con lo representado es arbitraria (Henao, 2010).

Adicionalmente a lo señalado, Eysenck y Keane (1994) afirman que las representaciones tipo lenguaje se caracterizan por: a) ser *discretas*, es decir, por estar conformadas por símbolos individuales, como las palabras, b) *requerir símbolos explícitos para expresar una relación* –por ejemplo, las preposiciones- c) *obedecer a un conjunto de reglas que permiten organizar los símbolos* y d) *ser abstractas*. Contrario a esto, las representaciones pictóricas se caracterizan por: a) *no estar constituidas por alguna unidad específica*, b) *no requerir de símbolos explícitos individuales para establecer relaciones*, c) *no obedecer reglas de combinación* y d) *ser concretas*, por estar fuertemente relacionadas con la modalidad visual. Dicha modalidad en esta época ha prevalecido con mayor potencia, dado que es llamativa a los ojos de la sociedad, de ahí el dicho popular: una imagen dice más que mil palabras. Con lo mencionado no se están desdibujando las representaciones de tipo lingüístico, simplemente se alude a la importancia que juegan actualmente las imágenes.

Desde la perspectiva de Martí y Pozo (2000) las representaciones externas se clasifican en no permanentes y en permanentes, donde la primera categoría incluye *lenguaje oral o de signos, por ejemplo, los gestos*. La segunda categoría

abarca las *analógicas como los dibujos, mapas e ilustraciones*; un ejemplo más específico puede ser: el ecosistema que muestran los textos escolares o los mapas con dibujos figurativos que indican la diversidad mundial como se presenta en la Figura II.19. Igualmente, los códigos arbitrarios como la escritura y los números hacen parte de las representaciones permanentes, por ejemplo, la fórmula O_2 . Finalmente, dentro de esta segunda categoría se encuentran las representaciones analógicas de relaciones o parámetros como los gráficos y los diagramas, como por ejemplo la cadena alimentaria representada en un diagrama como el presentado en la Figura II.20.

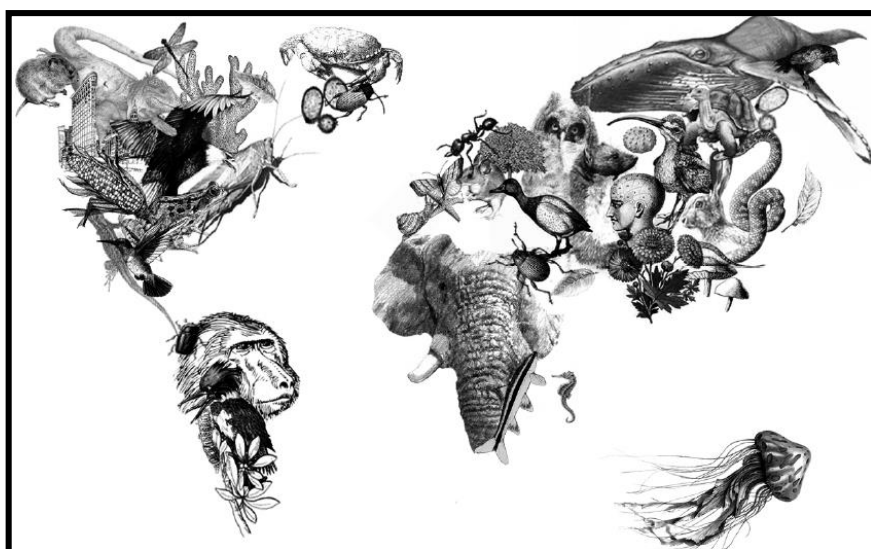


Figura II.19. Representación de la diversidad del mundo según Fuentes (2015, p.1

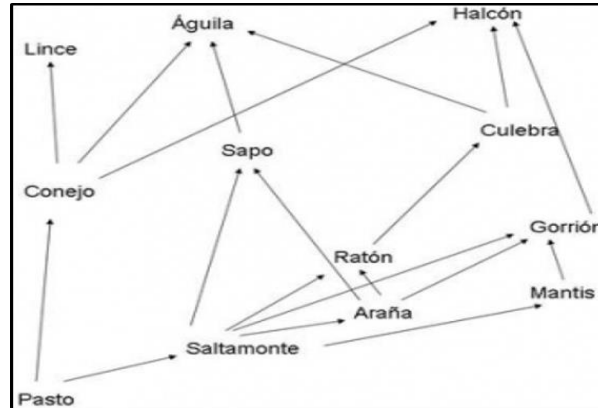


Figura II.20. Representación de una cadena alimentaria según Fuentes y García (2009, p.1499)

Teniendo en cuenta la clasificación que dichos autores dan a las representaciones externas, a su vez creen que, en conjunto, estas representaciones, a pesar de tener cierta especificidad, comparten la relación de poseer dos características, la primera hace alusión a que son objetos perceptibles, con determinadas características espaciales; y la segunda a que son objetos representativos por lo que remiten a otra realidad. En otras palabras, lo que se quiere dar a entender es que los sistemas externos de representación no son la traducción directa de una realidad, son modelos de esta realidad con determinadas limitaciones y, como modelos representativos, establecen una nueva realidad, permitiendo encontrar nuevas relaciones del referente.

Habiéndose expuesto las propuestas de Eysenk y Keane (1994) junto con las de Martí y Pozo (2000) con respecto a la identificación que aquellos presentan frente a las representaciones, es clave mostrar en la Figura II.21 un esquema que resume ambas posturas:

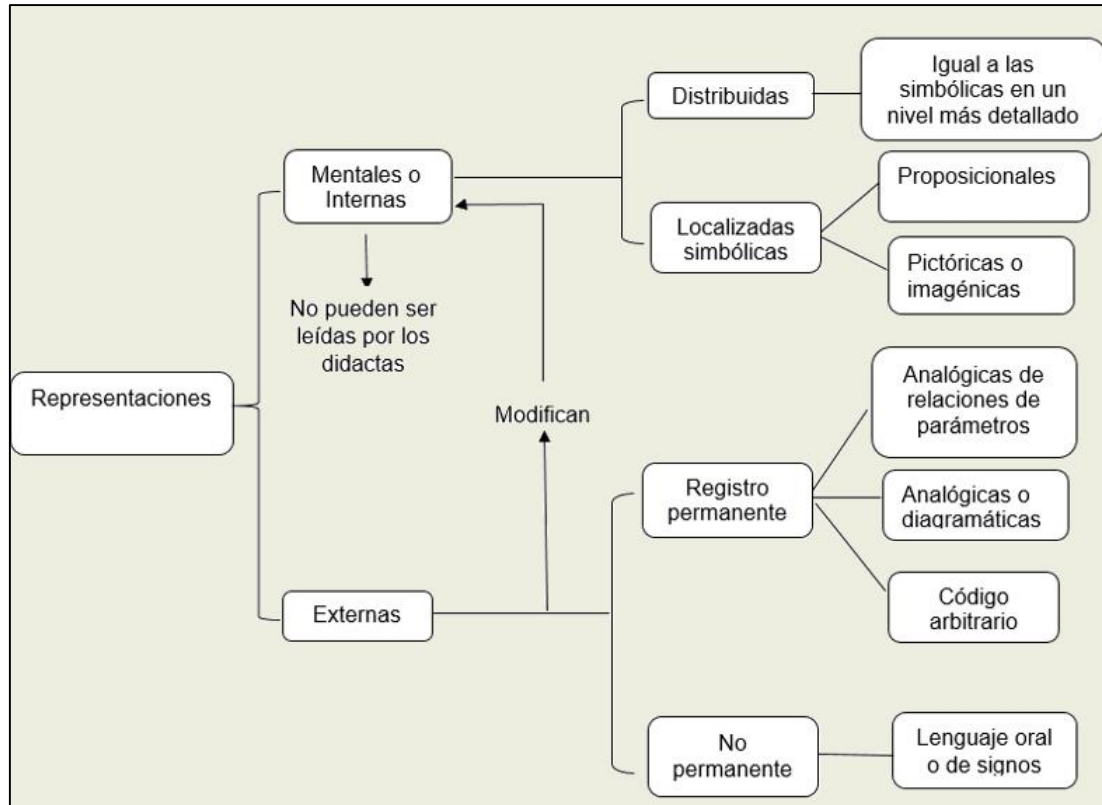


Figura II.21. Clasificación de las representaciones

II.4.2. El Referente desde la Psicología y la Didáctica

Este apartado amerita iniciarse a través de un interrogante, ¿qué es una imagen? Antes de pretender dar una posible respuesta hay que aclarar que las imágenes se han venido trabajando desde hace ya un tiempo, solo que en el mundo actual han tomado mayor relevancia. En este apartado partimos de aspectos psicológicos que implican tratamientos didácticos.

En relación a lo anterior, para Aristóteles una imagen era el medio principal del pensamiento; para los oradores de la antigua Grecia las imágenes fueron útiles en el empleo de la técnica nemotécnica que todavía es empleada hoy en día como una ayuda para mejorar la memoria de las personas. Este interés en las imágenes se puede rastrear en una línea continua a través de los filósofos (Eysenck y Keane, 2000).

Habiendo intentado clarificar el interés que se le ha prestado a la Imagen, se observa la necesidad de esclarecer un posible significado para lo que es una imagen, por lo tanto, para Perales (2006) una imagen es:

"una representación de seres, objetos o fenómenos, ya sea con un carácter gráfico (en soporte papel o audiovisual, fundamentalmente) o mental (a partir de un proceso de abstracción más o menos complejo) (p. 14).

Las investigaciones sobre las imágenes pueden llegar a ser muy diversas, por ejemplo, Eysenck y Keane (2000) presentaron tres estudios que muestran las propiedades importantes de las imágenes mentales, donde el primero abarca un estudio sobre rotación mental que muestra cómo las personas podemos rotar las imágenes visuales. El segundo estudio trata sobre la exploración de la imagen, el cual brinda una idea de cómo las personas podemos "escanear mentalmente" una imagen visual. El tercer estudio contiene la reinterpretación de las imágenes de figuras ambiguas.

En efecto puede haber muchos estudios sobre las imágenes, pero para fundamentar desde un referente Psicológico un aspecto clave es identificar el procesamiento que puedan tener esas imágenes, para esto existen diferentes modelos que intentan explicar los dispositivos que dicho procedimiento conlleva, pero en este caso solo se trae a escena los dos modelos que presenta Perales (2006), donde el primero trabaja lo que es la doble codificación sustentado por Paivio (1971, 1986) citados en Perales (op.cit.), el cual explica el procesamiento de las imágenes a través de una doble vía incluyéndose en una lo no verbal y en la otra todo lo verbal, guarda cierta dependencia entre ambas. Este modelo abarca dos representaciones, la primera es una representación física, la cual incluye lo que son las representaciones lingüísticas e icónicas que al parecer presentan un orden de tipo analógico-continuo. La segunda es una representación mental la cual se estructura en tres niveles: a) *las representaciones que son de tipo observable*, las cuales se logran manifestar mediante el lenguaje o la imaginación; b) *las estructuras y procesos mentales que las sustentan*; y c) *los modelos teóricos* que intentan aproximarse a esos mecanismos que los rigen. Este modelo indica que las imágenes que permiten llegar a obtener la memorización de algunos textos se explican bajo el continuo uso de los dos canales allí descritos, facilitadores de interconexiones con la memoria de trabajo.

Por otro lado Schnotz (2002) citado en Perales (2006) propone un modelo que integra el procesamiento del texto y de la imagen, donde para la imagen considera que también se hace un procesamiento similar al de los modelos propuestos para la comprensión de los textos escritos, estructurando la comprensión de las imágenes a través de varios niveles: a) *percepción de su estructura visual*; b) un *modelo mental*, en otras palabras, relacionar esa estructura visual con las concepciones previas que tenga la persona; c) una *representación proposicional*, es decir, transformar el modelo mental en una proposición lingüística; d) la *comunicación o manifestación*, sería como el contexto donde se da lugar el procesamiento de la imagen; y e) una *representación general* que abarca la imagen y las funciones que esta desempeña.

Al parecer el modelo de la doble codificación de Paivio continúa siendo el más referenciado en investigaciones que involucren el ámbito de las imágenes (Perales, 2006) y, por otra parte, se han iniciado investigaciones de educación en ciencias que han guiado su interés particular en las imágenes externas y el uso que estas mismas puedan implementar en la escuela (Fanaro, Otero y Greca, 2005).

Por otro lado, se han encontrado en estudios desde la Psicología cognitiva que las imágenes externas necesariamente no originarían representaciones mentales, aunque estas se relacionen en algún momento; se dice que la percepción y la imaginación son dos procesos distintos. El caso es que llegar a interpretar una representación externa independientemente de que sea verbal o icónica es algo complejo lo que Fanaro et al. (2005) denominan “Top-down”, dicho proceso supone la representación interna de la información externa de manera personal, constructiva, integrando tanto representaciones de carácter semántico como analógico.

Las representaciones externas de tipo icónico a nivel de los libros de texto han traído consigo ciertas concepciones, entre las cuales se pueden categorizar de dos clases, las que atribuyen un beneficio como facilitadoras del aprendizaje, ya que son consideradas más sencillas que las palabras y donde los maestros toman cierta postura ingenua frente a la complejidad del procesamiento de las imágenes y las que, por el contrario, no son tan facilitadoras del aprendizaje puesto que acreditan que las imágenes no son tan fáciles de comprender, por lo

que se puede decir que la primera concepción es una de las más destacadas y nominada como “psicología popular” (Fanaro et al., 2005).

En lo que acontece para las imágenes como representaciones externas vale rescatar que, independientemente de su complejidad o no para ser procesadas, son rentables para ampliar la memoria de trabajo ya que son componentes intrínsecos de muchas tareas cognitivas (Zhang, 1997).

Es indiscutible que vivimos en una cultura que está inmersa en las imágenes (Pozzer y Roth, 2003 y Perales, 2006) que permea en nuestro caso, la escolaridad dentro del mundo de los libros de texto.

Por ejemplo, cuando se hallan varios elementos figurativos, rótulos o etiquetas, se dice que se incrementa el grado de dificultad para leer o interpretar una imagen; cuando se evidencia cortes tipo secciones o algún detalle como la presencia de bacterias en formato ampliado, se requiere el conocimiento de normas específicas para lograr una interpretación (Maldonado, González y Jiménez, 2007); el color también juega un papel importante a la hora de lograrse una interpretación adecuada, siendo más significativas las ilustraciones representadas a color que las de blanco y negro (Díaz y Hernández, 2004).

Hasta el momento se ha observado cómo la utilidad y el procesamiento por el que atraviesan las imágenes en la comunidad educativa, específicamente entre maestro y alumno, ocurre de manera muy diversa, ya sea por el punto de referencia o conocimiento específico que predomine en cada uno. Así vale la pena mencionar lo que Kearsy y Turner (1999) manifiestan al respecto: los docentes no son los mejores jueces para elegir el material adecuado (imágenes) para sus clases y, por otro lado, los estudiantes están en una constante demanda de imágenes que les faciliten la comprensión de sus estudios, es por ello que cada día se hace más necesario indagar en estos aspectos para orientar a los maestros en vista de la demanda exigida por la población estudiantil. A pesar de lo anterior, la reflexión ante las representaciones ha sido mucho menor de lo que debería ser, puesto que para poder saber qué es lo que se requiere cambiar de modo que sean comprensibles y estén cercanas a los modelos científicos (Pozo, 1999), es vital ahondar más en ellas.

Haciendo una retrospectiva, recordamos que las concepciones que se poseen de una u otra forma saldrán a flote y serán plasmadas como representaciones, por lo que si un maestro pretende ayudar a su estudiante a re-describir sus

concepciones implícitas concatenándolas con otras concepciones explícitas, mediante diversas estrategias de enseñanza, es pertinente que se realice un análisis exhaustivo de esas representaciones. Lo anterior es necesario para ayudar en esa re-descripción o acomodación de las nuevas concepciones, donde el estudiante pueda observar que esa nueva representación, explica de una mejor manera la ciencia con la que se esté trabajando y que la puede considerar aplicable en su contexto cotidiano.

En este sentido, una de las estrategias que apoyaría todo lo mencionado, consiste en indagar más en las formas de argumentar y contrastar modelos a partir de situaciones cotidianas, las cuales evidencien las formas de explicar las ciencias (Sánchez, 1999).

Adicionalmente a lo antes mencionado, hay que tener claro que para leer un diagrama científico altamente abstracto se necesita de habilidades muy diferentes a las requeridas para leer imágenes corrientes del diario, como por ejemplo las fotografías del periódico; por lo tanto, es vital que los estudiantes de hoy en día inicien un proceso para desarrollar habilidades de alfabetización visual para así llegar a comprender las representaciones icónicas de índole científico (Lowe, 2000).

La enseñanza y aprendizaje en representaciones icónicas es un componente esencial de la educación científica y tecnológica de hoy, pero que lamentablemente han sido desatendidas por los maestros Lowe (op.cit.). Tanto es así que cuando se utiliza alguna ilustración en clase, el maestro en muchas ocasiones no hace explícita la relación de ésta con el discurso proporcionado a los estudiantes y es así cuando se cae en el descuido de la función que el docente está desempeñando como mediador entre la ilustración y el estudiante (Tapia y Arteaga, 2012).

Ante estas consideraciones, estamos en acuerdo con Coleman, McTigue, y Smolkin, (2011) al destacar que la instrucción de los docentes en el uso de imágenes está limitada, de ahí la frecuencia y la profundidad con que es empleada en las clases. Por tanto, estamos convencidos como señala Reyes et al. (2017) en la inmediatez de iniciar procesos de alfabetización visual.

II.4.3. El Uso de las Imágenes en la Enseñanza-Aprendizaje

Según Perales (2006) son pocas las referencias bibliográficas que se tienen frente al uso de estrategias para la enseñanza y el aprendizaje que se hayan basado en las imágenes y de ese papel que desempeñan dichas imágenes en medio del marco de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Debido a esto, se observa que el análisis de las imágenes que traen los libros de texto es uno de los caminos para continuar ampliando esta línea. De ahí que se haya encontrado que la intención que tienen los libros de texto es la de enseñar, donde cada libro en particular construirá su estructura de acuerdo a la función didáctica que desee transmitir (Lloréns y Jaime, 1995), que frecuentemente es la de informar o ampliar los conocimientos del lector, lo que en un lenguaje técnico se le denomina función de tipo expositiva (Izquierdo y Rivera, 1997).

Hay muchas variables que influyen en el aprendizaje a partir de los libros de texto, pero para este estudio el foco está en las imágenes que éstos incluyen, ya sean por las etiquetas que presentan o por la propia funcionalidad al concatenarse con el texto escrito. Ante esto, se puede decir que el que ocurra un aprendizaje en el estudiante a través de un texto depende de múltiples variables como las que se han mencionado, pero a su vez depende de lo que el sujeto hace para aprender, que en palabras de Otero (1997) se denomina actividades “matemagénicas” (actividades que dan lugar al aprendizaje).

Otras investigaciones como la de García y Perales (2007) pueden en su medida aportar a lo que Otero (op.cit) alude, ya que si los maestros incrementaran actividades que implicaran realizar el análisis de gráficas, a su vez los estudiantes de una u otra forma se verían en la necesidad de implementar y aplicar otras actividades para aprender a manipular los múltiples datos que reciben a diario en sus escuelas, por lo que realmente este análisis de gráficos puede llegar a facilitar la ampliación de la lógica cognitiva.

Lo anterior es factible ya que las imágenes (gráficas para el ejemplo del párrafo anterior) poseen la capacidad de describir la realidad cuando éstas son empleadas en la presentación de situaciones que, a su vez, incorporan una serie de preguntas exclusivas acerca de ellas para desencadenar en los estudiantes respuestas secuencialmente establecidas que se denominan pseudoinductivas (Jiménez y Perales, 2002).

En este sentido, Mayer et al. (1995) consideran que para obtener un aprendizaje significativo en los estudiantes se requiere la construcción de conexiones entre representaciones visuales y verbales de un sistema, lográndose medir a través de transferencia de resolución de problemas y que, a su vez, se estima que los estudiantes pueden implementarlas cuando el texto escrito y la imagen se combinan simultáneamente en la memoria de trabajo, situación probable cuando ambas representaciones, la icónica y la proposicional, se encuentran en la misma página.

En síntesis, se desvela cómo el libro de texto se ha convertido en el material más utilizado como modelo de currículo (Cuéllar, Pérez y Quintanilla, 2005) y puede comprobarse en su volumen de ventas; en el caso de “España, desde hace algunos años, se estima que dos editoriales, Santillana y Anaya, controlan en conjunto más del 60% del mercado.

A pesar de que, el libro de texto siendo parte fundamental tanto para el maestro como para el estudiante, según Parcerisa (1996) una buena opción con la que pueden contar los maestros es estar dispuestos a elaborar sus propios materiales curriculares, ya que de esta forma se mejorarían ciertos aspectos que posiblemente el docente conozca particularmente y así puedan llegar a ser pertinentes para el tipo de estudiantes con los que el maestro suele encontrarse.

Vale anotar que ya sea que un docente construya su propio libro de texto, lo cual sería ideal, sobre todo si es un experto con tendencias investigativas (Perales y Vílchez, 2012), o ya sea que un docente utilice los libros de texto que se venden en el comercio, éste debe analizar y evaluar los materiales curriculares para así poder seleccionar y/o elaborar los más coherentes con su modelo didáctico y con su planteamiento docente, o con el modelo del equipo docente de su centro escolar.

Para lograr un análisis adecuado de los libros de texto es necesario tener presentes diversas variables, en este caso traemos las expuestas por Parcerisa (1996), donde ponemos una especial atención en la variable ilustrativa, que sirve de referente en este estudio dado que es uno de nuestros objetos a investigar. Sin embargo, nosotros apoyamos esta investigación en algunas de las categorías diseñadas por Perales y Jiménez (2002) que se pueden ver en la Tabla III.4 pero consideramos importante mencionar algunas de las que plantea

Parcerisa (op.cit.) para otros estudios que deseen ampliar su perspectiva en la construcción de libros de texto.

Según el material complementario: en relación al material complementario dirigido al profesorado las dos grandes tipologías son:

- Con material complementario independiente para el profesorado.
- Sin material complementario independiente para el profesorado.

Según los objetivos: los objetivos generales especificados en el material se tendrán que contrastar con los objetivos generales recogidos en el proyecto educativo de la institución educativa. El análisis tiene que proporcionar informaciones en el sentido de si, en función del grado de correspondencia, será necesario que los docentes añadan y /o supriman y/o adapten alguno o algunos de los objetivos del material.

Según las ilustraciones: hay que tener en cuenta que la fuerza de atracción de una ilustración es generalmente proporcional a sus dimensiones y al número de colores utilizado; también influye el entorno que la envuelve.

En los primeros grados o cursos de la educación primaria, los dibujos informativos deberían ser (contrariamente a lo que sucede a menudo) lo más realistas posible; en algunos casos los dibujos serán la única información visual que podrá tener el niño o la niña del objeto, animal o planta. La tendencia a utilizar dibujos estereotipados, con la pretensión de acercarse al tipo de dibujo realizado por los niños y niñas, no es lo más pertinente cuando lo que se pretende es ofrecer datos y características que ayuden a comprender situaciones o fenómenos reales. Por el contrario, cuando las ilustraciones acompañan a textos literarios, y su función ya no es informativa, no es necesario que las características del dibujo se limiten al estilo realista.

Según el tipo de impresión: el análisis de la adecuación del tipo de impresión deberá realizarse en función del tipo de material. En algunos casos, el uso del color será imprescindible cuando tenga que servir para aportar información, como por ejemplo en el caso de ilustraciones de plantas, animales, esquemas complejos, obras de arte, etc. En otros casos, el uso indiscriminado del color solo servirá para incrementar el precio de venta del material.

Un maestro no solo debe tener claro aspectos como los que se mencionaron en los párrafos anteriores para poder llegar a seleccionar o a construir el libro de

texto que se empleará en la institución educativa, sino que también es importante el uso que aquel haga directamente con dicho material curricular ya que si este llega a ser inadecuado lo puede llevar a una desprofesionalización docente (López, 2007).

Para este estudio importan en gran medida las imágenes que incorporan los libros de texto y es por esto que uno de esos usos evidentemente repercute de una forma directa en que dichas imágenes sean empleadas para el aprendizaje de los estudiantes. Por ello como señalan Perales y Jiménez (2004) las imágenes no tienen un significado por si solas, necesitan de un sujeto que las interprete de acuerdo a sus necesidades, al contexto y a sus concepciones previas.

Es allí donde el maestro debe entrar a guiar u orientar al alumnado y así tener una antesala del uso pertinente de las imágenes, puesto que estas se están llevando un porcentaje alto del protagonismo en ámbitos científicos y filosóficos (Ahumada y García, 2005) ya que, según Jiménez y Perales (2002), la utilización de las imágenes tiene más beneficios que el propio texto escrito.

En concreto, se ha observado cómo la imagen puede proyectar diferentes resultados, dependiendo del lector y a su vez de lo que pretenda mostrar el autor o la editorial, esto también se puede evidenciar en investigaciones como las de Korfiatis, Stamou y Paraskevopoulos (2004), que hallaron una tendencia en todos los libros que analizaron consistente en la presentación de una imagen hostil de los animales carnívoros y de los ambientes de montaña, donde en algunos casos, los animales salvajes se presentan como una amenaza directa a la gente, mientras que en otros, estuvo representada la naturaleza como peligrosa para los seres humanos debido a las duras condiciones ambientales. Esto puede continuar permeando la concepción de salvajismo en animales carnívoros, lo cual desde el marco referencial de la biología no es de esta forma tan radical como lo hacen ver.

Ante esta situación se ha venido mencionando que la lectura de una imagen depende mucho de los conocimientos previos del lector, pero a su vez puede construir otros conocimientos o continuar reforzando los previos que posiblemente puedan ser “erróneos”, de ahí la cautela con la cual se debe manejar. Este entrelazamiento de ideas maneja que una representación visual

considerada hostil para un estudiante puede ser considerada favorable para otros.

En vista de las diferentes perspectivas con las que se puede interpretar una imagen, es necesario mostrar en el Cuadro II.9 de manera concisa la aproximación a un método de lectura e interpretación de imágenes en los manuales escolares que propone Badanelli (2003).

Función	Descriptor
Explicativa:	aclara, explicita e interpreta el texto.
Vicarial:	cuando la imagen acapara la información sustituyendo los contenidos verbales.
Catalizadora de experiencias	cuando la imagen tiene como finalidad la ejercitación de una determinada actividad con una intención explícita.
Nemotécnica	se refiere a organizadores visuales, sintetiza el texto.
Motivadora:	sirve de incentivo para el aprendizaje, acciones habituales para el niño, no aportan conocimientos
Decorativa	hacer atractivo el espacio físico.
Monosémica	remite de una manera inmediata al propio objeto.
Polisémica:	tienen un alto grado de abstracción y requiere del observador un mayor entrenamiento en la codificación y decodificación de signos.
Iconicidad:	la medida en que el objeto representado muestra una mayor o menor coincidencia con la realidad. Cuanta más coincidencia mayor iconicidad, cuanto menos coincidencia más cerca estará del signo. La iconicidad a su vez se divide en tres bloques: fotografía, dibujos producidos con afán de realismo y esquemas.

Cuadro II.9. Funciones de las imágenes según Badanelli (op.cit.)

En relación a los párrafos precedentes, McDaniel y Waddill (1994) señala que las imágenes pueden llegar a servir como mnemotecnica, pero esto se aplicaría en el caso de los buenos lectores y no para el caso de los lectores con menor grado de capacidad interpretativa; sin embargo, tampoco excluyen completamente a este tipo de población, es decir, pueden llegar también de una u otra forma a favorecerles de manera mnemotécnica el aprendizaje por imágenes, pero quienes aprovechan el porcentaje más alto son los estudiantes con una mejor capacidad interpretativa.

Siguiendo en esta línea, algunas investigaciones han demostrado que la claridad de figura-fondo es un factor bastante influyente a la hora de recordar una imagen,

pero aparte de esto también se reporta que el color puede ser el que ayude a ampliar la cantidad de observaciones teniéndose en cuenta que esto, a su vez, no implica que se amplíe la calidad de la observación (Franken y Davis, 1975).

Sin embargo, es clave plasmar algunas aclaraciones teóricas respecto al color ya que los efectos que traen unos colores sobre otros suelen ser bastante interesantes, es por esto que el efecto inversión del negro sobre amarillo es especialmente sorprendente, así como el amarillo en blanco, el negro en color verde y el verde sobre fondo blanco. Por otro lado, ni el verde sobre amarillo, ni amarillo sobre verde son capaces de atraer la atención sobre la figura. El rojo cuando se utiliza es como un color neutro de la figura universal (Reid, 1990).

Llevando las imágenes al libro de texto dentro de las aulas, es conocido que muchos maestros tienen un porcentaje de trabajo diario con esta herramienta pedagógica altamente repetitivo; por ejemplo, investigaciones como la de Herlihy (1992) señala que el 82 % del tiempo pasado en actividades de aprendizaje académico se invirtió en el uso de libros de texto en las aulas, donde la creatividad de planeación está siendo omitida frecuentemente.

Emplear continuamente el libro de texto no sería visto con malos ojos cuando se tenga un adecuado uso, es decir, que haya un complemento verdaderamente didáctico que posibilite una evolución conceptual durante el aprendizaje de los estudiantes, ya que los textos suelen tener esa naturaleza propia que a su vez influye para bien o para mal en la cognición de los lectores. El libro de texto es un modelo de la realidad a la que puede hacer ciertas restricciones y, como modelo representativo, crea nuevas realidades y nuevas relaciones (Tamayo, 2001), gracias al uso u orientación que se le brinde.

Por lo tanto hay muchas investigaciones que pueden indicar que el libro de texto, especialmente sus representaciones icónicas, no favorecen el aprendizaje, pero realmente puede que aparte de estas representaciones icónicas también haya otros factores que estén afectando a un adecuado aprendizaje de los estudiantes.

En este sentido, se observa cómo una investigación realizada por García y Perales (2007) revela cierta parte de lo planteado en el anterior párrafo, donde dan una perspectiva que involucra factores como la enseñanza y no se limita única y exclusivamente a la representación icónica que están analizando, las gráficas cartesianas, puesto que para ellos el no obtener un aprendizaje

totalmente favorable podría deberse a una enseñanza en la que se han concebido las gráficas cartesianas como un producto final y como un instrumento matemático, más que como una herramienta útil para construir significados o elaborar explicaciones y predicciones sobre los fenómenos (Ainley, Nadi y Pratt, 2000). En este caso se refuerza una vez más la importancia de saber emplear las representaciones icónicas que encontramos en los libros de texto, e incluso las empleadas en la pizarra.

Otra de las investigaciones que indican que algunas de las imágenes de los libros de texto desfavorecen el aprendizaje es la de Link et al. (2010), dado que encuentran cómo las etiquetas de las fotografías empleadas en la unidad de plantas no concuerdan con el organismo allí representado, dichos datos proporcionan evidencia de que los libros de Primaria están contribuyendo en el estudiante a la incapacidad de nombrar y categorizar plantas, y tampoco se ayuda al fomento de que las plantas son muy diversas ya que hay fotografías que solo indican en su etiqueta la palabra “hojas”.

El lograr un uso pertinente de los diversos instrumentos didáctico-pedagógicos puede permitir una evolución conceptual en el aprendizaje de los estudiantes, donde el significado de dicho aprendizaje para Toulmin (1997) radica en la enculturación, es decir, la inmersión en la cultura científica, lo que implica compartir preguntas, problemas, ideales explicativos, conceptos y sus significados, al igual que la incentivación de las posturas críticas que hacen posible la dinámica evolutiva inherente a cada cultura disciplinar. Este conglomerado de articulaciones representa una didáctica de las ciencias.

Luego de articular los referentes desde la semiótica, la psicología y la didáctica de las ciencias, se considera que para esta investigación es relevante la integración de dichas ramas debido a que en el objeto de estudio se involucra al maestro, quien merece incluirse en aspectos desde la didáctica de las ciencias, puesto que para que éste pueda emplear las representaciones iconográficas del libro de texto de forma adecuada en sus clases, se requiere de cierto conocimiento básico expuesto en este apartado. Así mismo también se tiene como objeto de estudio al libro de texto junto con sus imágenes y para llegar a un análisis pertinente de éstas se necesita conocer algunos criterios básicos, como el estudio de los sistemas de comunicación y, a su vez, los procesos

cognitivos por los que puede pasar una representación mental en los estudiantes para que luego puedan realizar una representación externa.

II.5. Recapitulación del Marco Teórico

Construyendo este marco referencial, obtenemos algunas conclusiones parciales desde los cuatro bloques (La enseñanza y aprendizaje de los ecosistemas, El CDC, El cambio conceptual y Las imágenes en los libros de texto) aquí plasmados:

El primer bloque, *la enseñanza y aprendizaje del ecosistema*, resulta de gran utilidad en esta investigación; al tener en cuenta las dificultades que se pueden presentar en la enseñanza y aprendizaje del ecosistema, donde una de las prioridades para este estudio son las concepciones de los estudiantes, así como las concepciones de la profesora; por tanto, este referente permite soportar el análisis de las mismas, donde se encuentra que muchas de las concepciones que tiene el objeto de estudio llegan a ser generales para otros estudios.

En este primer bloque también nos apoyamos en referentes sobre los libros de texto vs. Currículo en la enseñanza y aprendizaje del ecosistema. Esto para soportar desde la LOE los contenidos mínimos que se requieren a la hora de enseñar el ecosistema con la respectiva competencia que engloba a esta temática. De esta manera este referente, nos facilitó datos que sirvieron de engranaje en otro de los bloques concatenados con el del CDC.

El segundo bloque, *El CDC* facilita abstraer las ideas principales de investigadores como Shulman (1999, 2005, 2012), Grossman (1990), Magnusson et al. (1999), Gess-Newsome (2015), Loughran et al. (2004, 2012), Park y Oliver (2008), Hashweh (2005), Mellado (2014) y Garritz (2007, 2009, 2011, 2015), quienes han realizado valiosos aportes al constructo teórico del CDC. Conocer dichos aportes ayudan a tomar como eje central el modelo propuesto por Magnusson et al. (op.cit.) y algunos aspectos del propuesto por Gess-Newsome (op.cit.), permitiendo tomar posición sobre dichos modelos, en aras de orientar los problemas de esta investigación. Así encontramos que el componente del conocimiento y concepciones de las estrategias instruccionales para enseñar ciencias, que es el implicado en este estudio, está influenciado por

otros componentes del CDC, siendo el de las orientaciones sobre la enseñanza de las ciencias el de mayor influencia.

En esta línea, el hallar estas fuertes relaciones entre los componentes del CDC durante la práctica de la profesora en el aula propicia una configuración del CDC-Ec con sus respectivas componentes, teniéndose presente tanto referentes teóricos como los datos obtenidos de la profesora a lo largo de la investigación. Lo anterior facilita su utilización como referente de conocimiento público para contrastar con el conocimiento personal, coadyuvando en la nutrición del CDC-Ec del profesor y apoyándonos en la tesis de que el CDC-Ec se desarrolla de manera personal fundamentado en las bases del conocimiento profesional de los profesores.

El tercer bloque, *El Cambio conceptual*, permite adoptar la propuesta de Posner et al. (1982) como los iniciadores de las ideas seminales de esta teoría de aprendizaje, facilitándonos el conocimiento de la ecología conceptual que pueda tener el objeto de estudio y entendiendo por qué puede o no haber una acomodación conceptual en los estudiantes, de forma que se llegue o no a producir un cambio o evolución conceptual. Debido a que dicho proceso no es sencillo y por las características intrínsecas del caso se toma posición de lo planteado por estos autores, adoptando pinceladas de otras propuestas.

El cuarto bloque, *Las imágenes en los libros de texto*, utilizando el referente de la semiótica permite diferenciar los tipos de representaciones, definiendo que para esta investigación nuestra orientación solo incluye las representaciones externas.

Desde el referente de la didáctica y la psicología, particulizamos en las representaciones internas y las externas, destacando que para el referente de la didáctica importa en mayor medida las externas. A su vez, se plantea como el procesamiento de la imagen a nivel cognitivo no es sencillo.

En relación al uso de las imágenes en la enseñanza y aprendizaje del ecosistema, representamos un vínculo con lo emergente del referente de la didáctica y la psicología, dado que se encuentra que hay muchas variables que influyen en el correcto uso de las imágenes y por esto nos inclinamos a iniciar procesos de alfabetización visual que faciliten el desarrollo de la competencia meta-representacional en los profesores.

CAPÍTULO III . METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN



Contenido General del Capítulo III

III.1. Algunas indicaciones sobre la investigación educativa

III.1.1. El Paradigma que caracteriza esta investigación

III.2. Tipo de Investigación

III.2.1. El estudio de Caso

III.3. Diseño de la Investigación

III.3.1. El Contexto del estudio

III.3.2. Los Participantes en la investigación

III.3.3. Fases de la Investigación

III.3.4. Instrumentos de recogida de datos

III.3.5. Instrumentos para el análisis de los datos.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

III.1. Algunas indicaciones sobre la investigación educativa

El cuestionamiento constante por encontrar la sistematización de nuevos conocimientos que puedan ser de ayuda en procesos educativos que se dirijan al mejoramiento de la educación, hace posible lo que se denomina como investigación educativa. Según Latorre, Rincón y Arnal (1996) actualmente son múltiples los significados que pueden llegar a representar lo que es investigación educativa, debido a la cantidad de finalidades que puede asignarse, como, por ejemplo, según la concepción de ciencia que se posea. Es por esto que si se considera la peculiaridad de los fenómenos que se puede estudiar en educación, hay especificaciones propias que pueden obstaculizar las descripciones del estudio.

Es así como estos autores resaltan algunos aspectos característicos de la investigación educativa:

"La naturaleza cualitativa de los fenómenos educativos la hace más compleja, los fenómenos educativos plantean mayor dificultad epistemológica, el carácter pluriparadigmático, plurimetodológico y multidisciplinar, la relación peculiar entre investigador y el objeto de estudio, la complejidad de conseguir los objetivos de la ciencia y por último la delimitación" (p. 38).

Aspectos que deben acotarse adquiriendo carácter propio según el interés que atañe a la investigación.

En este sentido, según Gimeno y Pérez (1995) el propósito con que se emprende un proceso de investigación, determina y restringe sustancialmente la investigación educativa, de ahí que sea necesario retomar los alcances que pretende esta investigación para definir el marco epistemológico y las orientaciones metodológicas de la misma. Para este caso la intención va dirigida primordialmente a indagar las imágenes de los libros de texto y su uso en segundo curso de la ESO por el docente y si éste potencia una alfabetización visual.

Retomando una de las características expuestas por Latorre et al. (1996), los enfoques metodológicos son multidisciplinarios y presentan multiniveles, es así

como el problema de investigación determina el método, ya que como afirma Colas y Buen día (1998), lo importante no es hacer investigación cualitativa o cuantitativa, identificarse con tal o cual paradigma, realmente lo valioso es hacer buena investigación, donde lo más relevante es responder al problema teniendo claro que éste es quien indica el método y no al revés. Por tanto, según nuestro problema, ¿cuál es la perspectiva más indicada para alcanzar nuestro propósito al encontrarnos con una diversidad de paradigmas, métodos y enfoques?

Está claro que al tratarse de un estudio donde participan el profesor y los estudiantes junto con el material curricular, en este caso el libro de texto dentro de un contexto natural en el que se desarrolla día a día las diversas actividades de la enseñanza y el aprendizaje y, al no tenerse un control de las variables que intervienen, su primera ubicación está en el marco de una investigación de corte cualitativo caracterizado, según Colas y Buendía (1998), por ese contacto directo entre participantes e investigador que se sustenta bajo unos principios éticos negociados y establecidos y que busca desarrollar un cuerpo de conocimientos ideográficos que describan los casos individuales. Ello supone la incorporación del conocimiento tácito, considerándose éste como esas intuiciones o sentimientos que no suelen expresarse de manera lingüística y el muestreo intencional, que se refiere a un propósito teórico para ampliar datos y donde interesa generar una teoría adecuada a las condiciones y valores locales.

Una vez aclarado este panorama inicial del enfoque metodológico, vemos cómo los supuestos que hemos planteado de base y la realidad de los informantes, junto con las teorías y métodos más apropiados para esta investigación, guían la investigación cualitativa, lo que permite que esta perspectiva facilite el estudio de un caso concreto dentro de un contexto en tiempo y espacio determinados a través de las dinámicas de las actividades en el aula y de los informes declarados por los participantes.

III.1.1. El Paradigma que caracteriza esta investigación.

Defendemos un planteamiento donde la realidad, constituida por variables en constante evolución, se conciba dinámica y donde la investigación educativa facilite la conexión entre la teoría y la práctica, así afirman Gimeno y Pérez (1995):

"La investigación educativa se propone salvar el vacío entre la teoría y la práctica, entre la investigación y la acción, formando y transformando el conocimiento y la acción de quienes participan en la relación educativa,

experimentando al mismo tiempo que investigando o reflexionando sobre la práctica educativa." (p.118).

En este orden de cosas, durante las últimas décadas se ha observado el surgimiento de nuevas perspectivas de investigación conocidas como paradigmas de investigación, considerados, según Latorre et al. (1996), como un conjunto de creencias y actitudes puestas en común por un grupo de investigadores que defienden y adoptan una metodología, que ha sido influenciada desde la historia por tres corrientes, la positivista aplicada a trabajos de corte cuantitativo y experimental, la interpretativa y la socio-crítica inclinada más hacia la investigación cualitativa.

Este estudio presenta afinidad con las características y principios que resalta Latorre et al. (op.cit.) del paradigma interpretativo ya que el estudio se centra en la descripción y comprensión de lo que es propio del participante y no en su generalización intentando el desarrollo del conocimiento idiográfico y reconociendo que la realidad no es estática sino que por el contrario alude a lo dinámico y holístico.

Sin duda el paradigma interpretativo acentúa la comprensión e interpretación de la realidad atendiendo a los significados de los participantes en los contextos educativos, estudiando intenciones, creencias y otros aspectos del proceso educativo que no suelen ser observables a simple vista ni aptos para la experimentación.

Por su parte Colas y Buendía (1998) precisan que el enfoque interpretativo tiene una variedad amplia de posicionamientos que se apoyan básicamente en tres postulados:

- a).La ciencia no es algo abstracto y aislado del mundo, por el contrario depende de este y del contexto social, porque sin este no sería fácil comprender la conducta humana pues es dentro de éste que se relacionan e interpretan las diversas acciones y sentimientos.
- b).El comportamiento humano es más complejo que el de otros seres vivos, y por tanto su explicación es diferente a como se explican los fenómenos en las ciencias naturales.
- c).Las teorías son relativas, ya que la sociedad se desempeña con valores propios y estos cambian con el tiempo.

Es así como este enfoque parte del reconocimiento explícito de la constante influencia que tienen los valores en las prácticas de investigación.

III.2. Tipo de Investigación

Después de perfilar los referentes teóricos del paradigma de investigación enmarcado en este estudio, es preciso pasar a la delimitación de la investigación siguiendo la línea propuesta por Latorre et al. (1996) según las modalidades siguientes:

(a) De acuerdo a la finalidad. *Es aplicada* porque explora cómo son las imágenes del libro de texto y como el uso de éstas que la maestra implementa en la actividad de aula puede favorecer o no la evolución conceptual del ecosistema en los estudiantes, situación que implica una resolución del problema práctico para el mejoramiento didáctico del profesor.

(b) De acuerdo al alcance temporal. Presenta un corte *longitudinal* dado que los datos han sido recolectados en distintos momentos a lo largo de tres meses, dado que estudian las concepciones de cuatro estudiantes mediante un pre-test un test y un pos-test. Cabe señalar que se sumergió en el campo donde interactúan los informantes antes que la profesora iniciara al tema de interés para esta investigación, en concreto los ecosistemas. Esta anticipada inmersión al instituto se realiza con el objetivo de disponer de una percepción total del escenario donde se desenvuelve el objeto de estudio.

(c) En relación a los objetivos. Consideramos que pueden presentar tres niveles. Es un estudio de tipo *exploratorio*, en principio se obtiene un conocimiento previo de las concepciones que presentan los estudiantes sobre el concepto de ecosistema a través de concepciones explícitas (pensamiento declarativo). De igual forma se obtiene un conocimiento previo de las concepciones que la profesora presenta sobre las estrategias instruccionales (las imágenes de los textos, específicamente) a través de concepciones explícitas.

La investigación alcanza la tonalidad de la investigación *descriptiva* cuando se exterioriza, identifica y describen las concepciones explícitas tanto de los estudiantes como de la profesora al igual que las imágenes sobre ecosistema que incluye el libro de texto en consonancia con el sistema de categorías establecido.

A este estudio también le atañe lo *interpretativo y explicativo*, ya que durante el contraste de concepciones explícitas (pensamiento declarativo) y las implícitas (detectadas mediante la observación) se procura comprender y explicar el porqué de esas concepciones y cómo incide en éstas las imágenes del libro de

texto mediante la metodología implementada por la profesora. De otro modo, podría entenderse como la identificación de una parte de ese CDC-Ec de la profesora a través de la valoración de esas concepciones explícitas e implícitas.

(d) De acuerdo al carácter de la Media. Está orientada a la investigación *cualitativa*, profundizando en el estudio de los significados del pensamiento y acciones de los informantes. Se precisa que, a pesar de que el tratamiento de la información se focaliza en lo cualitativo-interpretativo, también se emplean algunos aspectos estadísticos específicamente para el análisis de los resultados de esta investigación, donde se tiene presente el manejo de la técnica informática del Excel que permite organizar los datos de manera estadística mediante la representación de diagramas en barra y tortas, con la finalidad de facilitar la percepción de dichos resultados y mostrar en términos de porcentajes las frecuencias de las categorías.

(e) Según el marco en que tiene lugar. Es una *investigación de campo*, dado que se lleva a cabo en el aula dentro del desarrollo natural de la clase de ciencias de la naturaleza.

(f) De acuerdo a la concepción del fenómeno educativo. Se trata de un estudio *idiográfico* que resalta el contexto del entorno particular en que se desenvuelve el estudio, atendiendo a las concepciones explícitas e implícitas de la profesora experta junto con sus estudiantes de segundo curso de la ESO y a unas imágenes específicas de los libros de texto y sin pretender obtener generalizaciones a otros campos, ni llegar a postulación de leyes universales. Es decir que la interpretación y explicación de los pensamientos declarativos y de aspectos intrínsecos de los informantes concierne al estudio de caso, donde la validez está fundamentada en la coherencia interna del mismo, dejándose al descubierto la relación entre las explicaciones que permiten dar solución a las cuestiones de pesquisa y los datos obtenidos en el momento de recogida de información.

III.2.1. El estudio de caso

El enfoque de investigación cualitativa que se acomoda a este trabajo es el *Estudio de Caso* dado que se estudia un sistema que está integrado por la profesora de ciencias de la naturaleza, cuatro estudiantes y los libros de texto, centrado en las imágenes del ecosistema.

Respecto a lo anterior, coincidimos con la propuesta de Stake (2007), ya que para este autor el caso es un sistema integrado, donde no necesariamente las partes deben funcionar a la perfección e incluso se puede contar con unos objetivos irracionales, pero que al fin y al cabo sigue siendo un sistema.

En el marco teórico de este enfoque de investigación cualitativa se ha encontrado que *el caso* puede ser un programa, un acontecimiento, una actividad o un conjunto de individuos definidos en tiempo y lugar; de antemano *un caso* es elegido y delimitado por el propio investigador, donde puede tenerse como caso una entidad o varias entidades, pero que al adicionarse más situaciones individuales menor será la profundización de análisis para la situación total.

Este enfoque proporciona descripción, análisis e interpretaciones realizadas por el investigador, donde estas interpretaciones o afirmaciones surgen a lo largo de hallazgos derivados de cada uno de los datos recogidos para la investigación (McMillan y Schumacher, 2005). Es por esto que resaltamos su característica heurística que permite el descubrimiento de nuevos significados e invita a proponer iniciativas de acción (Sabariego, Massot y Dorio, 2009).

Según Stake (2007, p. 49-50) el estudio de caso se caracteriza, entre otras cosas características por ser:

- a) *Holístico*: el contexto está bien definido, hay una delimitación concreta del caso y antes que nada busca entender su propio objeto más que hallar diferencias con otros.
- b) *Empírico*: encaminado al campo de la observación tratando de ser naturalista y no intervencionista, se prefieren las descripciones naturales.
- c) *Interpretativo*: en el trabajo de campo se reconocen hallazgos que son importantes para dar respuesta al problema de investigación, pero siempre se tiene claro que la investigación es una interacción entre el investigador y el objeto de estudio.
- d) *Empático*: la intencionalidad del actor es su primordial atención sin dejar de lado el buscar sus esquemas de referencia.

Como ventajas sobre el estudio de caso, Latorre et al. (1996) resaltan:

- a) Facilita profundizar en un proceso de investigación partiendo de unos primeros datos analizados
- b) Es conveniente para investigaciones a pequeña escala, en un marco limitado de espacio, tiempo y recursos.

- c) Es un sistema abierto que permite retomar otras condiciones personales o institucionales diferentes.
- d) Es adecuado para los docentes que participen en la investigación.
- c) Lleva a la toma de decisiones, a comprometerse, a descubrir prejuicios o preconcepciones, a tomar decisiones basadas en la objetividad.

Los estudios de caso pueden detectar múltiples realidades partiendo de las perspectivas que presente cada uno de los informantes, utilizándose entonces técnicas como el cuestionario o test, la observación, la entrevista y la revisión de documentos para recoger los datos, aspectos que se abordan con detalle en el siguiente apartado.

Para Stake (2007) el análisis de datos en los estudios de caso debe tener una interpretación continua de los ejemplos individuales, de modo que pueda llegar el momento de expresar algo de ellos como conjunto o como unidad. Procedimiento que encaja fuertemente con los planteamientos del diseño de las categorías establecidas a través de la literatura consultada.

Además de las anteriores características evidentes en un estudio de caso, también se debe validar la información recolectada y para esto se realiza la triangulación de tiempo, ya que se tomaron datos en distintos momentos (antes, durante y después), con la finalidad de corroborar la estabilidad de las concepciones presentes en el objeto de estudio o para constatar una posible evolución conceptual sobre el ecosistema y a su vez favorecer la indagación del conocimiento y las concepciones sobre las estrategias instruccionales que desvelen el uso que la profesora da a las representaciones icónicas del libro de texto. De igual forma se realiza la triangulación de datos ya que se emplean diversos instrumentos para la recolección de la información, los cuestionarios, los registros mecánicos (las entrevistas y la grabación en audio de clases) y la observación directa.

III.3. Diseño de la Investigación

El diseño de nuestro estudio está basado en cinco fases, nominadas: planeación, exploración, compilación, validación e interpretación, teniéndose en cuenta que cada una guarda significado e importancia en su momento para el desarrollo de esta investigación, así como la relación intrínseca entre ellas.

Es preciso resaltar que hay fases pertinentes para la aplicación de instrumentos de primer orden, ya que éstos permiten realizar la toma de datos, igualmente hay

fases idóneas para la implementación de los instrumentos de segundo orden, permitiendo un acercamiento al análisis de la información recolectada.

Hay que tener presente que todo lo anteriormente mencionado gira en torno a nuestro estudio de caso que se compone de la profesora, los estudiantes y de las ilustraciones en los libros de texto.

Bajo estos criterios, consideramos que nuestro diseño de la investigación podemos representarlo en la Figura III.1.

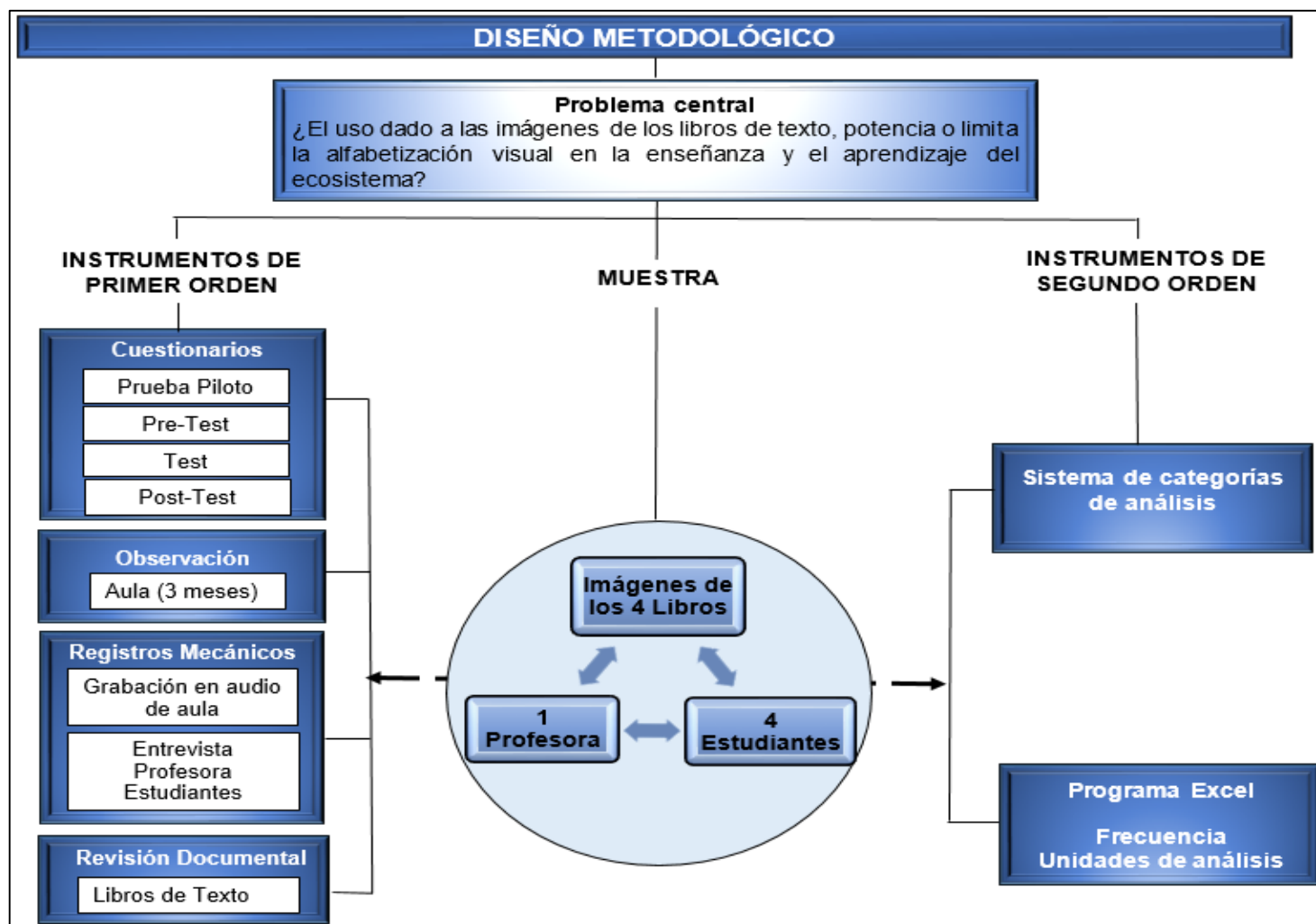


Figura III.1. Estructura de la metodología empleada en la investigación

III.3.1. El Contexto del estudio

El escenario donde se lleva a cabo esta investigación es en un Instituto de la Comunidad autonómica andaluza, que se encuentra ubicado en un municipio de la provincia de Huelva, el cual omitimos su nombre por cuestiones de confidencialidad.

Dicho municipio tenía una población aproximada de 13.900 habitantes en el año 2010. La economía del municipio es principalmente de tipo agrícola (viñedo, fresa, melocotón), permitiendo así un nivel socio económico medio para los informantes de este estudio. Los hábitos culturales que se destacan son el folclore, Semana Santa, las Cruces, fiestas y el turismo

El instituto presenta en sus alrededores construcciones de casas y apartamentos, no se observan zonas verdes. El aula de clase es pequeña, los puestos son dobles, es decir, un pupitre para dos estudiantes, pero con sillas separadas, hay una pizarra y el escritorio de la profesora. En general el instituto es relativamente pequeño, la zona de tomar el descanso son las canchas de baloncesto, donde no se observa ninguna zona verde.

III.3.2. Los Participantes en la investigación

Para el estudio se cuenta con una profesora, cuatro estudiantes, y cuatro libros de texto. La profesora realmente fue un caso difícil de conseguir, ya que hoy en día a los docentes no les agrada mucho que se les observe en sus clases, tal vez por creencias erróneas como las de llegar a juzgarle sus métodos y poder dejarlos al descubierto ante los superiores y directivos, sintiendo entonces algún reparo en relación con su trabajo; otros posiblemente porque creen que el hacer parte de una investigación les implica dedicar un tiempo extra para estar a la disposición de quien investiga.

Estas y otras creencias de los maestros ante las investigaciones son las que obstaculizan el poder encontrar un posible caso para estudiar; además de lo que ya se expuso, se cuenta que quien realiza este estudio es extranjera y solo conoce algunos profesores vinculados al máster en común que realizaron años atrás. Por lo tanto, quien investiga tocó varias puertas sin resultados positivos, atendiendo a que, si alguna profesora estaba dispuesta a ser observada durante

varios meses, no se encontraba dando el curso que trabaja los ecosistemas, temática que importa para esta investigación.

Después de una ardua búsqueda se halló una profesora a la cual se le explicó en qué consistía la investigación y que se requería al investigador dentro del aula de clases, donde así mismo en varias ocasiones podrían tener encuentros fuera de ésta para poder obtener una información más detallada. Teniendo en cuenta lo anterior, la profesora acepta firmando el consentimiento informado.

En honor al permiso otorgado por la profesora y con la finalidad de garantizar absoluta confidencialidad de la información, se opta por cambiar los datos personales como: nombre, institución educativa y municipio.

Los nombres empleados de aquí en adelante son:

Para la profesora: “Celeste”

Para los estudiantes implicados: Diana, Tomás, Luciana y Camilo

Para los libros de texto:

- ✓ Balibrea, S., Reyes, M., Álvarez, A., Sáez, F. y Vílchez, J.M. (2008). *Ciencias de la Naturaleza 2*. Madrid: Grupo ANAYA S.A. (**Libro 1**).
- ✓ Pedrinaci, E., Gil, C., Carrión, F. y Jiménez, J^{de}D. (2008). *Ciencias de la Naturaleza 2*. Madrid: Ediciones S.M. (**Libro 2**),
- ✓ Madrid, M., Meléndez, I., Montes, M., Blanco, M. y Vidal, E. (2008). *Ciencias de la Naturaleza 2*. Madrid: Santillana Educación S.L. (**Libro 3**),
- ✓ Fernández, M.A, Martínez de Murguía, M^a.J., Mingo, B., Bernabé, R.R. y Torres, M^a.D. (2008). *Natura, Ciencias de la naturaleza 2*. Barcelona: Vicens Vives, S.A. (**Libro 4**).

Celeste es Licenciada de Biología con un recorrido de 11 años en su carrera docente y de tres años en el instituto donde se desarrolla la investigación. Realizó un Máster en investigación en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales, sociales y matemáticas, pero no ha culminado su Trabajo de fin de Máster en el momento en que se recogen los datos de este estudio.

Celeste es una profesora con mucha vitalidad para trabajar con los chicos de la ESO, mostrándose enérgica en sus clases, tiene un alto sentido de responsabilidad con su trabajo, se torna prudente y discreta ante sus demás

compañeros del instituto, sin dejar de lado la simpatía y camaradería básica que pueda surgir entre pares.

Celeste tiene a cargo cinco cursos de segundo de ESO y por recomendación de ella se trabaja con “segundo d” dado que es el más aplicado, calmado y con mejor rendimiento académico; en términos generales es el grupo con el que la profesora se siente más cómoda.

De acuerdo a lo anterior, el curso seleccionado consta de 25 estudiantes, a los que en principio se aplicó el primer instrumento (Cuestionario o Pre-test, ver Cuadro III.1) para luego seleccionar la muestra (cuatro estudiantes) que fue intencionada con la finalidad de poder tener resultados fiables en los demás instrumentos de recolección de información, de ahí que los criterios para seleccionar la muestra fueran:

- ✓ Buen rendimiento académico de los estudiantes, basado en las afirmaciones que la profesora data de cada uno y en los resultados favorables frente al primer instrumento aplicado.
- ✓ Buen rendimiento disciplinario de los estudiantes, basado en las afirmaciones que la profesora data de cada uno y en las observaciones dentro y fuera de clase que como investigadora se realizaron antes de dar el inicio a la aplicación de instrumentos.

Dados los anteriores criterios, se tiene entonces una muestra que sea responsable, permitiendo así una probabilidad alta de asistencias a clase, igualmente que sea coherente, lo cual favorece el análisis en los instrumentos para poder identificar si hay o no evolución conceptual sobre ecosistemas.

Dentro de los participantes como objeto de investigación también se tiene a los libros de texto de Ciencias de la naturaleza 2º ESO, para los que se tuvo como criterio de selección las estipulaciones por Cuenca (2002), ya que son las cuatro editoriales más empleadas en Huelva (España), destacándose en su respectivo orden: Santillana, Anaya, S.M. y Vicens Vives.

Respecto a lo anterior, es necesario aclarar que la profesora Celeste utiliza el Libro1, pero hemos decidido ampliar el estudio de las imágenes a los otros libros de texto con ediciones que estuvieron disponibles para su revisión al mismo tiempo, ello porque permite realizar un contraste entre las imágenes favorables y otras no tanto; para el aprendizaje del ecosistema. Dicho criterio, ayuda en la

determinación de si el uso exclusivo de uno de los libros aquí analizados no precisan de un profesorado con dominio iconográfico.

En este orden de ideas, la relación existente entre cada uno de los participantes (profesora, estudiantes y libros de texto) y la dinámica que se manejó dentro del contexto de la investigación durante las 13 sesiones de clase en las que el investigador principal estuvo sumergido en la actividad del aula, permitieron la obtención de material suficiente para dar respuesta a las cuestiones de esta pesquisa. De ahí que, sea necesario presentar las diferentes fases o etapas que se llevaron a cabo para este proceso.

III.3.3. Fases de la investigación

Esta investigación consta de cinco fases: Planeación, Exploración, Compilación, Validación e Interpretación.

Fase 1. Planeación

Se tiene presente que el estudio se lleva a cabo en Huelva (España), dado que se otorga una beca a la investigadora principal para su estancia en dicho país, dado que por cuestiones laborales ha sido complejo iniciar el estudio en el país de residencia del investigador, es decir, en Colombia; es por esto que se optimiza el tiempo de seis meses otorgado por la beca. En este sentido se organiza todo de forma que el trabajo de campo de la investigación sea ejecutado en España, ya que se aprovecha el 100% de tiempo destinado solo a este estudio.

En concordancia con los directores de la tesis la opción para encontrar un docente y un instituto que permitan realizar investigación fue buscando entre los compañeros del Máster. En principio se proyecta trabajar con un docente la unidad de seres vivos por la relación que guarda con la célula, temática abordada en el Trabajo de Fin de Máster, pero debido al inconveniente de encontrar un docente que nos permitiera ingresar a su aula de clase, se optó por trabajar en la temática del ecosistema, que estaba próxima a impartirse en la programación del curso elegido por parte de la docente que dio su consentimiento.

Por lo tanto tras contar con el consentimiento de la Profesora Celeste se da pie a la solicitud de permiso ante los directivos del instituto para facilitarle a la investigadora el acceso al plantel educativo y un espacio de estudio cuando ésta

se encuentra fuera del aula de clase; así mismo, Celeste relaciona a la investigadora con los demás docentes para que no hallan inconvenientes futuros por la presencia de una persona ajena al instituto.

Lo anterior permite dar comienzo, según McMillan y Schumacher (2005), con el trazado del mapa de campo para adquirir datos de las relaciones sociales, temporales y espaciales que permitan mejorar la visión completa del contexto.

Posteriormente se inicia la construcción de los instrumentos para la recolección de la información; primeramente, se diseña el instrumento que arroja evidencias de las concepciones que los estudiantes tienen sobre ecosistemas, nominado Cuestionario o Pre-test (ver Cuadro III.1), e igualmente se elabora la entrevista para la docente (ver Cuadro III.3).

Fase 2. Exploración

Esta fase es específicamente de reconocimiento y exploración de la muestra, se inicia la observación no participante en los encuentros de la temática “Reproducción”, marco referencial que no es de nuestro interés, pero que resulta importante para ingresar con antelación a observar la muestra a disponer de una mejor perspectiva para de esta manera determinarla o acotarla según los comportamientos habituales que presente cada uno de los estudiantes.

De esta manera se inician los primeros acercamientos, cuando la profesora presenta a la investigadora ante el grupo de estudiantes, éstos en principio se tornan un poco asombrados por la presencia de quien investiga, la profesora realiza una breve presentación *“Hola chicos ella es Linda y nos acompañará en varias sesiones de clase, os estará observando cómo aprendéis”*, al hacer este comentario los chicos se asombran aún más y la docente continúa diciendo *“os pondrá nota (lo dice riéndose)”*.

Después de la instalación de la investigadora principal, todos los estudiantes miran de manera disimulada hacia el lugar donde fue ubicada. Posteriormente la profesora recuerda que deben actuar como si la investigadora no estuviera presente. Realmente esta impresión solo dura la primera semana y luego quien investiga pasa totalmente desapercibida por los alumnos e incluso por la Profesora.

En esta fase se aplica la prueba piloto del pre-test (instrumento de primer orden) con un grupo determinado, el cual se abordará en el apartado III.3.4.2 de los instrumentos de recogida de datos. Después se aplica a los 25 estudiantes del curso en cuestión el pre-test (instrumento de primer orden) (ver Cuadro III.1) sobre concepciones alternativas de ecosistema en el momento del “antes”, es decir, antes de comenzar la temática del ecosistema, e igualmente se realiza la entrevista a la profesora (instrumento de primer orden) (ver Cuadro III.3) que, debido a la necesidad de estar en un ambiente más tranquilo y sin preocupaciones de tiempo, se llega a un acuerdo entre la profesora y la investigadora para realizar la entrevista en la casa de ésta.

Fase 3. Compilación:

En esta fase los estudiantes y la profesora ya están trabajando la temática de nuestro interés, los ecosistemas. Es así como, en esta fase se da paso a la grabación de audio de todas las sesiones que involucra este marco referencial. En principio se pretendía realizar grabación de video, pero la profesora no dio su autorización, por tanto se realiza grabación de audio de las clases.

Pasadas unas semanas se continúa con la aplicación del mismo cuestionario o test sobre concepciones alternativas de los ecosistemas a los 25 estudiantes del curso en cuestión, pero en el momento “durante”, es decir, en medio del desarrollo de la unidad de ecosistemas, cuando ya los chicos se suponen han empezado a aprender de la temática tratada.

Durante esta etapa se empieza a concatenar otro de los objetos de estudio, los libros de texto, de ahí que, se diseña una plantilla de registro de datos (ver cuadros III.4, III.5, III.6) como instrumento de primer orden para recolectar observaciones encontradas en las representaciones icónicas del ecosistema de los libros de texto.

En este sentido, toda esta compilación de datos permite ir identificando aspectos relevantes de los objetivos de este trabajo.

Fase.4. Validación:

En esta etapa ya se entra en la recta final del trabajo de campo, se realizan las últimas visitas al instituto para tomar datos que se tenían previstos y otros datos

adicionales que para el investigador son importantes. Igualmente se aplica el pos-test o cuestionario sobre concepciones alternativas de los ecosistemas en la etapa del “después”, es decir, tras finalizarse la temática de los ecosistemas.

Es en esta fase cuando se diseña y a la vez se ejecuta la entrevista guiada para los estudiantes (instrumento de primer orden) (ver Cuadro III.2), específicamente para los cuatro discentes en estudio, los cuales fueron seleccionados al realizarse un acotamiento de la muestra según los criterios expuestos en el apartado III.3.2. de la página 164.

Fase.5. Interpretación:

Durante esta fase se cuenta con todos los datos necesarios para iniciar los primeros acercamientos al análisis de la información, por lo tanto, se da pie a realizar la sistematización de los datos recopilados con cada uno de los instrumentos empleados. Es entonces cuando se realizan las debidas transcripciones que, a su vez, permiten tener un primer plano de análisis en torno a todo el panorama investigativo; posteriormente se procede a encontrar relaciones con las categorías según esa primera panorámica, ya que las preguntas empleadas en los distintos instrumentos de recogida de datos se plantearon según las categorías propuestas desde referentes teóricos que son de interés para este caso. En este sentido, el siguiente paso corresponde a la obtención de las unidades de análisis que son claves en el inicio de la discusión de los resultados y para las conclusiones sobre este estudio.

Es importante aclarar que durante todas las fases hubo una constante comunicación y colaboración directa por parte de los directores de esta investigación e, incluso se realizan visitas a la Universidad de Granada, donde desempeña sus labores uno de los directores, con la finalidad de tener tutorías personalizadas respecto a uno de sus conocimientos predominantes, el análisis de libros de texto.

III.3.4. Instrumentos de Recogida de Datos

En nuestro ámbito natural usualmente estamos acostumbrados a emplear la observación y las conversaciones para obtener información útil como, por ejemplo, para poder elegir el regalo adecuado de uno de nuestros familiares; si

somos buenos observadores y estamos atentos a lo que nos comentan tendremos claro qué es lo que actualmente le está llamando la atención y sea de su total agrado. De forma similar en la *“investigación cualitativa, los distintos tipos de conversaciones y las observaciones constituyen la estrategia básica de recogida de datos”* (McMillan y Schumacher, 2005, p. 440).

En investigaciones cualitativas resulta vital utilizar varios instrumentos de recolección de la información o, en palabras, de McMillan y Schumacher (2005), un *“Multimétodo”*, que cumple el objetivo de corroborar los datos que han sido obtenidos a lo largo de la investigación gracias a la variedad de instrumentos empleados en la recopilación de información. Por lo tanto, en esta investigación se utiliza la observación directa, registros mecánicos (la entrevista y grabaciones de las sesiones de nuestro interés), el cuestionario y la revisión de documentos, en concreto de los libros de texto. En la Figura III.2 se puede observar brevemente la intención de cada uno de éstos.

En este sentido, el estudio presenta la triangulación de expertos, por lo que se incluye a más de un observador en las estrategias de la investigación, permitiendo así perspectivas diversas frente a los instrumentos diseñados para la recolección y análisis de información y al propio desarrollo como tal de este estudio, proporcionándose una mayor credibilidad.

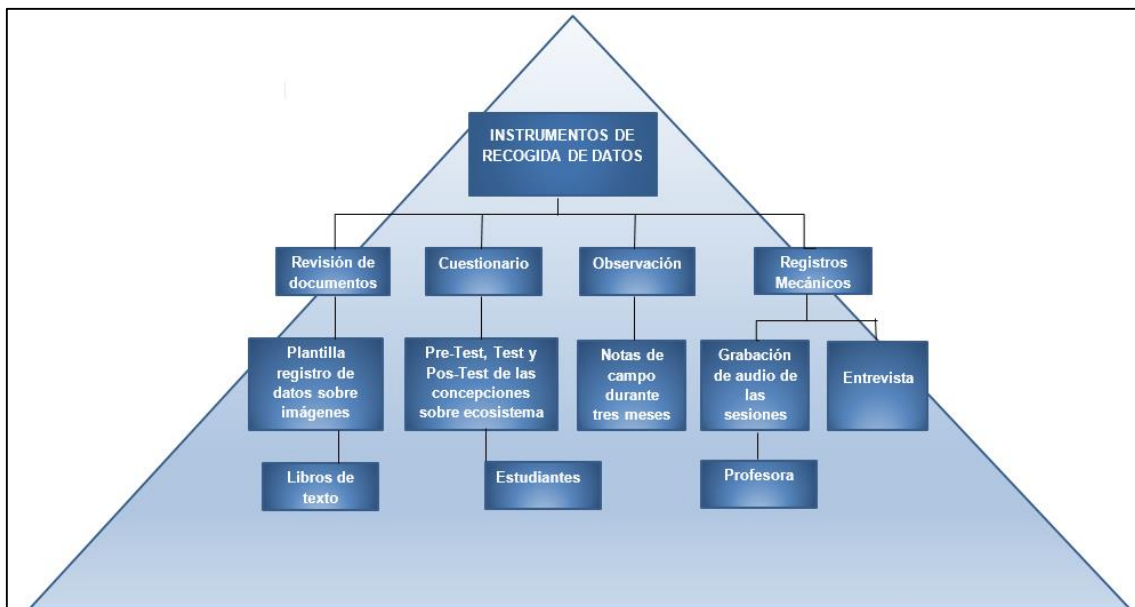


Figura III.2. Instrumentos para la recogida de datos

III.3.4.1. Observación

Según Stake (2007, p. 60) *“la observación conduce al observador a una mejor comprensión del caso”*. Esta técnica trae consigo ciertas ventajas dentro de la investigación cualitativa, recoge una descripción narrativa detallada de los múltiples datos expuestos por los participantes durante las visitas de campo e, incluso, se obtienen gesticulaciones que el investigador considera necesario tener como datos adicionales, dado que puede ser significativo en un apartado específico del análisis. Facilita la obtención de datos internos que serían inasequibles por ejemplo desde la entrevista y a su vez posibilita el incremento de oportunidades para prestar atención al objeto de estudio, permitiendo esto el aumento de validez en los resultados (Colas y Buendía, 1998).

Todas las situaciones naturales presentadas en el escenario a estudiar se recogen como notas de campo, de las cuales son atendidas las que brindan un aporte al análisis de este caso, ya que hay aspectos que se narran, pero, después de ordenar los datos para darle una interpretación, no son considerados relevantes. Además, como las sesiones fueron grabadas y respectivamente transcritas, entonces gran parte de las notas están inmersas en dichas grabaciones, específicamente de estas notas se sacan apartados que hacen parte de la observación como algunas actitudes de los estudiantes, gestos o manifestaciones corporales de la profesora etc. Esto se puede evidenciar en el Anexo V.2.

En total el investigador permanece inmerso en campo durante 13 sesiones de una hora, que permiten observar directamente lo que es la dinámica de los participantes implicados (profesora, estudiantes y libros de texto). Además de esto, el investigador principal dentro de la institución educativa permanece siete horas en total lo que permite observar dinámicas diferentes manejadas en todo el contexto que rodea y permea al objeto de estudio.

III.3.4.2. Cuestionario

El cuestionario que se diseña consta de una serie de preguntas abiertas y semi-abiertas con intención de extraer opiniones y posibles conocimientos que se hayan adquirido de los ecosistemas durante su proceso de aprendizaje formal o informal. En este sentido, esta técnica guarda relación con lo expresado por

Johnson y Christensen (2004) ya que permite a los participantes responder a través de sus propias palabras y de la manera que ellos consideren pertinente, facilitando la recolección suficiente de información para luego categorizar según la intención de las preguntas.

Esta estrategia, antes de llevarse a su aplicación de campo, pasa por la revisión de los directores de tesis y por un docente del área de biología de la universidad de Granada, para luego pasar a aplicar la prueba piloto llevada a cabo en Colombia a través de un profesor que facilitó su curso de 23 estudiantes de grado octavo, el equivalente a segundo de ESO en España; esto es debido a que no fue posible aplicar la prueba piloto en el instituto donde se realiza el estudio de caso ya que los otros cursos en que la docente trabaja presentan serios problemas disciplinarios y la profesora no se comprometió a que los resultados fueran fiables para la investigación. Los resultados llegaron virtualmente y se guardan los originales para cuando el investigador regrese a su país a culminar el estudio, dichos resultados mostraron comprensión por parte de los informantes piloto, lo que permite de esta manera emplear el instrumento en nuestro caso.

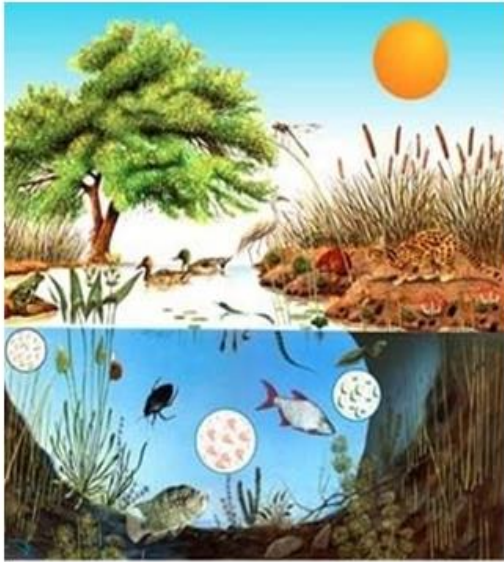
En el Cuadro III.1 se presenta el guion empleado para el cuestionario que se aplicó a los estudiantes “antes, durante y después” de la investigación. El objetivo primordial por el que se utiliza el mismo guion en diferentes tiempos es observar la evolución conceptual de los estudiantes sobre los ecosistemas, en concreto sobre los componentes abióticos y bióticos, los productores, los consumidores primarios y secundarios, cadenas tróficas, relaciones interespecíficas y población. Conceptos que están enmarcados bajo la ecología conceptual que propone Posner et al. (1982) para que se pueda dar una evolución conceptual, por tanto, las preguntas empleadas en este test presentan unos descriptores generales que facilitan el análisis de datos arrojados por los informantes y que se detallan en el apartado III.3.5. Dicho de otra manera, la aplicación del mismo cuestionario a lo largo de un periodo pretende conocer las ideas alternativas de los estudiantes con respecto a dicha temática, dado que a medida que se va introduciendo y estructurando un concepto, los chicos pueden continuar con las mismas ideas alternativas con que llegaron o quizás las puedan modificar acercándose al conocimiento y a su vez, el uso de las representaciones icónicas que la profesora realizó en las clases permite determinar en los estudiantes qué efecto causó en su motivación y compromiso

De igual manera, se busca conseguir información que revele el grado de interpretación que los estudiantes puedan tener sobre una representación icónica.

INSTRUMENTO : CONCEPCIONES ALTERNATIVAS DEL ECOSISTEMA.

Nombres y apellidos _____ Fecha _____ Curso _____

Responde las preguntas de acuerdo a la siguiente ilustración



1. ¿Qué clase de ecosistema se observa en la ilustración?
2. Establece alguna relación interespecífica con cualquiera de los organismos presentes en la ilustración.
3. ¿Qué componentes abióticos y bióticos observas en la imagen?
4. Nombra los consumidores primarios que encuentres en la imagen y explica porque los consideras de este orden.
5. Nombra los consumidores secundarios que encuentres en la imagen y explica porque los consideras de este orden.
6. Pinta los organismos productores que encuentres en la ilustración y explica porque son llamados productores.
7. Elabora una cadena trófica con algunos de los organismos de la ilustración
8. Nombra las poblaciones que alcanzas a observar en la ilustración.

Cuadro III.1. Guion del cuestionario sobre concepciones alternativas del ecosistema

III.3.4.3. Registros mecánicos: la entrevista

Es una estrategia que, según Tamayo (2009), debe entenderse como un intercambio de información cara a cara entre investigador y entrevistado, permitiéndose así la recolección de información sobre el conocimiento temático, que para nuestro caso son los ecosistemas y las representaciones icónicas de éstos y, a su vez, permite descubrir la opinión personal a manera informal sobre dicho conocimiento.

En el campo de la investigación cualitativa es una técnica de recogida de información con identidad propia y que, según Sabariego (2014), a la vez puede ser complementaria de otras técnicas como la observación, caso que aplica en esta investigación en concreto.

De ahí que se elabore, como precisan McMillan y Schumacher (2005), una entrevista tipo guiada ya que la temática a tratar se elige con antelación y el investigador decide el orden en que formula las preguntas según la orientación que se va dando en la conversación.

Este instrumento también es revisado por los directores de la tesis y por un docente del área de biología de la universidad de Granada. Se aplica a la muestra seleccionada (los cuatro estudiantes y la profesora). En el cuadro III.2 se presenta el guion empleado para la entrevista realizada a los chicos (ver Anexo I.4, II.4, III.4, IV.4). Ésta se emplea en la etapa final del trabajo de campo (Fase 5. Interpretación), es decir, cuando finaliza la unidad del ecosistema con el fin de corroborar algunos datos que se preguntan en el cuestionario, o también denominado test, y otros datos obtenidos a través de la observación, además de para conseguir datos adicionales que puedan ser significativos en este caso.

Es pertinente comentar que la entrevista aplicada a los alumnos se lleva a cabo dentro del plantel educativo, pero en un salón diferente al de clase y apartado del ruido y otros distractores. Por otro lado, la entrevista realizada a la profesora (ver Anexo V.1) se realiza fuera del plantel educativo, dado que allí era complejo por las múltiples ocupaciones de la profesora y por la cantidad de distractores alrededor. En este sentido, mediante mutuo acuerdo entre investigador e investigado se aplica la entrevista en las instalaciones de la casa de la profesora, ya que no es un interrogatorio sino una conversación y es vital hacer sentir al

entrevistado cómodo y en confianza (Tamayo, 2009). Dicha entrevista es realizada cuando la profesora inicia la unidad del ecosistema.

El guion empleado para la entrevista de los estudiantes se puede observar en el Cuadro III.2 y busca en esencia constatar si en los estudiantes las ilustraciones de los libros de texto suponen un componente motivador y, a su vez, verificar el uso que la profesora da a las ilustraciones que trae el libro de texto. Además de esto, el empleo de instrumentos donde los informantes arrojen datos de representaciones lingüísticas de tipo escrito y verbal favorece contrastar y mirar si hay coherencia entre ambas representaciones.

El guion empleado para la entrevista de la profesora se detalla en el Cuadro III.3 y pretende esclarecer cuál es el papel que la docente brinda a las representaciones icónicas del ecosistema e, igualmente, corroborar si la estrategia metodológica para enseñar el ecosistema se realiza mediante el libro de texto.

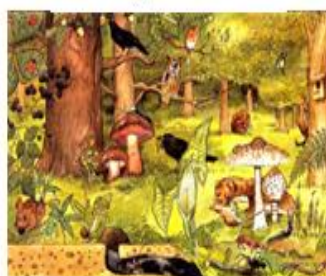
Las preguntas que se plantearon en la entrevista fueron diseñadas en torno a una clasificación propuesta por Patton (1984) citado en Colas y Buendía (1998). En esta dirección, se presenta en la Tabla III.7 del apartado III.3.5 una relación del número de la pregunta encontrado en los guiones del entrevistado y la clasificación o posibles ámbitos propuestos por Patton (op.cit.) para las preguntas que puedan surgir al realizarse una entrevista con fines de investigación cualitativa.

En relación a las consideraciones establecidas en los anteriores párrafos, es necesario aclarar que, los guiones de las respectivas entrevistas representan solo lo estructurado para guiar el proceso, sin embargo, surgen otras preguntas que se ven reflejadas en algunos de los resultados que así lo consideren.

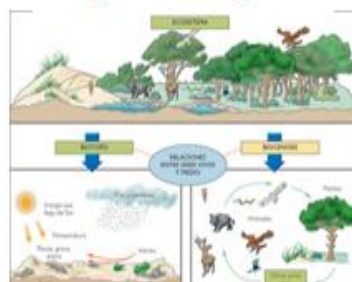
ENTREVISTA GUIADA PARA LOS ESTUDIANTES

1. ¿Cuál es tu nombre?
2. ¿Cuándo tus compañeros observan un libro de texto que comentan que les llama más la atención?
3. ¿Por qué?
4. ¿Por qué consideras que las ilustraciones de un libro de texto pueden llegar a motivar el estudio?
5. Dicen que las ilustraciones hablan por sí solas. ¿Tú qué piensas al respecto?
6. ¿Consideras que las ilustraciones que observas en los libros de texto son adecuadas para la temática que manejan? Si no es así, di cómo te gustaría que fueran.
7. ¿Alguna vez te has detenido a analizar por tu cuenta una de las imágenes del libro de texto? ¿En qué te has fijado?
8. La profesora pone al grupo a realizar dibujos de los que están presentes en el libro de texto. ¿Qué te parece esto?
9. ¿Cuál de estas imágenes consideras que te ayuda a tener más claro el concepto de ecosistema? Explica tus razones.

Figurativa



Figurativa + Signos



Esquemática



Fotografía



Cuadro III.2. Guion entrevista a los estudiantes

ENTREVISTA GUIADA PARA LA PROFESORA

1. ¿En la unidad de ecosistemas qué temáticas trabajas?
2. ¿Cómo abordes dichas temáticas?
3. ¿Utilizas las imágenes de los libros de texto en la clase de ciencias?
4. ¿Por qué te ayudas con las imágenes de los libros de texto para dar tus clases?
5. ¿Cómo empleas en tus clases las ilustraciones que traen los libros de texto?
6. ¿Presentas en tus clases otras ilustraciones diferentes a los libros de texto?
7. ¿Cómo cuáles?
8. ¿Por qué se eligió este libro de texto de la editorial Anaya?
9. Califica numéricamente la frecuencia de uso de cada tipo de herramienta pedagógica con un valor que va desde cinco (5) para el tipo de herramienta pedagógica más usado hasta uno (1) para el menos usado en las preparaciones de sus clases:
 - a. Internet
 - b. Libro de texto universitario
 - c. 1 libro de texto de la EBO
 - d. 2 o más libros de texto de la EBO
 - e. Documentales
 - f. Programas de TV
10. ¿En tu práctica docente los estudiantes utilizan el libro de texto en sus hogares?
¿En qué tareas?
11. ¿Con qué frecuencia utilizas en tus clases las imágenes de los libros de texto?
 - a) Frecuentemente (4 puntos), b) Algunas veces (3 puntos), c) Pocas veces (2 puntos), d) Casi nunca (1 punto)
12. ¿Qué tipo de tareas realizas con ellas?
13. Califica numéricamente la frecuencia de uso de cada tipo de IMAGEN con un valor que va desde cinco (5) para el tipo de IMAGEN más usado hasta uno (1) para el menos usado en el desarrollo de sus clases:

a. Fotografía: fiel copia de la captura de cualquier imagen en cualquier espacio. Ejemplo: 	b. Dibujo Figurativo: prima la representación orgánica, mostrando los objetos mediante la imitación de la realidad. Ejemplo: 
c. Dibujo figurativo + signos: Representan acciones o magnitudes inobservables en un espacio de representación heterogéneo. Ejemplo: 	d. Esquemático: No hay similitud con elementos reales. Ejemplo: 
14. ¿Qué opinión te merecen como herramienta didáctica?
15. ¿Con qué frecuencia realizas dibujos en la pizarra para tus clases?
 - a) Frecuentemente (4 puntos) b) Algunas veces (3 puntos) c) Pocas veces (2 puntos) d) Casi nunca (1 punto)
16. ¿Realizas previamente un análisis de las ilustraciones que muestras a tus estudiantes en la clase de ciencias?
17. ¿Piensas que las ilustraciones de los libros de texto pueden influir en el aprendizaje de los chicos durante la enseñanza del concepto de ecosistemas?
18. ¿Cómo es el impacto que tú crees que causas en los estudiantes al emplear las ilustraciones de los libros de texto?
19. ¿El libro de texto posee representaciones lingüísticas y pictóricas, a cuál de estas representaciones le das mayor relevancia?
¿Por qué?

Cuadro III.3. Guion entrevista a la profesora

III.3.4.4. Registros mecánicos: grabación en audio de las sesiones

Esta estrategia se lleva a cabo durante 13 sesiones de clase, cada una con una duración de una hora. En las primeras seis sesiones se trabaja el tema de reproducción y las siete sesiones siguientes son centradas en la temática del ecosistema. La Tabla III.1 muestra el tiempo total vivenciado junto al objeto de estudio y la respectiva relación con las temáticas anteriormente expuestas.

Tabla III.1. Cronología empleada en la recogida de datos

Fecha	Temática	Tiempo en clase	Tiempo en la institución
17/12/2009	Inicio de la unidad de reproducción	1 hora	7 horas
11/01/2010		1 hora	7 horas
14/01/2010		1 hora	7 horas
18/01/2010		1 hora	7 horas
21/01/2010		1 hora	7 horas
22/01/2010		1 hora	7 horas
15/02/2010	Inicio de la unidad de ecosistemas	1 hora	7 horas
19/02/2010		1 hora	7 horas
22/02/2010		1 hora	7 horas
4/03/2010		1 hora	7 horas
5/03/2010		1 hora	7 horas
8/03/2010	Había clase pero no se asiste dado que la investigadora estaba en asesoría con el Dr. Perales en la U. de Granada		
11/03/2010		1 hora	7 horas
12/03/2010		1 hora	7 horas

La transcripción de dichas grabaciones fue una ardua tarea debido a que la investigadora central de este estudio es foránea, por lo tanto se encontraron palabras, frases e incluso hasta párrafos que no se alcanzaron a descifrar dado

que los alumnos hablan demasiado rápido y cortan muchas palabras, característica de los onubenses.

Por motivos de delimitación de la investigación y dado que la transcripción del total de las sesiones compartidas en el espacio del aula de clases ocupa 100 páginas, se omiten las primeras seis sesiones grabadas y solo se tienen en cuenta las siete sesiones siguientes que se trabajaron en la temática del ecosistema, tema que en concreto es el que nos concierne (ver anexo V.1).

III.3.4.5. Revisión de documentos

Esta es una estrategia que permite obtener otros datos relacionados con el estudio, entre los documentos que se suelen consultar están los diarios de campo, formularios, fichas de observación y libros especializados (Tamayo, 2009). Para este caso se revisan los libros de texto de las cuatro editoriales más empleadas (ver apartado III.3.2), donde se emplea una plantilla de registro de datos sobre ilustraciones (ver ejemplificaciones en cuadros III.4, III.5 y III.6) que facilita organizar las observaciones realizadas a las ilustraciones del ecosistema contenidas en cada uno de los libros de texto que hacen parte de la muestra de esta investigación.

Plantilla registro de datos sobre imágenes en los libros de texto				
Editorial	N° de página	Tipo de etiqueta verbal	Iconicidad	Observaciones
Libro 1				
Libro 2				
.../...	.../...		.../...	.../...

Cuadro III.4. Plantilla registro de datos sobre ilustraciones en libros de texto, según la etiqueta e iconicidad

Plantilla registro de datos sobre imágenes en los libros de texto			
Editorial	N° de página	Tipo de función	Observaciones
Libro 1			
Libro 2			
.../...	.../...	.../...	.../...

Cuadro III.5. Plantilla registro de datos sobre ilustraciones en libros de texto según tipo de función

Plantilla registro de datos sobre imágenes en los libros de texto				
Editorial	N° de página	Imagen de ciencia	Perspectiva de ecosistema	Observaciones
Libro 1				
Libro 2				
.../...	.../...		.../...	.../...

Cuadro III.6. Plantilla registro de datos sobre ilustraciones en libros de texto según la imagen de ciencia y perspectiva de ecosistema

III.3.5. Sistematización, categorización e instrumentos para el análisis de datos.

Al articular la pregunta de investigación con los objetivos y supuestos respectivos se ha visto la necesidad de emplear diversos instrumentos para la recolección de datos, es por esto que a su vez se requiere para la categorización y análisis de resultados apoyarnos desde la perspectiva de tres marcos referenciales: conocimiento didáctico del contenido en la enseñanza y aprendizaje del ecosistema, cambio o evolución conceptual durante la enseñanza y aprendizaje del ecosistema, y las imágenes de ecosistema en los libros de texto.

El análisis de los datos emplea la técnica de análisis de contenido, dado que los datos recolectados provienen de significantes escritos, orales e icónicos ya que, según Bardin (1996):

“el análisis de contenido es una técnica de investigación para la descripción objetiva, sistemática y cuantitativa del contenido manifiesto de la comunicación, es decir, todo transporte de significantes” (p. 13).

Además, es conveniente anotar que constituye la técnica más elaborada y que cuenta con un alto prestigio dentro del campo de la observación documental (López, 2002).

Para Bardin (op.cit.) el análisis de contenido es aplicable en un monólogo, en una comunicación de masas que sean portadoras de códigos escritos, orales, icónicos (señales, imágenes, fotografías etc.) y otros códigos semióticos. Dicha técnica facilita confrontar si lo que se está interpretando de la comunicación extraída es realmente lo que el objeto de investigación ha querido expresar, acotando de una u otra forma la subjetividad que pueda impregnar el investigador.

Para obtener un análisis de datos pertinente y minucioso es preciso realizar una buena sistematización de la información recolectada para luego categorizar y finalmente interpretar. En este caso se ha elegido el formato de tabla que propone Martínez (2007), el cual consta de dos columnas, la primera ubica la categorización y recategorización, y la segunda implica toda la transcripción literal de cada uno de los instrumentos empleados, tanto a los estudiantes como a la profesora; dicho formato a su vez se acompaña de unas filas superiores que datan información básica para ubicar al lector y, de esta manera, poder entender que instrumento es el intervenido y con cuál de los objetos de estudio se está manejando. Para tener una idea global de lo expuesto, en el Cuadro III.7 se presenta un ejemplo del formato empleado en la sistematización y análisis primario.

Tipo: Instrumento de Concepciones Alternativas sobre Ecosistemas			Código sujeto: T Tomás Estudiante
Fecha de aplicación: 4 de febrero de 2010			
Código del instrumento: CCAE-Antes			
Otra información relevante: El instrumento es un cuestionario semi-abierto que se aplica en varios momentos (antes-durante-después)			
Categorización primaria y re-categorización	Línea No.	Transcripción literal	Apreciaciones
51-I.B1-TAN - 52-I.B3-TAN - 53-II.C1-TAN	1.	¿Qué clase de ecosistema se observa en la ilustración?	
51-I.B1-TAN - 52-I.B3-TAN - 53-II.C1-TAN	2.	Un ecosistema acuático	La respuesta es parcialmente correcta pero está incompleta dado que también se puede observar un ecosistema terrestre, por lo tanto puede haber en sus concepciones algunas anomalías para llegar a realizar dicha identificación o también puede ser, que en la ilustración lo más representativo para este sujeto, fue la parte del ecosistema acuático.

Cuadro III.7. Ejemplo formato de sistematización de datos

Después de organizar la información de manera sistemática y realizar una lectura global que ayuda a vivenciar el caso nuevamente, es posible centrar la mirada en los objetivos de la investigación e inferir del contenido los aspectos que realmente son de importancia para este caso; posteriormente se pasa a establecer las unidades de registro o unidades de análisis que son segmentos del contenido separados por el investigador dado que contienen palabras, frases o temas significativos para el estudio de caso, que han de ser codificados (Bardin, 1996).

En este sentido, se toma como unidad de análisis la palabra, el tema y la imagen, por lo tanto, lo que se dispone en cada categoría de análisis está constituido por la unidad de análisis tomada. Conviene resaltar que según Piñuel (2002):

“las unidades de análisis en ningún caso son independientes del objeto de estudio, de las fuentes que se eligen estudiar, del diseño de análisis, de las técnicas de medición empleada y por supuesto de su campo de aplicación” (p. 17).

Entonces estas unidades de análisis han sido extraídas de la transcripción literal de cada uno de los instrumentos aplicados, específicamente de fragmentos compuestos de palabras que a su vez llevan a un tema global guardando la relación con los marcos de referencia empleados en la categorización.

Para tener una mejor organización de todo lo que implica la unidad de análisis es necesario plantear codificaciones que requieren tres elementos:

Primer elemento: es un número ordinal con la finalidad de identificar y cuantificar constantemente desde el principio hasta el fin la totalidad de unidades de análisis emergentes, por lo tanto, se inicia con el 1.

Segundo elemento: es la simbología que se le aplicó a cada una de las sub-categorías, esto se puede detallar en la Tablas (III.2, III.3, III.4) del marco de referencia I, II y III, respectivamente.

Tercer elemento: es la letra que identifica a cada participante (para el caso de los libros de texto es la letra “I”), junto con el código “An” “Du” “De” y “E” “OB” “GSE” “FSD” “EV” “IC” “IM” “PER” que, respectivamente, indican el tipo de instrumento que se aplicó, cuestionario antes, cuestionario durante, cuestionario después, entrevista, observación, grabación de las sesiones de ecosistemas, función de la secuencia didáctica en la que aparecen las ilustraciones, etiquetas verbales, iconicidad de las ilustraciones, imagen de ciencia de las ilustraciones y percepción del ecosistema en las ilustraciones, respectivamente. Las letras que representan a los estudiantes se pueden detallar en cada uno de los instrumentos de recolección de datos en la parte superior derecha.

En este tercer elemento vale resaltar que cuando la unidad de análisis pertenece a un instrumento aplicado a nivel grupal, como lo es la observación y las grabaciones de las clases, se reemplaza la letra que identifica al participante por la letra “G” si es el caso de una línea perteneciente a un estudiante, pero si es el caso de una línea explícita de la profesora se le asigna la letra “P”

Para una mejor aclaración se trae un ejemplo de la codificación empleada en las unidades de análisis, es por esto que el código “1-I.A2-POB” descifra que es la unidad de análisis número 1 que ha sido categorizada como I.A2 (Conocimiento y concepciones sobre estrategias instruccionales para la enseñanza del ecosistema a través de recursos didácticos) de la profesora P (Profesora) y que ha sido hallada en el instrumento de la observación.

Pretendiendo vincular las unidades de análisis con el formato de transcripción que permite la inferencia de datos y el primer acercamiento a la categorización, se pone de manifiesto una tabla que deja al descubierto todos estos significantes (ver Anexos I.1, I.2, I.3, I.4, I.5, I.B, II.1, II.2, II.3, II.4, II.5, III.1, III.2, III.3, III.4, III.5, IV.1, IV.2, IV.3, IV.4, IV.5, V.1, V.2, V.3). En el Cuadro III.8 se observa un ejemplo empleado para el análisis secundario y la codificación de las unidades de análisis.

Código de la unidad de análisis	Segmento literal
1-I.A2-POB	La profesora dice: tú tienes el libro abierto, estamos copiando frases del libro, siempre eeeh

Cuadro III.8. Ejemplo de formato de análisis y codificación

III.3.5.1. Instrumentos para el análisis de los datos

Para el desarrollo de las categorías se opta por convertir temas en categorías relativamente sencillas con subcategorías, esto, según McMillan y Schumacher (2005) requiere un pensamiento altamente abstracto del investigador ya que:

“una categoría es un concepto abstracto que representa el significado de temas similares. No obstante, los temas pueden formar parte de más de una categoría. Esto es posible porque el contenido de un tema (exposición explícita) puede poseer varias connotaciones (significados implícitos)” (p. 492)

En este sentido, las categorías diseñadas están regidas bajo tres marcos de referencia, el primero alude al CDC, el segundo al cambio conceptual y el tercero a las imágenes en los libros de texto. Esta enmarcación se lleva a cabo dentro

de un formato que propone Cardona (2012) y engloba en una primera columna el ámbito de análisis, seguido de la categoría propiamente dicha para finalizar con las subcategorías y sus respectivos códigos asignados. Conviene subrayar que los marcos de referencia empleados van de la mano con la intención de cada uno de los instrumentos de recolección de datos y a su vez con los resultados obtenidos.

A continuación, se presentan las tablas de categorías que han sido agrupadas según el marco referencial, por tanto, en su orden planteamos la Tabla III.2 que contiene las categorías, sub-categorías y los respectivos códigos que están apoyados desde la enseñanza y aprendizaje de un concepto complejo.

La Tabla III.3 contiene las categorías, subcategorías y códigos respectivos que están apoyados desde el cambio conceptual.

La Tabla III.4 contiene las categorías, subcategorías y códigos respectivos que están apoyados desde las imágenes del ecosistema como aproximación a la alfabetización visual, propuestas por Perales y Jiménez (2002) y adaptada por el investigador principal.

Tabla III.2. Categorías desde la enseñanza y aprendizaje de un concepto complejo

Marco de Referencia I: Uno de los componentes del conocimiento didáctico del contenido en la enseñanza y aprendizaje del ecosistema				
Ámbito	Categorías	Sub-categorías	Descriptores	Código de las sub-categorías
I. Conocimiento y concepciones sobre estrategias instruccionales para enseñar y aprender ciencias	I.A. Estrategias para la enseñanza del ecosistema	Planeación de clase	Situación implícita o explícita que muestra un diseño de la clase.	I.A1
		Recursos didácticos	Son los instrumentos y acciones que emplea la docente para facilitar la enseñanza como mapas conceptuales, mapas mentales, diagramas de flujo, blogs, libros de texto, libros universitarios etc.	I.A2
		Tipo de Evaluación	Se refiere a la manera en como la docente evalúa a sus estudiantes.	I.A3
		Tradicional	Se refiere a la metodología donde prevalece la autoridad de la docente, empleando acciones como el dictado, el copie y pegue de un libro de texto etc.	I.A4
		Constructivista	Se refiere a la metodología donde la docente construye conocimiento con los estudiantes, implementando acciones facilitadoras de la argumentación como debates en mesa redonda, análisis de textos etc.	I.A5
		Apropiación conceptual	Se refiere al manejo del contenido conceptual, evidenciado desde la manera en como la docente contextualiza la temática y logra construir	I.A6

			relaciones con otros constructos que ayuden a la comprensión del ecosistema.	
	I.B. Estrategias para el aprendizaje del ecosistema	Observación de imágenes	Se refiere a que el estudiante mediante la observación de imágenes, comprende posiblemente mejor la temática del ecosistema	I.B1
		Libro de texto	Se refiere a que el estudiante mediante la interacción del libro de texto comprende fácilmente la temática del ecosistema.	I.B2
		Talleres dirigidos	Se refiere a que el estudiante a través de la realización de talleres mejora la comprensión del ecosistema y que gracias a estos recuerde fácilmente algunos aspectos.	I.B3
		Ninguna de las anteriores	Se refiere a que las estrategias aquí planteadas, no son favorecedoras de una evolución conceptual sobre el ecosistema.	I.B4

Tabla III.3. Categorías desde el cambio conceptual

Marco de Referencia II: Cambio o evolución conceptual durante la enseñanza y aprendizaje del ecosistema				
Ámbito	Categorías	Sub-categorías	Descriptorios	Código de las sub-categorías
Componentes	II.C. Variables del	Anomalías	Son aspectos que se salen del marco de explicación del conocimiento del sujeto, es decir, cuando el sujeto bajo un concepto específico no sabe dar una explicación	II.C1

	conocimiento científico	Analogías y Metáforas	Son herramientas que pueden ser útiles para sugerir ideas y para hacerlas más claras dado que permiten encontrar similitudes con otras cosas distintas	II.C2
		Compromisos Epistemológicos	Ideales exploratorios: hace referencia a que por lo general los campos poseen ciertas ideas específicas de las explicaciones satisfactorias que circulan dentro del mismo campo. - Puntos de vista generales acerca del carácter del conocimiento: al parecer algunos juicios del conocimiento son independientes de la materia específica, estos son la elegancia, la parsimonia, la economía y el no ser ad hoc.	II.C3
		Creencias y Conceptos Metafísicos	Creencias metafísicas sobre la ciencia: las creencias sobre los distintos fenómenos son de gran importancia para el trabajo científico, dado que pueden, desde puntos de vista epistemológicos, permitir que refute o acepte determinadas explicaciones. Conceptos metafísicos de la ciencia: los conceptos científicos poseen con frecuencia una condición metafísica, al ser creencias acerca de los fenómenos que ocurren y ser inmunes a una objeción empírica directa.	II.C4
		Otros Conocimientos	Se refiere a conocimiento de otros campos, las nuevas ideas deben ser compatibles con otras ideas que la gente cree como verdaderas, en otras palabras, debe mostrar que los diferentes conocimientos son compatibles con otros campos.	II.C5
		Ejemplares e Imágenes	Son ejemplos que sirven de modelo, los cuales influyen la intuición de una persona sobre lo que es razonable	II.C6
		Experiencias pasadas	Hace referencia a experiencias que el estudiante ha vivido años atrás, las cuales contradicen las explicaciones de una nueva concepción sobre los fenómenos.	II.C7

	II.D. Variables afectivas	Motivación	Cuando el estudiante muestra entusiasmo al realizar sus diversas actividades, participación activa, líder del grupo etc.	II.D1
		Metas	Cuando el estudiante tiene unas metas trazadas, permiten enfocarlo en ciertas temáticas y quizás prestar menor atención a otras.	II.D2
		Campo social e institucional	El ambiente que predomine en el salón de clase y a su vez en toda la institución, facilitara u obstaculizara su aprendizaje.	II.D3

Tabla III.4. Categorías desde las imágenes del ecosistema como aproximación a la alfabetización visual

Marco de Referencia III: Las imágenes de ecosistema en el libro de texto				
Ámbito	Categorías	Sub-categorías	Descriptores	Código de las sub-categorías
II. Taxonomía de las imágenes en el libro de texto	III.E. Función de la secuencia didáctica en la que aparecen las imágenes	Evocación	Se hace referencia a un hecho de la experiencia cotidiana o concepto que se supone conocido por el alumno. Ejemplo: “En el desierto se necesita beber agua”	III.E1
		Definición	Se establece el significado de un término nuevo en su contexto teórico. Ejemplo: “Un ecosistema es una comunidad de seres vivos que interaccionan entre sí y con el medio en el que viven	III.E2
		Aplicación	Es un ejemplo que extiende o consolida una definición. Ejemplo: “Cuando los zorros y los linces compiten por el mismo alimento (conejos) hay una competencia interespecífica”.	III.E3

	en el libro de texto	Descripción	Se refiere a hechos o sucesos no cotidianos que se suponen desconocidos por el lector y que permiten aportar un contexto necesario. También se incluyen en esta categoría conceptos necesarios para el discurso principal pero que no pertenecen al núcleo conceptual. Ejemplo: “En los ecosistemas hay dos tipos de componentes, los no vivos o abióticos, es decir el medio físico (agua y rocas...) y sus características (temperatura del agua, salinidad...) y los vivos o bióticos, es decir los seres vivos”.	III.E4
		Interpretación	Son pasajes explicativos en los que se utilizan los conceptos teóricos para describir las relaciones entre acontecimientos experimentales Ejemplo: “El agua en un ecosistema puede ser dulce o salobre, por lo que se desarrolla una vegetación que tolera cierta salinidad del medio.”	III.E5
		Problematización	Se plantean interrogantes no retóricos que no pueden resolverse con los conceptos ya definidos. Sus finalidades incitar a los alumnos a poner a prueba sus ideas o estimular el interés por el tema presentando problemas que posteriormente justifican una interpretación o un nuevo enfoque. Ejemplo: “¿Es benéfica o perjudicial la competencia intraespecífica para los individuos que interaccionan?”	III.E6
		Identificación	Son pasajes explicativos que aluden a reconocer un objeto o proceso de la temática.	III.E7
	III.F. Etiquetas Verbales	Sin etiquetas	La ilustración no contiene ningún texto.	III.F1
		Nominativas	Letras o palabras que identifican algunos elementos de la ilustración.	III.F2

		Relacionales	Textos que describen las relaciones entre los elementos de la ilustración.	III.F3
	III.G. Iconicidad	Fotografía	Fiel copia de la captura de cualquier imagen.	III.G1
		Dibujo figurativo	Prima la representación orgánica, mostrando los objetos mediante la imitación de la realidad.	III.G2
		Dibujo Figurativo+Signos	Representaciones o magnitudes inobservables en un espacio de representación heterogéneo.	III.G3
		Dibujo Esquemático	Esquemmatización sin similitud con elementos reales, donde prima la representación de las relaciones.	III.G4
	III.H. Imagen de Ciencia	Empírico	Los ecosistemas solo son vistos en salidas de campos sin tener en cuenta ningún marco teórico.	III.H1
		Pragmático	Alusión a los ecosistemas desde el ámbito práctico y teórico.	III.H2
		Conceptual	Los ecosistemas presentan una perspectiva netamente desde los conceptos teóricos.	III.H3
		Contextualizada	Hay una relación tanto de la representación lingüística con la representación pictórica, donde se involucran los organismos pertinentes al ecosistema trabajado.	III.H4
		Descontextualizada	No existe relación entre las representaciones lingüísticas con las pictóricas e incluso se suelen dejar de lado organismos pertinentes al ecosistema trabajado.	III.H5
		Problemática e histórica	Muestra los conocimientos con los problemas que ocurrieron en la construcción de los mismos o permite llegar a ellos mediante formulación de preguntas donde se evidencia una evolución en el ecosistema y a su vez en el conocimiento.	III.H6

	III.I. Percepción de Ecosistema	Excluyente	Es aquella que deja ver al hombre como un agente extraño al ecosistema, como un organismo vivo que no hace parte de él; en otras palabras no se evidencia al hombre en la ilustración de un ecosistema.	III.I1
		Semi-incluyente	Es aquella que reconoce al hombre como un ser vivo que cambia cada uno de los sistemas o conserva en sus acciones. En otras palabras se evidencia al hombre en la ilustración o se hace explícito en la etiqueta.	III.I2
		Incluyente	Es aquella en la que se reconoce, en todo momento al hombre como un ser vivo, Como sujeto social y cultural, que cambia cada uno de los sistemas o conserva en sus acciones. En otras palabras se encuentra al hombre en la ilustración de un ecosistema al igual que en la etiqueta.	III.I3

Para representar de manera global la relación entre los instrumentos aplicados, el tipo de concepción que evalúan, el carácter de aplicación otorgado y las categorías que aproximadamente evalúan, exponemos la Tabla III.5.

Tabla III.5. Relación de instrumentos de recogida de datos con las posibles categorías que evalúa cada uno

Fase	Instrumento y código	Tipo de conocimiento y concepción que evalúa	Carácter de aplicación	Aproximación a las categorías evaluadas
Inicial	Prueba piloto	Declarada-Explícita	Individual	I.A, I.B, II.C, II.D
	Cuestionario 1-Pre-Test CCAE-Antes	Declarada-Explícita	Individual	I.A, I.B, II.C, II.D
	Entrevista a la profesora EG-P	Declarada-Explícita	Individual	I.A, I.B, II.C, II.D, III.E, III.F, III.G, III.H, III.I
	Observación OB-Clase	Declarada-Explícita	Grupal	I.A, I.B, II.C, II.D, III.E, III.F, III.G, III.H, III.I
Intermedia	Grabación de audio GSE	Declarada-Explícita	Grupal	I.A, I.B, II.C, II.D, III.E, III.F, III.G, III.H, III.I
	Cuestionario 2-Test CCAE-Durante	Declarada-Explícita	Individual	I.A, I.B, II.C, II.D
	Revisión de documentos (libros de texto) FSD – ET – IC – IM – PER-	Declarada-Explícita	Por imagen	III.E, III.F, III.G, III.H, III.I
	Observación OB-Clase	Declarada-Explícita	Grupal	I.A, I.B, II.C, II.D, III.E, III.F, III.G, III.H, III.I
Final	Cuestionario 3-Pos-Test CCAE-Después	Declarada-Explícita	Individual	I.A, I.B, II.C, II.D
	Entrevista a los estudiantes EG-(Seguido de la inicial del	Declarada-Explícita	Individual	I.A, I.B, II.C, II.D, III.E, III.F, III.G, III.H, III.I

	nombre: D-T-L-C)			
	Observación OB-Clase	Declarada-Explícita	Grupal	I.A, I.B, II.C, II.D, III.E, III.F, III.G, III.H, III.I

Asimismo, consideramos pertinente mostrar el respaldo teórico empleado en la realización del guion de las entrevistas (profesora y estudiantes), para ello la Tabla III.6 desvela según Patton (1984) citado en Colas y Buendía (1998) la descripción de los ámbitos presentes entre cada una de las preguntas que formulamos en los respectivos instrumentos

Tabla III.6. Ámbitos presentes en el instrumento de la entrevista (profesora y estudiantes)

Ámbito	Descriptor	Nº de Pregunta en el guion de la entrevista a la profesora	Nº de Pregunta en el guion de la entrevista a los estudiantes
Opiniones y valores	Pretende averiguar sobre lo que los informantes piensan, que para este caso en particular se puede llamar la concepción que se tiene sobre ciertos materiales curriculares, específicamente para ahondar más sobre las ilustraciones que traen los libros de texto.	4,9,13,14,17,18,19	2,3,4,5,6,7,9

Experiencias y comportamientos	Descubren lo que los informantes hacen o han hecho, se relaciona básicamente con el segundo objetivo específico de esta investigación, ya que se pretende comprobar el uso que la profesora hace de las ilustraciones que traen los libros de texto.	3,6,7,10,11,15,16	8
Cuestiones de conocimiento	Descubrir información factual que posee el informante	1,2,5,8,12	6
Cuestiones ambientales	Para pretender conocer características de los informantes como la formación profesional y entorno en el que suele desenvolverse.	Para la profesora, surgen varias preguntas de este tipo, que no se explicitan cuales, dado que estas no fueron estructuradas, de acuerdo a la naturaleza de la entrevista, ya que es semi-estructurada.	1

Para continuar proporcionando una mayor orientación del proceso empleado en el análisis de los datos, vemos importante relacionar con el sistema de categorías que hemos planteado, las preguntas del cuestionario y de las respectivas entrevistas (ver Tablas III.7, III.8 Y III.9). Lo anterior facilita el análisis de la información ya que las preguntas fueron diseñadas exclusivamente con un fondo particular para abstraer los tópicos relevantes de nuestro interés.

En este sentido es válido recordar que las preguntas también están pensadas de acuerdo a los criterios de selección (ver apartado III.3.2, p.164) con que fueron elegidos los participantes de esta investigación.

Tabla III.7. Relación del sistema de categorías vs preguntas del cuestionario
(Pre-test, Test y Pos-test)

Preguntas	Categoría	Sub-categoría	Aproximación a la categoría evaluada
1.¿Qué clase de ecosistema observa en la ilustración?	Estrategias para el aprendizaje de los ecosistemas y Variables del conocimiento científico	Observación de imágenes Anomalías Analogías y Metáforas Compromisos epistemológicos Creencias y conceptos metafísicos Otros conocimientos Ejemplares e imágenes Experiencias pasadas Evocación Definición Aplicación Descripción Interpretación Problematización Identificación	I.B1 II.C1 II.C2 II.C3 II.C4 II.C5 II.C6 II.C7 III.E1 III.E2 III.E3 III.E4 III.E5 III.E6 III.E7
2.Establece alguna relación interespecífica con cualquiera de los organismos presentes en la ilustración.	Estrategias para el aprendizaje de los ecosistemas y Variables del conocimiento científico	Observación de imágenes Talleres dirigidos Anomalías Analogías y Metáforas Compromisos epistemológicos Creencias y conceptos metafísicos Otros conocimientos Ejemplares e imágenes Experiencias pasadas	I.B1 I.B3 II.C1 II.C2 II.C3 II.C4 II.C5 II.C6 II.C7

3.¿Qué componentes abióticos y bióticos observas en la imagen?	Estrategias para el aprendizaje de los ecosistemas y Variables del conocimiento científico	Observación de imágenes Talleres Anomalías Analogías y Metáforas Compromisos epistemológicos Creencias y conceptos metafísicos Otros conocimientos Ejemplares e imágenes Experiencias pasadas	I.B1 I.B3 II.C1 II.C2 II.C3 II.C4 II.C5 II.C6 II.C7
4.Nombra los consumidores primarios que encuentres en la imagen y explica porque los consideras de este orden.	Estrategias para el aprendizaje de los ecosistemas y Variables del conocimiento científico	Observación de imágenes Talleres Anomalías Analogías y Metáforas Compromisos epistemológicos Creencias y conceptos metafísicos Otros conocimientos Ejemplares e imágenes Experiencias pasadas	I.B1 I.B3 II.C1 II.C2 II.C3 II.C4 II.C5 II.C6 II.C7
5.Nombra los consumidores secundarios que encuentres en la imagen y explica porque los consideras de este orden.	Estrategias para el aprendizaje de los ecosistemas y Variables del conocimiento científico	Observación de imágenes Talleres Anomalías Analogías y Metáforas Compromisos epistemológicos Creencias y conceptos metafísicos Otros conocimientos Ejemplares e imágenes Experiencias pasadas	I.B1 I.B3 II.C1 II.C2 II.C3 II.C4 II.C5 II.C6 II.C7
6.Pinta los organismos productores que encuentres en la ilustración y explica porque son llamados productores.	Estrategias para el aprendizaje de los ecosistemas y Variables del conocimiento científico	Observación de imágenes Anomalías Analogías y Metáforas Compromisos epistemológicos Creencias y conceptos metafísicos Otros conocimientos Ejemplares e imágenes Experiencias pasadas	I.B1 II.C1 II.C2 II.C3 II.C4 II.C5 II.C6 II.C7

7.Elabora una cadena trófica con algunos de los organismos de la ilustración.	Estrategias para el aprendizaje de los ecosistemas y Variables del conocimiento científico	Observación de imágenes Talleres Anomalías Analogías y Metáforas Compromisos epistemológicos Creencias y conceptos metafísicos Otros conocimientos Ejemplares e imágenes Experiencias pasadas	I.B1 I.B3 II.C1 II.C2 II.C3 II.C4 II.C5 II.C6 II.C7
8.Nombra las poblaciones que alcanzas a observar en la ilustración.	Estrategias para el aprendizaje de los ecosistemas y Variables del conocimiento científico	Observación de imágenes Talleres Anomalías Analogías y Metáforas Compromisos epistemológicos Creencias y conceptos metafísicos Otros conocimientos Ejemplares e imágenes Experiencias pasadas	I.B1 I.B3 II.C1 II.C2 II.C3 II.C4 II.C5 II.C6 II.C7

Tabla III.8. Relación del sistema de categorías vs. preguntas de la entrevista a los estudiantes

Pregunta	Categoría	Sub-categoría	Código
1.¿Cuál es tu nombre?	Variables afectivas	Campo social e institucional	II.D3
2.¿Cuándo tus compañeros observan un libro de texto que comentan que les llama más la atención?	Estrategias para el aprendizaje de los ecosistemas.	Observación de imágenes	I.B1
3.¿Por qué?	Estrategias para el aprendizaje de los ecosistemas.	Motivacional	II.D1
4.¿Por qué consideras que las ilustraciones de un libro de texto pueden llegar a motivar el estudio?	Variables afectivas.	Motivación	II.D2
5.Dicen que las ilustraciones hablan por sí solas. ¿Tú qué piensas al respecto?	Estrategias para el aprendizaje de los ecosistemas/Variables afectivas.	Observación de imágenes/Motivación	I.B1 II.D2

6.¿Consideras que las ilustraciones que observas en los libros de texto son adecuadas para la temática que manejan? Si no es así, di cómo te gustaría que fueran.	Estrategias para el aprendizaje de los ecosistemas.	Observación de imágenes	I.B1
7.¿Alguna vez te has detenido a analizar por tu cuenta una de las imágenes del libro de texto? ¿En qué te has fijado?	Estrategias para el aprendizaje de los ecosistemas/Variables afectivas.	Observación de imágenes/Motivación	I.B1 II.D2
8.La profesora pone al grupo a realizar dibujos de los que están presentes en el libro de texto. ¿Qué te parece esto?	Estrategias para la enseñanza de los ecosistemas	Recurso didáctico	I.A2
9.¿Cuál de estas imágenes consideras que te ayuda a tener más claro el concepto de ecosistema? Explica tus razones.	Iconicidad	Fotografía Dibujo figurativo D.Figurativo+Signos Dibujo esquemático	II.G1 III.G2 III.G3 III.G4

Tabla III.9. Relación del sistema de categorías Vs preguntas de la entrevista a la profesora

Preguntas	Categoría	Sub-categoría	Código
1.¿En la unidad de ecosistemas qué temáticas trabajarás?	Estrategias para la enseñanza de los ecosistemas	Apropiación conceptual	I.A6
2. ¿Cómo abordarás dichas temáticas?	Estrategias para la enseñanza de los ecosistemas	Apropiación conceptual	I.A6
3. ¿Utilizas las imágenes de los libros de texto en la clase de ciencias?	Estrategias para la enseñanza de los ecosistemas	Planeación de clase Recursos didácticos Tipo de Evaluación Tradicional Constructivista	I.A1 I.A2 I.A3 I.A4 I.A5

4. ¿Por qué te ayudas con las imágenes de los libros de texto para dar tus clases?	Estrategias para la enseñanza de los ecosistemas	Planeación de clase Recursos didácticos Tipo de Evaluación Tradicional Constructivista	I.A1 I.A2 I.A3 I.A4 I.A5
5. ¿Cómo empleas en tus clases las ilustraciones que traen los libros de texto?	Estrategias para la enseñanza de los ecosistemas	Tradicional Constructivista Apropiación conceptual	I.A4 I.A5 I.A6
6. ¿Presentas en tus clases otras ilustraciones diferentes a los libros de texto?	Estrategias para la enseñanza de los ecosistemas	Tradicional Constructivista	I.A4 I.A5
7. ¿Cómo cuáles?	Estrategias para la enseñanza de los ecosistemas	Tradicional Constructivista	I.A4 I.A6
8. ¿Por qué se eligió este libro de texto de la editorial Anaya?	Estrategias para la enseñanza de los ecosistemas	Apropiación conceptual	I.A6
9. Califica numéricamente la frecuencia de uso de cada tipo de herramienta pedagógica con un valor que va desde cinco (5) para el tipo de herramienta pedagógica más usado hasta uno (1) para el menos usado en las preparaciones de sus clases: a. Internet b. Libro de texto universitario c. 1 libro de texto de la ESO d. 2 o más libros de texto de la ESO e. Documentales f. Programas de TV	Estrategias para la enseñanza de los ecosistemas	Recursos didácticos	I.A2
10. ¿En tu práctica docente los estudiantes utilizan el libro de texto en sus hogares? ¿En qué tareas?	Estrategias para el aprendizaje de los ecosistemas	Libro de texto Observación de imágenes	I.B1 I.B2

11. ¿Con que frecuencia utilizas en tus clases las imágenes de los libros de texto? a) Frecuentemente (4 puntos) b) Algunas veces (3 puntos)c) Pocas veces (2 puntos) d) Casi nunca (1 punto)	Estrategias para la enseñanza de los ecosistemas	Recursos didácticos	I.A2
12. ¿Qué tipo de tareas realizas con ellas?	Estrategias para la enseñanza de los ecosistemas	Planeación de clase Recursos didácticos Tipo de Evaluación Tradicional Constructivista	I.A1 I.A2 I.A3 I.A4 I.A5
13. Califica numéricamente la frecuencia de uso de cada tipo de IMAGEN con un valor que va desde cinco (5) para el tipo de IMAGEN más usado hasta uno (1) para el menos usado en el desarrollo de sus clases: Fotografía, dibujo figurativo, dibujo figurativo+signos, esquemático.	Iconicidad	Fotografía Dibujo figurativo DibujoFigurativo+Signos Dibujo Esquemático	II.G1- III.G2- III.G3- III.G4
14.¿Qué opinión te merecen como herramienta didáctica?	Estrategias para la enseñanza de los ecosistemas	Recursos didácticos	I.A2
15. Con que frecuencia realizas dibujos en la pizarra para tus clases: a) Frecuentemente (4 puntos) b) Algunas veces (3 puntos)c) Pocas veces (2 puntos) d) Casi nunca (1 punto)	Estrategias para la enseñanza de los ecosistemas	Tradicional	I.A4
16. ¿Realizas previamente un análisis de las ilustraciones que muestras a tus estudiantes en la clase de ciencias?	Estrategias para la enseñanza de los ecosistemas	Tradicional	I.A4
17. ¿Piensas que las ilustraciones de los libros de texto pueden influir en el aprendizaje de los chicos durante la enseñanza del concepto de ecosistemas?	Estrategias para el aprendizaje de los ecosistemas	Observación de imágenes	I.B1

18. ¿Cómo es el impacto que tú crees que causas en los estudiantes al emplear las ilustraciones de los libros de texto?	Estrategias para el aprendizaje de los ecosistemas y Función de la secuencia didáctica en la que aparecen las ilustraciones en el libro de texto	Observación de imágenes Identificación	I.B1 III.E7
19. ¿El libro de texto posee representaciones lingüísticas y pictóricas, a cuál de estas representaciones le das mayor relevancia? ¿Por qué?	Estrategias para la enseñanza de los ecosistemas	Recursos didácticos	I.A2

Finalmente, una vez que hemos descrito las fases del proceso de este estudio justificadas desde el problema en cuestión y a su vez planteado un sistema de categorías soportadas desde los marcos de referencia, consideramos idóneo avanzar otro eslabón, iniciando en el siguiente capítulo el análisis de los resultados obtenidos a partir de este diseño metodológico.

CAPÍTULO IV .

RESULTADOS OBTENIDOS Y PRIMEROS ANÁLISIS



Contenido General del Capítulo IV

IV.1. Resultados y análisis de las concepciones y evolución de los participantes

IV.1.1. Resultados y análisis de las concepciones y evolución conceptual de Diana

IV.1.2. Resultados y análisis de las concepciones y evolución conceptual de Tomás

IV.1.3. Resultados y análisis de las concepciones y evolución conceptual de Luciana

IV.1.4. Resultados y análisis de las concepciones y evolución conceptual de Camilo

IV.1.5. Resultados y análisis de la participación observada del Grupo

IV.1.6. Resultados y análisis de las concepciones de la profesora sobre estrategias instruccionales

IV.2. Resultados y análisis relacional de las imágenes del ecosistema de los Libros de texto 1, 2, 3, 4

IV.3. Resultados y análisis particular de las imágenes del ecosistema del Libro de texto empleado durante la clase objeto de estudio (Libro 1)

CAPÍTULO IV. RESULTADOS OBTENIDOS Y PRIMEROS ANÁLISIS

El análisis de los resultados se relaciona obviamente con los aspectos planteados en las cuestiones de investigación: las imágenes sobre ecosistema del libro de texto y las concepciones de los estudiantes que se observan de manera individual y grupal para explorar el proceso de evolución conceptual sobre ecosistema. Respecto a la profesora se le mira como pieza clave en la formación íntegra de los alumnos, dejando al descubierto el uso que le ofrece a dichas imágenes en cada una de sus clases, siendo entonces éste el foco trabajado sobre el CDC durante el desarrollo de este estudio, es decir, que se describen aspectos específicamente de las concepciones acerca de estrategias instruccionales para la enseñanza de la ciencia sin tenerse en cuenta los otros componentes que conforman el CDC, con la finalidad de acotar el estudio de caso.

Teniéndose en cuenta las orientaciones metodológicas trazadas en este trabajo, el análisis representa la descripción, interpretación y explicación de los datos obtenidos a lo largo del proceso que se vivió dentro del aula de clase con los entes involucrados, donde se retoman los aspectos y unidades de análisis que emergen a partir de la sistematización y categorización de los datos.

La técnica principal para evidenciar los significados de la información adquirida mediante los instrumentos de recolección fue el análisis de contenido, que, a su vez, se integra con la interpretación de las unidades de análisis "UA" que otorgan una sub-categoría determinada para cada unidad de información y los vínculos que se establecen entre una UA específica y otras sub-categorías. De esta manera, se contabilizaron el total de UA para cada sujeto participante y para cada una de las imágenes de los libros de texto analizados, identificándose las sub-categorías según el instrumento aplicado para cada objeto de investigación y a su vez se obtuvo la frecuencia relativa de los ámbitos.

Adicionalmente se ejemplifica de manera descriptiva las UA extraídas de cada pregunta aplicada en los diferentes momentos (antes-durante-después) situación que facilita observar en los estudiantes el proceso del cambio o evolución de las concepciones sobre ecosistema. Se presentan las UA más significativas para nuestro proceso de análisis con motivo de sintetizar y no extendernos.

Para el caso de la profesora se procede igual pero su ejemplificación y descripción de las UA se limita a las más representativas dado su excesivo volumen. Todo este análisis descriptivo de identificación se llevó a cabo con la ayuda de la herramienta informática del programa de Excel.

En este sentido, el capítulo de resultados obtenidos y primeros análisis se establece de la siguiente forma:

- a) Se analiza el caso de cada sujeto participante (estudiantes), teniéndose presente los instrumentos aplicados de forma individual; este apartado contiene: la exploración estadístico-descriptiva de las UA y el análisis interpretativo y explicativo de las concepciones según los tres ámbitos que componen el referente con que estamos mirando esta investigación. Todo ello con la finalidad de explorar el cambio o evolución conceptual sobre el ecosistema.
- b) El otro paso consiste en revelar a nivel grupal de manera estadístico-descriptiva las UA y el análisis interpretativo y explicativo de la participación de los estudiantes en la clase, conforme a los respectivos instrumentos y a los tres ámbitos que componen el referente con que estamos mirando esta investigación. Ello con la intención de contrastar los datos obtenidos de los participantes implicados directamente en este estudio.
- c) El siguiente paso, consiste en identificar la coherencia entre lo que la profesora declara del CDC (Concepciones sobre estrategias instruccionales para la enseñanza de la ciencia) y lo que realiza en la práctica de aula conforme a los instrumentos aplicados al caso. Este apartado contiene la exploración estadístico-descriptiva de las UA, es decir, el análisis interpretativo y explicativo de las concepciones según los tres ámbitos que componen el referente con que estamos mirando esta investigación. Ello con la pretensión de identificar y contrastar qué concepción¹ tiene la profesora sobre del ecosistema y cómo usa las imágenes del libro de texto en su clase.

¹ Esta concepción será directamente explicitada en el capítulo de las conclusiones

- d) Finalmente se evidencia cuáles son las imágenes del ecosistema que hallamos en los libros de texto de acuerdo a la taxonomía² diseñada, dando un protagonismo mayor al libro de texto empleado en las clases de la profesora (Libro 1).

Es preciso aclarar que los ámbitos trabajados dentro de cada una de las UA se fundamentan desde el marco teórico requerido para esta investigación. En esta línea establecemos tres grandes ejes: (1) el CDC en la enseñanza y aprendizaje de ecosistema, que desencadena el ámbito de *a) Concepciones sobre estrategias instruccionales para enseñar y aprender ciencias*. (2) El del cambio o evolución conceptual durante la enseñanza y aprendizaje del ecosistema, que desencadena el ámbito *b) Componentes que hacen parte de la ecología conceptual*. Y (3) las imágenes del ecosistema en los libros de texto, que desencadena en el ámbito *c) Taxonomía de las imágenes en los libros de texto*.

IV.1. Resultados y análisis de las concepciones y evolución de los participantes

Las concepciones y evolución conceptual sobre los ecosistemas se presentan individualmente con la finalidad de analizarlas detalladamente, sin embargo es de entender que el estudio de caso se conforma por el conjunto de los participantes (tanto sujetos como los objetos).

La información utilizada en esta sección corresponde con los datos extraídos de los siguientes instrumentos:

CCAЕ-Antes: cuestionario de concepciones alternativas sobre ecosistemas,
Aplicado antes de dar inicio a la unidad

CCAЕ-Durante: cuestionario de concepciones alternativas sobre ecosistemas,
aplicado durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de los ecosistemas

CCAЕ-Después: cuestionario de concepciones alternativas sobre ecosistemas,
aplicado después del proceso de enseñanza y aprendizaje de los ecosistemas

E: Entrevista aplicada a los estudiantes cuando se finaliza el proceso de enseñanza y aprendizaje de los ecosistemas

² La taxonomía surge a partir del instrumento de análisis diseñado por Perales y Jiménez (2002) y adaptado para esta investigación

Dibujo: representación pictórica de los estudiantes.

EGP: entrevista guiada para la profesora.

GSE: grabación sesiones de clase del ecosistema.

OB-CLASE: observaciones de clase.

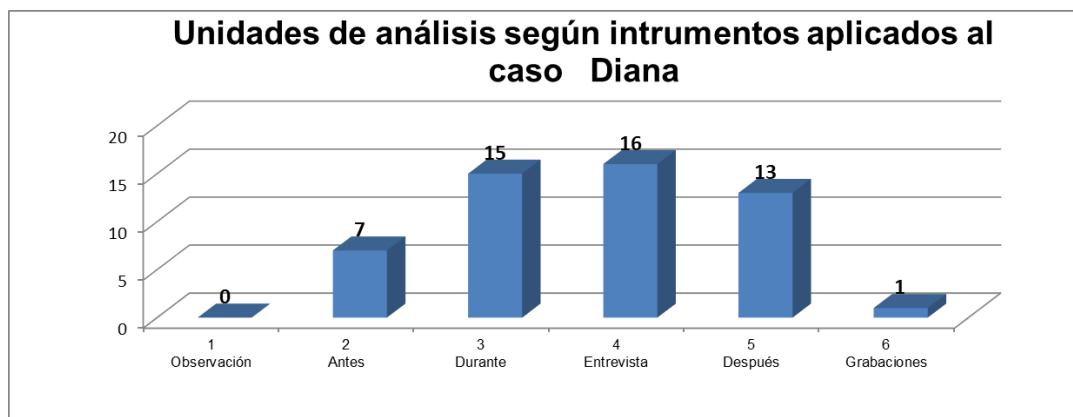
Respecto a lo anterior, se han incluido como anexos cinco registros por participante, exceptuándose a la profesora, para la que se incluyen solo tres registros. Todos ellos contienen la transcripción literal de las respuestas a los instrumentos y las unidades de análisis más representativas que surgieron con su respectivo código.

En el caso de DIANA estos archivos se han denominado, respectivamente: ANEXO I.1, I.2, I.3, I.4, I.5; en el de TOMÁS: ANEXO II.1, II.2, II.3, II.4, II.5; en el de LUCIANA: ANEXO III.1, III.2, III.3, III.4, III.5; en el de CAMILO: ANEXO IV.1, IV.2, IV.3, IV.4, IV.5, en el de la PROFESORA: ANEXO V.1, V.2 y V.3.

Presentamos a continuación los resultados y el análisis de las concepciones declaradas por los participantes.

IV.1.1. Resultados y análisis de las concepciones y evolución conceptual de Diana

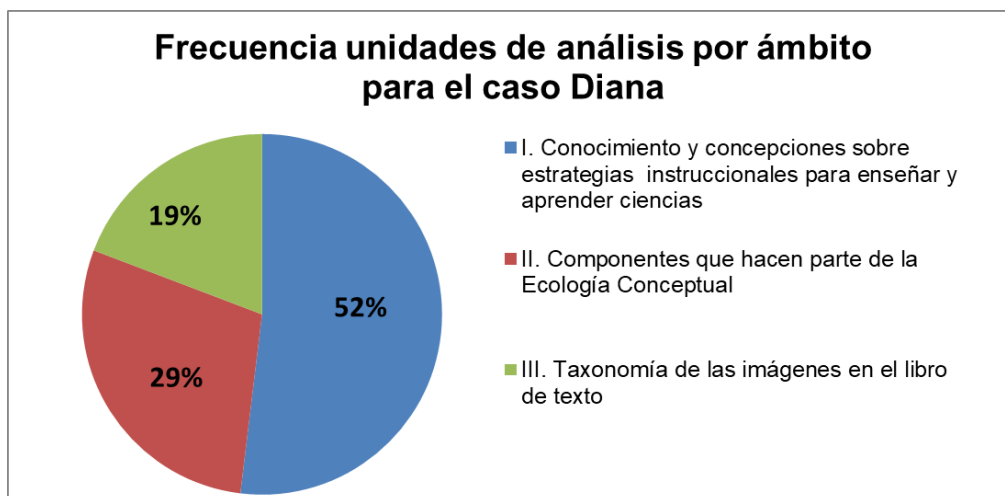
Considerando los diferentes aportes que Diana realiza a través de los cinco instrumentos, se han identificado 52 UA. De la totalidad de UA, 15 UA se encontraron en el instrumento del cuestionario aplicado durante el proceso, 16 en la entrevista, 13 en cuestionario aplicado después de finalizada la unidad del ecosistema, siete en el cuestionario aplicado antes de iniciarse la temática del ecosistema y uno en las grabaciones que se realizaron en todo el proceso (ver Gráfica IV.1).



Gráfica IV.1. Unidades de análisis según instrumentos aplicados al caso Diana

Las 52 UA se dividen en tres marcos de referencia, el primero es CDC en la enseñanza y aprendizaje de los ecosistemas, el segundo, cambio y evolución conceptual y el tercero las imágenes del ecosistema en el libro de texto, donde, a su vez, cada marco referencial presenta un ámbito. En la Gráfica IV.2 se puede apreciar la distribución de las UA por ámbito

En el primer marco referencial tenemos al ámbito del conocimiento y concepciones sobre estrategias instrucciones para enseñar y aprender ciencias, donde se identifica el 52% de UA. Para el segundo marco referencial también se cuenta con un ámbito, denominado componentes que hacen parte de una ecología conceptual y recoge el 29% de UA. Finalmente, para el tercer marco referencial el ámbito es la Taxonomía de las imágenes en el libro de texto, que manifiesta el 19% de las UA.



Gráfica IV.2. Frecuencia unidades de análisis por ámbito para el caso Diana

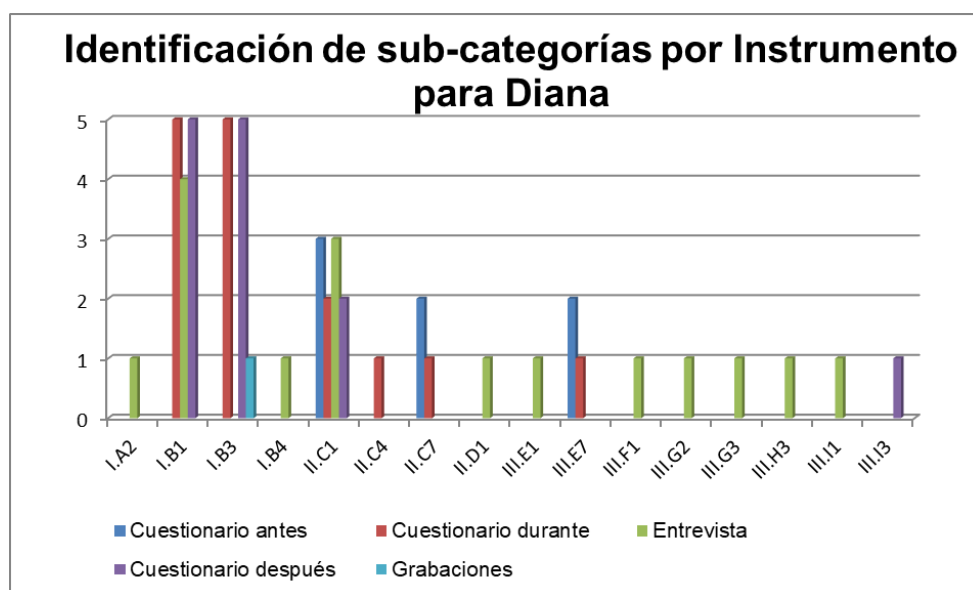
Siguiendo en la línea argumental, se sistematizan las UA según las sub-categorías correspondientes (ver Gráfica IV.3), revelando los siguientes aspectos:

Se destaca notablemente que las sub-categorías predominantes para este caso son las *I.B1 observación de imágenes del libro* y *I.B3 talleres dirigidos* (ver Tablas III.2, III.3, III.4, p.187-193), es decir, que Diana aprendió sobre los ecosistemas a través de la observación de imágenes del libro y de realización de talleres dirigidos. Estas dos sub-categorías sobresalen para el caso de Diana debido a que la profesora durante la unidad de los ecosistemas se apoyó exclusivamente en un taller que proponía el libro de texto y, en cierta forma, también en las imágenes que este libro desvela; aquí vale aclarar que estas sub-categorías son las más destacadas en los diferentes instrumentos aplicados, aunque en unos más que en otros (ver Anexo I.1, I.2, I.3 y I.4).

Otra de las sub-categorías que se presentó notablemente fue la *II.C1 anomalías* perteneciente a la categoría *Variables del conocimiento científico*, representándose de esta manera que Diana desvela varias irregularidades sobre conceptos que abarca la temática de los ecosistemas. Asimismo, sobre la iconicidad surge la sub-categoría de *III.G3 dibujo figurativo+signos*. Ello manifiesta que para Diana la representación icónica es clave en el aprendizaje de las ciencias, y que a ella se le facilita la comprensión cuando es una representación con dibujo figurativo+signos. Esta categoría se puede comprobar en la UA445-III.G3-DE (ver líneas 33-36, Anexo I.4) y también en la UA19-II.C4-

DD que, aunque alude a otra sub-categoría, va totalmente relacionada con la sub-categoría III.G3 ya que a pesar de tener algunas creencias y conceptos metafísicos, es evidente cómo logra entender que los productores son simplemente las plantas y lo hace a través de las imágenes del libro de texto, aunque debido a ciertas etiquetas dentro de la imagen, el concepto (“Productor”³) se diluyó al punto de no permitir su evolución correcta.

Las sub-categorías que menos se identificaron en el caso de Diana tienen que ver con el ámbito de la Taxonomía de las imágenes en los libros de texto, ya que aplica prioritariamente al caso de la Profesora y sobre los libros que se revisaron para este estudio; sin embargo, las escasas sub-categorías identificadas permiten hacer referencia a la concepción iconográfica que Diana tiene y a la percepción del ecosistema, ya sea que tengan presente o no al hombre dentro de éstos.



Gráfica IV.3. Identificación de sub-categorías por el instrumento aplicado al caso Diana

Pasando a un análisis secundario, es decir un poco más específico, se procede a realizar la descripción y explicación de las UA halladas en los diversos instrumentos (Antes-Durante-Después) que se aplicaron al caso Diana.

³ La evolución de este concepto es ampliada en párrafos posteriores

a) Según el cuestionario aplicado antes del inicio del proceso enseñanza y aprendizaje (Pre-Test)

A continuación, se presenta la ruta establecida de los apartados para cada instrumento (Pre-test, Test, Post-test y entrevista) que describe, analiza e interpreta las UA extraídas de los participantes. Primero se presenta la UA codificada, segundo declaramos entrecomillas la pregunta y tercero presentamos la respuesta (R/ de aquí en adelante) del participante en cursiva. Finalmente describimos e interpretamos según los conocimientos propios disciplinares y según los referentes teóricos en que nos hemos apoyado.

Las UA 1-II.C1-DAN - 2-III.E7-DAN se obtienen de la pregunta: “Nombra los consumidores primarios que encuentres en la imagen y explica por qué los consideras de este orden. R/ *El guepardo, el pato, la serpiente, la rana*” (ver línea 7 y 8 de Anexo I.1).

Aquí la pregunta es de tipo reconocimiento e identificación entre el concepto consumidor primario con la representación externa que se puede dar de éste y que se encuentra en la imagen que se le proporciona en el instrumento. Por ello la UA adjudicada está dentro de la categoría Función de la secuencia didáctica en la que aparecen las imágenes en el libro de texto; sin embargo, su respuesta no es la correcta y por ende guarda relación con la ecología conceptual, específicamente con una de las variables del conocimiento, *II.C1 anomalías* dado que los animales que reconoce en su respuesta son consumidores secundarios.

La UA 4-II.C1 se extrae de la pregunta: “Pinta los organismos productores que encuentres en la ilustración y explica por qué son llamados productores. R/ *Los peces y las ranas, porque producen ya que vemos sus huevos*” (ver línea 11 y 12 del Anexo I.1).

Ello permite decir que la estudiante viene con irregularidades conceptuales sobre el ecosistema dado que para ella el concepto de productor está asociado con la producción de cosas, es decir como un resultado de ciertas acciones, que para este caso se refiere a la producción de huevos.

b) Según el cuestionario aplicado durante el proceso enseñanza y aprendizaje (Test)

Las siguientes UA evidencian las concepciones de Diana:

13-I.B1-DDU - 14-I.B3-DDU - 15-II.C1-DDU “Nombra los consumidores primarios que encuentres en la imagen y explica por qué los consideras de este orden. *R/ Peces pequeños, libélulas e insecto acuático porque se parece a los que veo en el libro*” (ver línea 16 de Anexo I.2).

Esto nos muestra que Diana tiene algún conocimiento sobre lo cuestionado, sin embargo; no ha estructurado el concepto de consumidor primario ya que no genera una explicación del porqué son denominados consumidores primarios. Igualmente sucede con las siguientes UA 16-I.B1-DDU - 17-I.B3-DDU - 18-II.C1-DDU (ver línea 17-18 del Anexo I.2), es decir, reconoce los consumidores primarios y secundarios pero no logra argumentar por qué lo son. Adicionalmente manifiesta que son representaciones vistas del libro de texto, asociado por tanto al aprendizaje desde la observación de imágenes.

19-II.C4-DD “Pinta los organismos productores que encuentres en la ilustración y explica por qué son llamados productores. *R/ Árbol, plantas acuáticas, plantas, hierba. Son productores porque se alimentan de materia orgánica y sirve de alimento a otros organismos*” (ver línea 19 y 20 del Anexo I.2).

La revelación que deja esta UA alude a que Diana reconoce a los productores, pero en su explicación deja al descubierto una confusa asimilación del concepto de productor. Es por esto que se considera una creencia y concepto metafísico dado que puede ser inmune a una objeción empírica directa ya que la participante no justifica que los productores son llamados así porque pueden producir su propio alimento a partir de la obtención de energía que adquieren por la reacción entre la luz solar, agua, dióxido de carbono y minerales (González-García, Carrillo-Rosúa y García-Alix, 2015).

Pareciera que la respuesta de Diana se debe a que ha observado en algunas representaciones icónicas de los libros de texto que hay etiquetas donde ubican la materia orgánica debajo de la imagen de las plantas, lo que al parecer permitió una interpretación por asociación errónea; tal vez algún símbolo no permitió entender que la energía lumínica que captan las hojas de la planta es usada para transformar la materia inorgánica (dióxido de carbono en agua) en materia orgánica (glucosa) (González et al. op.cit).

c) Según la entrevista y el cuestionario aplicado después del proceso enseñanza y aprendizaje (Pos-Test)

Las siguientes UA son extraídas del Pos-Test:

UA27-I.B1-DDE - UA28-I.B3-DDE - UA29-II.C1-DDE “Nombra los consumidores secundarios que encuentres en la imagen y explica por qué los consideras de este orden. R/ *Lince, rana, pato... porque se alimentan de los productores, el lince lo trabajamos en los talleres*” (ver línea 9-8 del Anexo I.3).

Estas UA representan que Diana nombra los consumidores secundarios pero la explicación no es correcta, su argumento está dado para un consumidor primario, que es el que se alimenta de los productores, por lo tanto aún hay anomalías y no está estructurado correctamente el concepto, a pesar de que se ha pasado por un entramado conceptual de los ecosistemas. Se continúa reforzando que su aprendizaje tiende a estar influenciado por los talleres dirigidos de la profesora.

UA30-I.B1-DDE - UA32-II.C1-DDE estas UA son obtenidas de la pregunta “Pinta los organismos productores que encuentres en la ilustración y explica por qué son llamados productores R/ la joven no los pinta en la ilustración, opta por dibujarlos y realiza *Plantas y árboles diciendo que son productores porque produce*” (ver línea 10 y 11 de Anexo I.3).

Aquí estas UA dejan ver que Diana presenta parcialmente la asimilación del concepto de productor, sin embargo aún se guardan anomalías pues la explicación permanece limitada. Complementariamente adjudicamos UA referentes al aprendizaje por observación de imágenes porque ella decide dibujar sin ser una petición.

En otras palabras, si comparamos el primer instrumento aplicado con los otros, su proceso ha sido el siguiente: en principio estaba completamente desfasado en saber quién representa a los productores en un ecosistema, ya que aludía a que eran los peces y ranas, y si a esto le sumamos el porqué, aún se notaba su total desconocimiento, dado que actuaba por asociación de datos observados y empíricos que posiblemente vio en cursos anteriores, en concreto, los peces y las ranas ponen huevos, que para este caso era una producción.

Pasando al siguiente instrumento, donde Diana ya ha experimentado la enseñanza del ecosistema, se logra ver cómo reconoce que los productores son

las plantas, pero no identifica que aquellos fabrican su propio alimento y, después de haber recibido todo el entramado conceptual, se observa cómo hace perfectamente el reconocimiento de que las plantas son los productores. No obstante, pasa algo muy particular en su explicación del ¿por qué son llamados productores? Se remite nuevamente a la respuesta del pre-test “porque produce” (ver línea 12 del Anexo I.1 y ver línea 11 del Anexo I.3), pero en este último instrumento Pos-test surge una disyuntiva ya que no termina de aclarar qué es lo que producen los productores, es decir, no sabemos en concreto si se refería a su propio alimento o, por ejemplo a que produce frutos, como la asociación que ella guardaba al inicio de la temática. Por consiguiente, aquí no podemos afirmar una evolución completa del concepto de productor.

Prosiguiendo tenemos que las UA 33-I.B1-DDE - 34-I.B3-DDE - 35- III.I3-DDE provienen de la pregunta “Elabora una cadena trófica con algunos de los organismos de la ilustración R/ *Plantas*→*libelula*→*rana* y *Plantas*→*peces*→*pato*→*lince*→*hombre*” (ver línea 12-14 de Anexo I.3).

Se puede observar cómo Diana, en una de las cadenas tróficas, incluyó al hombre en una relación interespecífica de depredación. De la misma manera se puede pensar que la inclusión del hombre en la cadena se debe a la relación alarmante que se suele dar del hombre con los ecosistemas, es decir, como sobreexplotación de caza para este caso, pero, analizándose detalladamente, la balanza se inclina más por la relación beneficiosa donde el hombre mata al animal no porque es cazador deportivo o sobreexplota la caza para sacar provecho monetario, sino por alimento (supervivencia) dentro de una cadena trófica.

Adicionalmente la manera en como Diana representa las flechas también nos permite obtener datos, ya que según González-García et al. (2015) si el criterio empleado por los estudiantes refiere al depredador-presa, las flechas van desde el depredador hacía la presa, mientras que si la dirección refiere presa-depredador es un indicador de superar la relación simplista de cadena trófica porque está incorporándose la relación del flujo de energía.

Para el caso de Diana la dirección es presa-depredador, es decir, que al parecer los signos que ha observado en las imágenes de los libros han perdurado en el tiempo y como complemento nos permite decir que en esta participante se está entendiendo que la representación de la construcción de una cadena trófica guarda relación con el flujo de energía.

Sin embargo, lo que predice la literatura respecto a la relación directa entre dirección de la representación de una flecha en la cadena trófica respecto a la concepción simplista de cadena trófica meramente entendida como depredador-presa no concuerda para este estudio, porque Diana en sus concepciones sobre relaciones interespecíficas prioriza la depredación y sus flechas están representadas como si trascendiera dicha visión simplista.

De ahí que entendemos que la dirección de la flecha para este caso puede estar representada idóneamente debido a la influencia de la función nemotécnica que tienen en cierta medida las imágenes, pero no es representativo de que Diana trascienda dicha visión simplista sobre las cadenas tróficas.

En la entrevista realizada a Diana hay un apartado donde se le pide realizar un dibujo sobre lo que ella recuerda del ecosistema. A continuación se describe lo que ella representa icónicamente:

46-III.E1-DE *“hay árboles con unas flores alrededor y un lince junto a un lago que contiene peces, garza, rana encima de una hoja y un pato, no aparece el hombre por ningún lado, tampoco hay representación del sol”* (ver Anexo I.5).

La función didáctica que se le puede otorgar a esta representación icónica es de tipo evocativo dado que hace referencia a un hecho de la experiencia cotidiana, porque es con lo que generalmente un estudiante se puede encontrar en un paseo o en una salida de campo, como por ejemplo en un zoológico y, a su vez, es la representación convencional que suele mostrarse en las ilustraciones de los libros de texto sobre los ecosistemas, aunque desprovisto de muchos elementos para entender lo que es un ecosistema; por lo tanto, es con lo que posiblemente se encuentre familiarizada Diana.

Para cerrar estos resultados de Diana se muestra en el Cuadro IV.1 el registro de las 52 UA encontradas en las concepciones declaradas de la participante.

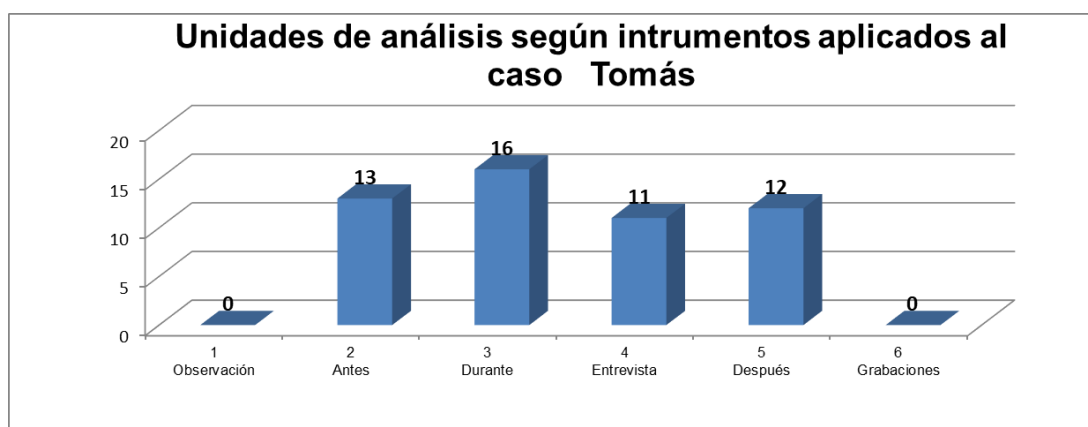
I. Conocimiento y concepciones sobre estrategias instruccionales para enseñar y aprender ciencias		
9-I.B1-DDU 10-I.B3-DDU 11-I.B1-DDU 12-I.B3-DDU 13-I.B1-DDU 14-I.B3-DDU 16-I.B1-DDU 17-I.B3-DDU	20-I.B1-DDU 21-I.B3-DDU 23-I.B1-DDE 24-I.B3-DDE 25-I.B1-DDE 26-I.B3-DDE 27-I.B1-DDE	28-I.B3-DDE 30-I.B1-DDE 31-I.B3-DDE 33-I.B1-DDE 34-I.B3-DDE 36-I.B1-DE 37-I.B1-DE 38-I.B1-DE 40-I.B1-DE 41-I.A2-DE 45-I.B4-DE 428-I.B3-DGSE
II. Componentes que hacen parte de la ecología conceptual		III. Taxonomía de las imágenes en el libro de texto
1-II.C1-DAN 3-II.C1-DAN 4-II.C1-DAN 5-II.C7-DAN 6-II.C1-DAN 7-II.C7-DAN 15-II.C1-DDU 18-II.C1-DDU	19-II.C4-DDU 22-II.C7-DDU 29-II.C1-DDE 32-II.C1-DDE 39-II.D1-DE 42-II.C1-DE 43-II.C1-DE 44-II.C1-DE	2-III.E7-DAN 8-III.E7-DDU 35-III.I3-DDE 46-III.E1-DE 47-III.F1-DE 48-III.G2-DE 49-III.H3-DE 50-III.I1-DE 445-III.G3-DE

Cuadro IV.1. Resumen de códigos de las UA divididas por ámbito para el caso de Diana.

Revisándose estas unidades de análisis, es posible decir que aunque la joven presenta anomalías conceptuales en la entrevista que se aplicó hacia el final de la unidad, se logra evidenciar cómo pasado un mes de haber trabajado los ecosistemas, la chica presenta claridad en algunos conceptos; en otras palabras, se observa una evolución conceptual fragmentada, esto lo vemos por ejemplo en el concepto de productor y en el de consumidor primario y secundario; sin embargo, al limitarse en las explicaciones que ofrece también deja ver que falta reforzar aspectos, esto respecto al concepto de productor, porque efectivamente respecto a otros conceptos integradores de lo que es el ecosistema se revelan vacíos, requiriéndose reforzar e, incluso, mostrar nuevamente todo el engranaje conceptual.

IV.1.2. Resultados y análisis de las concepciones y evolución conceptual de Tomás

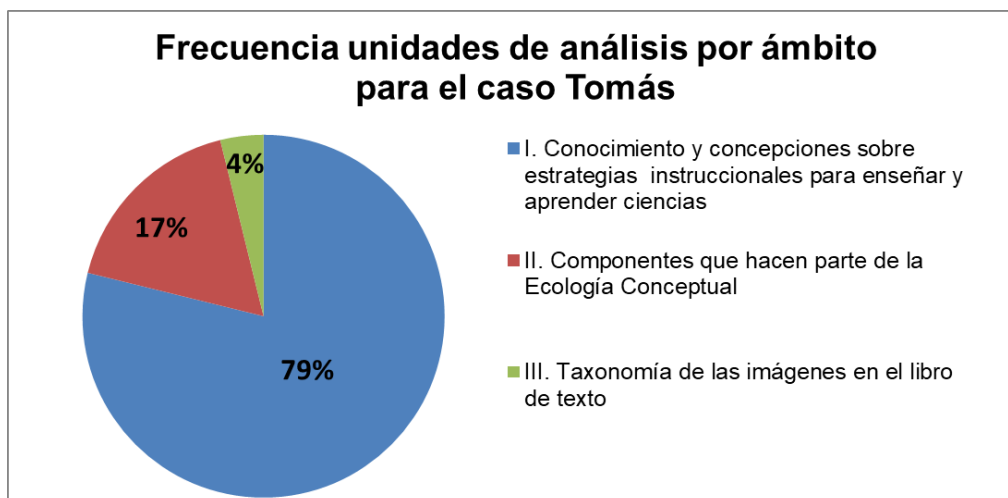
Teniéndose en cuenta los aportes que Tomás presenta a través de los cinco instrumentos de recolección de datos, identificamos 52 UA, 13 en el instrumento aplicado antes de iniciarse la unidad de los ecosistemas, 16 en el cuestionario aplicado durante el proceso, 11 en la entrevista, 12 en el aplicado después del proceso y durante la observación y la grabación de las sesiones no se registraron UA (ver Gráfica IV.4).



Gráfica IV.4. Unidades de Análisis según instrumentos aplicados al caso Tomás

Las 52 UA se dividen en los tres marcos de referencia que se pueden ver en las Tablas III.2, III.3, III.4 (pp.185-191) y en la Gráfica IV.5 se puede apreciar la distribución de las UA por ámbito.

En el primer marco referencial se encuentra el ámbito del Conocimiento y concepciones sobre estrategias instrucciones para enseñar y aprender ciencias, donde se identifica el 79% de UA. El segundo marco referencial está representado por el ámbito de los Componentes que hacen parte de una ecología conceptual, donde se detecta el 17% de UA. El tercer marco referencial alude al ámbito de la Taxonomía de las imágenes en el libro de texto, manifestando el 4% de las UA.

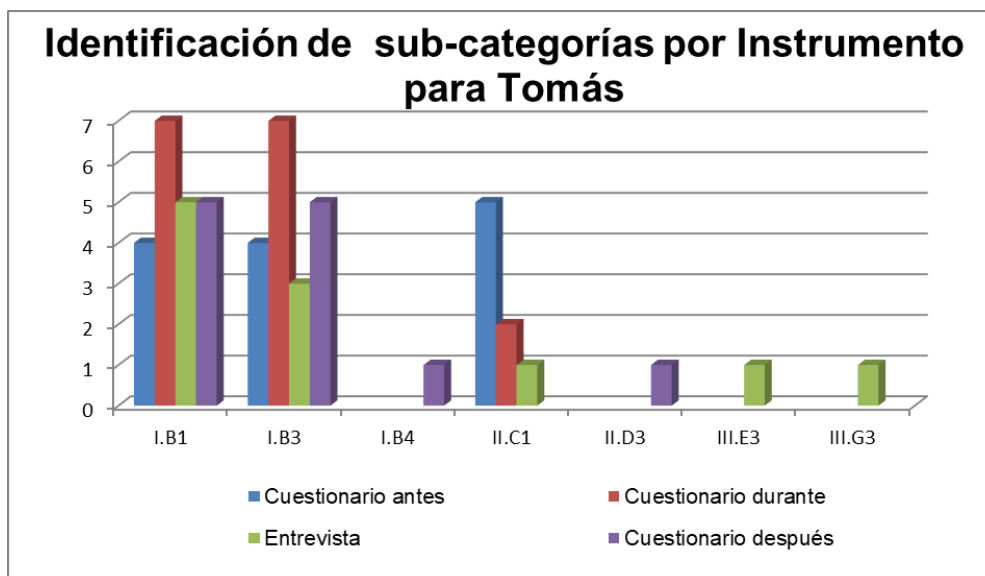


Gráfica IV.5. Frecuencia unidades de análisis por ámbito para el caso Tomás

Continuando esta la línea, se ordenan las UA según las sub-categorías (ver gráfica IV.6), donde se puede observar los siguientes aspectos:

Se continúa evidenciando para este caso que las sub-categorías más representativas tienden a ser sobre el aprendizaje a través de talleres y observación de imágenes, dada la dinámica establecida por la docente en todo el proceso de enseñanza y aprendizaje de los ecosistemas.

La Gráfica IV.6 también revela que en el cuestionario aplicado “Durante” fue cuando se presenciaron más aprendizajes por *I.B1 observación de imágenes del libro* y por *I.B3 talleres dirigidos*, además de esto, también se puede leer que se encontraron más *II.C1 anomalías* en el cuestionario aplicado antes que en los otros; esto guarda relación con lo que teóricamente se pretende que suceda, ya que si antes no se ha llevado a cabo un proceso de aprendizaje sobre ciertos conceptos, es completamente lógico que se tengan muchas anomalías y a medida que se va introduciendo un entramado conceptual sería también muy lógico que vaya ocurriendo una acomodación conceptual paulatinamente hasta llegar a obtenerse lo que se conoce como evolución conceptual, evidenciándose ésta en un instrumento aplicado “después” de haberse estructurado todo lo teórico y práctico de un concepto.



Gráfica IV.6. Identificación de sub-categorías por instrumento aplicado al caso Tomás

Se realiza la descripción y explicación de las UA encontradas en los diversos instrumentos (Antes-Durante-Después) que se aplicaron al caso Tomás.

a) Según el cuestionario aplicado antes del inicio del proceso enseñanza y aprendizaje (Pre-Test)

Las siguientes UA evidencian las concepciones de Tomás:

UA52-I.B3-TAN - UA53-II.C1-TAN “¿Qué clase de ecosistema se observa en la ilustración? R/ *Un ecosistema acuático como en los talleres*” (ver línea 1 y 2 de Anexo II.1).

Las UA evidencian que la respuesta ofrecida por el alumno está parcialmente correcta, dado que también se puede observar un ecosistema terrestre, por lo tanto puede haber en sus concepciones algunas anomalías para llegar a realizar dicha identificación o también puede ser que en la ilustración lo más representativo para Tomás fue la parte del ecosistema acuático. Adicionalmente se deja ver que le han impactado algunas imágenes que seguro le presentaron en cursos anteriores durante talleres dirigidos.

UA54-II.C1-TAN “Establece alguna relación interespecífica con cualquiera de los organismos presentes en la ilustración R/ *Sé que un insecto come*

hojas de árbol, el pato se come al insecto y el lince se come al pato” (ver línea 3 y 4 de Anexo II.1)

Aquí podríamos decir que implícitamente se refiere a la relación depredación, pero lo hemos adjudicado con anomalías porque alude meramente a ejemplificaciones y la manera como inicia su ejemplo “sé que” deja ver que no reconoce el significado de relación interespecífica, además solo manifiesta una única posible relación, depredación-presa, relación predominante en las concepciones previas de los estudiantes (Rincón, 2011).

UA55-II.C1-TAN “¿Qué componentes abióticos y bióticos observas en la imagen? R/ *Abióticos= las bolas de golf... Bióticos= todos los demás*” (ver línea 5 y 7 de Anexo II.1).

Aún no tiene claras sus concepciones sobre lo biótico y abiótico, a pesar de que las bolas de golf como así las menciona el participante fueran directamente el caso de lo que está representado en la ilustración del instrumento, que realmente es un poco difusa en la imagen, pero sí es posible que dicha imagen pueda llegar a ser unas bolas, independientemente del tipo de utilidad que representasen, estas como tal hacen parte de lo Abiótico, pero cuando él dice que todo lo demás es biótico, deja claro que tampoco sabe que lo abiótico es lo que no posee vida puesto que en esa ilustración hay muchos componentes de este tipo.

56-II.C1-TAN “Nombra los consumidores primarios que encuentres en la imagen y explica por qué los consideras de este orden R/ *El lince porque se come a todos los demás*” (ver línea 8 y 9 de Anexo II.1).

Aquí Tomás trae la concepción de que el primero siempre será más fuerte y grande para comer más, es decir, mayores ventajas en concreto para el consumidor primario, por lo tanto, es necesario continuar con el análisis para ver que se encuentra en las otras UA que se obtienen de esta misma pregunta, pero aplicada en distintos momentos.

UA57-I.B1-TAN - UA58-I.B3-TAN “Nombra los consumidores secundarios que encuentres en la imagen y explica por qué los consideras de este orden R/ *Los patos ranas y peces mayores que se ven en los libros*” (ver línea 10 y 11 de Anexo II.1).

Miremos que posiblemente Tomás ha observado imágenes en textos que traen estos animales. Así mismo, podemos observar cómo efectivamente todos los animales mencionados por Tomás pueden encajar como consumidores secundarios, los patos pueden ser de este orden si se alimentan de un pez que

solo coma fitoplancton, las ranas al alimentarse de insectos son indicadas para este orden en la cadena alimentaria y los peces mayores de la misma forma, porque se alimentan de peces pequeños; sin embargo, no da un argumento del porqué estos animales son nominados como secundarios, por lo que aún falta estructurar mejor este concepto.

UA59-I.B1-TAN - UA61-II.C1-TAN “Pinta los organismos productores que encuentres en la ilustración y explica por qué son llamados productores R/ *(Tomás realiza en concreto un árbol y plantas) porque son los primeros en la cadena alimenticia porque sin plantas no hay ni insectos ni herbívoros y sin herbívoros no hay carnívoros y nos morimos todos*” (ver línea 12-13 de Anexo II.1)

Las UA representan que el chico tiene idea sobre lo que pueden ser los productores, sin embargo hay algunas anomalías que pueden confundir el concepto clave de productor. También interpretamos que el hecho de realizar el dibujo de los productores es un indicador de su interés por las imágenes porque por facilidad era más sencillo pintar directamente sobre la imagen proporcionada en el instrumento.

UA62-I.B1-TAN “Elabora una cadena trófica con algunos de los organismos de la ilustración R/ *Planta → libélula → pato → lince. Organismo productores Consumidores 1 consumidor 2 consumidor 3*” (ver línea 14-16 de Anexo II.1).

Tomás trae consigo unas concepciones previas acordes en este caso, puesto que realiza una representación de cadena trófica con signos, es decir, con flechas y en un orden correcto empleando los animales que son propios de la ilustración que trae el instrumento, es decir, que se contextualiza con los solicitado.

Igualmente consideramos que al hacer uso de las flechas en dirección del que es comido al que se lo come está posiblemente influenciado por las imágenes que traen los textos cuando representan las cadenas tróficas en la dirección mencionada, ya que, según González-García et al. (2015), dicha dirección de las flechas es idónea dado que permite percibir las cadenas tróficas desde el punto de vista de transferencia del flujo energético y no solo como la relación depredador-presa.

b) Según el cuestionario aplicado durante el proceso enseñanza y aprendizaje (Test)

Las siguientes UA evidencian las concepciones de Tomás:

65-I.B3-TDU - 66-II.C1-TDU “¿Qué clase de ecosistema se observa en la ilustración? R/ *Un ecosistema Acuático: Lago como el ejemplo de la clase*” (ver línea 1-2 de Anexo II.2).

Al parecer, el taller dirigido que la profesora realizó le permitió asimilar la imagen que se le presenta en el instrumento, pero no logra determinar que puede haber otros ecosistemas, esto ayuda a determinar que su percepción se focalizó en una situación más de tipo general que concreta.

En relación a lo anterior, podemos decir que respecto a las imágenes se encuentra en la literatura que éstas sirven como nemotecnia, que son fáciles de leer y se les da un alto posicionamiento de verdad (Otero, 2004). Posiblemente Tomás guarda estas concepciones de las imágenes que quizás la profesora posea y de manera implícita o explícita ha transferido a los estudiantes. Es por esto que vemos la necesidad de que los profesores inicien procesos de alfabetización visual, ya que se estaría mitigando esa visión simplista de las imágenes y los estudiantes podrían argumentar que esa imagen puede tener otros significados, porque no posee una denotación desde los epígrafes que permitan concretar u orientar la percepción del lector.

67-I.B1-TDU - 68-I.B3-TDU “Establece alguna relación interespecífica con cualquiera de los organismos presentes en la ilustración R/ *Depredación*” (ver línea 3 y 4 de Anexo II.2).

Tomás se queda con la relación de la que más hablaron en el taller dirigido por la profesora, dado que ella ofrecía varios ejemplos al respecto, además, al revisar la pregunta siete del instrumento donde se pide hacer una cadena trófica, se observa la representación sencilla pero idónea con las flechas acordes a lo recomendado por la literatura, pero a su vez encontramos que estos resultados contradicen lo planteado por González-García et al. (2015) porque Tomás realiza las flechas en dirección del que es comido al que come, en concreto del productor hacia el consumidor primario, y según estos autores si dicha dirección es representada por un estudiante, es un indicador de que el alumno comprende el proceso del flujo de energía de cómo pasa de un nivel trófico a otro, superando convencionalismos de focalizar la cadena trófica solo en la depredación. Para

este caso consideramos que realmente el sentido de las flechas no lo asocia con el flujo de energía, parece ser que esta representación permanece en Tomás por asociación a lo que ha visto en las imágenes de los libros, ya que predomina en sus respuestas la relación de la depredación desvelando una visión simplista de las relaciones tróficas.

UA69-I.B1-TDU - UA70-I.B3-TDU “¿Qué componentes abióticos y bióticos observas en la imagen? R/ *Abióticos: el agua, el suelo, el sol, Bióticos: todos los organismos vivos como los mostró la pro en el taller del libro*” (ver línea 5-7 de Anexo II.2).

Contrastando las respuestas de Tomás, antes de iniciarse la temática del ecosistema con las respuestas que ofrece durante la estructuración conceptual del mismo, se nota un progreso. Efectivamente, distingue qué es lo biótico de lo abiótico, situación que no hacía antes, aunque podría haber ofrecido mayor información especificando cuáles eran esos organismos vivos que él identifica en la ilustración. Adicionalmente se reitera una vez más que su avance en el aprendizaje sobre los factores bióticos y abióticos ha sido influenciado por los talleres dirigidos que la profesora realizó utilizando el libro de texto.

UA71-I.B1-TDU - UA72-I.B3-TDU “Nombra los consumidores primarios que encuentres en la imagen y explica porque los consideras de este orden R/ *Peces pequeños, la libélula porque se comen a los productores (plantas) porque así estaban en el libro*” (ver línea 8 y 9 de Anexo II.2).

Sin dudar Tomás ha progresado completamente en la concepción que tenía de consumidor primario, ya que al inicio lo relacionaba con el que fuera más fuerte, ahora entiende que los productores son las plantas y que los consumidores primarios se alimentan de éstas, es decir que son los herbívoros y que no tiene nada que ver con tamaños o fuerzas.

En relación a lo anterior, a pesar de que Tomás no es capaz de justificar por qué son llamados así, desvela que el taller trabajado por la profesora a través del libro de texto le sirvió para avanzar en algunos aspectos y que posiblemente el uso convencional del libro y del taller no facilitaron una completa evolución, observándose fragmentada.

UA73-I.B1-TDU - UA74-I.B3-TDU “Nombra los consumidores secundarios que encuentres en la imagen y explica por qué los consideras de este orden R/ *Patos, ranas, lagartija porque se come a la libélula y los peces pequeños, esto explicó la profesora haciendo la cadena trófica*” (ver línea 10 y 11 de Anexo II.2).

Aquí se nota cómo Tomás ha adquirido una estructuración conceptual más compleja, ya que en el primer instrumento no argumenta por qué son llamados consumidores de segundo orden, mientras que aquí es evidente que comprende que éstos son los que se alimentan de los herbívoros, además los involucra en la cadena trófica que recuerda fue realizada por su profesora. Desvelándose una vez más que su aprendizaje ha sido mediante el taller que trabajó su profesora.

UA75-I.B1-TDU - 76-I.B3-TDU “Pinta los organismos productores que encuentres en la ilustración y explica por qué son llamados productores. R/ *(dibuja Árbol y plantas) porque fabrican su propio alimento*” (ver línea 12 y 13 de Anexo II.2).

Este participante tiene claro el concepto de productores, aquí se puede observar un progreso de acomodación en sus concepciones, dado que en el instrumento aplicado "antes" no comprendía por qué eran productores; igual se espera ver la respuesta que brinde Tomás después de pasar un mes de finalizar el proceso de enseñanza y aprendizaje sobre la temática de los ecosistemas, con la finalidad de corroborar una evolución conceptual.

Complementariamente el hecho de que Tomás realice el dibujo en vez de pintar el proporcionado, es para nosotros un indicador de cómo las imágenes le ayudan a su aprendizaje, tal vez para él sea más sencillo ejemplificar a través del dibujo. También notamos que los árboles que representa Tomás son iguales a los que la profesora en un momento representó en la pizarra (tipo figurativo), por tanto también aquí se observa que, aunque la profesora realizó pocas representaciones pictóricas, parece que fueron impactantes para Tomás. Situación que debería motivar más a los docentes para mejorar su uso.

UA77-I.B1-TDU - UA78-I.B3-TDU “Elabora una cadena trófica con algunos de los organismos de la ilustración R/ *Placton→pez →garza... Hierba →libélula→sapo... placton→pez→pato→lince*” (ver línea 14-17 de Anexo II.2).

Aquí vemos cómo permanece la misma idea con la que llegó el joven, que era correcta; sin embargo, a su vez se observa progreso dado que plantea tres ejemplos adecuados y en el primer instrumento solo plantea un ejemplo. Se adjudican UA que ratifican la influencia del taller dirigido por la maestra ya que los ejemplos estaban enfocados en su mayoría a cadenas tróficas sencillas.

79-II.C1-TDU “Nombra las poblaciones que alcanzas a observar en la ilustración R/ *Terrestre, Acuáticos y aéreos*” (ver línea 18 y 19 de Anexo II.2).

En esta unidad de análisis es evidente que permanece aún la anomalía con la que el chico llega a su clase de ecosistemas y, pasado el entramado conceptual, aún no logra entender el concepto de población; es claro que este concepto resulta uno de los más complejos y que, a su vez, no es muy mencionado en los libros de texto pero que debería estar dentro de los diferentes niveles de la ESO, ya que se trata de un concepto relacionado con otras ramas como lo son la evolución, la ecología, la genética y la taxonomía (Merino y Jiménez 2012).

c) Según la entrevista y el cuestionario aplicado durante el proceso enseñanza y aprendizaje (Post-Test)

Las siguientes UA evidencian las concepciones de Tomás:

UA81-I.B3-TDE “¿Qué clase de ecosistema se observa en la ilustración?
R/ *Un ecosistema acuático y terrestre creo que la he visto cuando trabajamos con el libro un taller*” (ver línea 1 y 2 de Anexo II.3).

En esta UA se puede ver la acomodación conceptual y mental dado que en los otros instrumentos el chico solo nominaba al ecosistema acuático, ahora tal vez analiza con más cuidado la ilustración y esto le llevó a concluir que también estaba el otro ecosistema, por lo tanto también logró acomodar espacialmente la ilustración y esto posiblemente le facilitó el análisis y detectar el otro ecosistema. Además, reitera que el trabajo mediante el taller dirigido que se hizo mediante el libro por su profesora, incide de cierta manera en su aprendizaje.

Dicha incidencia podría haber sido más productiva ya que continuamos pensando que sus argumentos respecto a la imagen podrían ser amplios y debatibles, mostrando un pensamiento donde relacione que una imagen necesariamente no tiene por qué ser verdadera. Este caso podría ser más evidente cuando hablamos de la fotografía, que por ser más análoga a la realidad se tiende a confiar en su objetividad y, como afirma Barthes (1982), existen múltiples formas de crear connotaciones en este tipo de imagen, asumiendo el termino de connotativo en un nivel subjetivo que va a depender primordialmente de situaciones culturales y saberes previos.

UA82-I.B4-TDE “Establece alguna relación interespecífica con cualquiera de los organismos presentes en la ilustración R/ *Los peces son una comunidad*” (ver línea 3 y 4 de Anexo II.3).

Se evidencia que no hubo un aprendizaje significativo dado que durante la estructuración conceptual responde acorde, pero ahora no lo hace. El joven

responde correctamente esta misma pregunta durante el tiempo que se trabajó la temática e, incluso, en la entrevista cuando se le pregunta de forma diferente, esto se puede ver en la línea 41 del Anexo II.5. Pero al pasar un mes de finalizada la unidad de ecosistemas, que es cuando se aplica nuevamente este cuestionario, no responde correctamente, situación que puede indicar que las estrategias que usó la profesora no favorecieron una evolución conceptual en Tomás para este concepto.

UA 83-I.B1-TDE - UA84-I.B3-TDE “¿Qué componentes abióticos y bióticos observas en la imagen? R/ *Abiótico: el aire, el sol, la tierra el agua... Bióticos: rana, peces, insectos, plantas, lince, patos*” (ver línea 5-7 de Anexo II.3).

Aquí se puede hablar de una evolución conceptual dado que, en el primer instrumento del "antes" de iniciar a ver la unidad de ecosistemas se observó cómo Tomás traía una concepción alternativa de que lo biótico era todo y ahora vemos que diferencia y distingue qué es lo vivo y que lo abiótico es inerte, además de esto sabe dar ejemplos acordes. Así mismo se relaciona con la UA que extrae que su aprendizaje ha sido influenciado por la observación de imágenes y de talleres dirigidos dado a que en esta pregunta en los instrumentos anteriores Tomás así lo hace evidente.

UA85-I.B1-TDE – UA86-I.B3-TDE “Nombra los consumidores primarios que encuentres en la imagen y explica por qué los consideras de este orden R/ *Insectos y algunos peces porque comen productores plantas, esto lo vimos en imágenes del libro*” (ver línea 8-9 del Anexo II.3).

En este fragmento también se puede observar una evolución conceptual, dado que en el instrumento del "antes" de iniciar a ver la unidad de ecosistemas, Tomás responde: *el lince se come a todos los demás* y por esto era supuestamente de primer orden, mientras que, en este último instrumento aplicado, justifica y da un ejemplo adecuado. De la misma manera se continúa evidenciado la dominación del uso del libro en las clases y que por éste ha permanecido lo aprendido en clase; directamente evoca las imágenes, aspecto que concuerda con investigaciones como las de Tapia y Arteaga (2012), donde manifiestan que una de las concepciones mayoritarias sobre las imágenes es que refuerzan la memoria, aquí comprobamos que efectivamente dicha concepción se evidencia en Tomás, dado que recuerda debido a representaciones icónicas. Esta función de la imagen de tipo nemotécnica es válida y en muchos casos necesaria, sin embargo consideramos que resulta vital

ampliar la perspectiva de las funciones que puede llegar a cumplir una imagen para evitar caer en una visión simplista.

UA87-I.B1-TDE - UA88-I.B3-TDE “Pinta los organismos productores que encuentres en la ilustración y explica porque son llamados productores R/ *(pinta Plantas y árboles) porque fabrican su propio alimento igual que el taller, los productores fabrican su alimento gracias a la fotosíntesis*” (ver línea 12 y 13 de Anexo II.3).

En este fragmento también se puede observar una evolución conceptual, dado que en el instrumento del "antes" de iniciar a ver la unidad del ecosistema el joven tiene noción de que las plantas son los productores, pero no tiene claro por qué y aquí sí observamos que aprendió la justificación adecuada, desvelando una concepción de que su aprendizaje es debido a la intervención de los talleres dirigidos.

Al respecto, queremos dejar claro que no pretendemos ir en contra de este tipo de actividades, simplemente consideramos que pueden ser empleadas de manera dinámica sin recaer en un excesivo uso y asociados a temáticas de ciencia actual que pueda verse aplicada al contexto local de los estudiantes (Sanmartí, 2002).

UA89-II.D3-TDE “Elabora una cadena trófica con algunos de los organismos de la ilustración” R/ No responde.

Aquí no es posible afirmar la presencia o no de una evolución conceptual, dado que el joven no responde esta pregunta, pero posiblemente se deba a que el tiempo no le alcanzó. Interpretación que damos porque Tomás siempre responde este tipo de preguntas con dibujos y, quizás por esto, no la realiza debido al limitante del tiempo (campo social de la institución). Es preciso aclarar que el alumno siempre realizó buenas cadenas tróficas e, incluso, cuando en la entrevista se le pide que realice un ecosistema lo que hace son cadenas tróficas y una se aproxima a lo que es una red trófica, es decir, que estas cadenas lo cautivaron bastante como para representar el ecosistema de esta forma.

90-I.B1-TDE - 91-I.B3-TDE “Nombra las poblaciones que alcanzas a observar en la ilustración R/ *Como los peces (dibujo 3 peces de diferente tamaño)*”.

En este fragmento se observa avance sobre el concepto de poblaciones dado que en el primer instrumento Tomás no tenía ninguna idea sobre dicho concepto, y en el aplicado durante la unidad temática tampoco estaba claro el concepto,

pero pasado un mes de finalizada la unidad otorga un ejemplo adecuado; sin embargo, no se trata de un dato muy preciso porque no pasó por un proceso paulatino donde era más probable que respondiera adecuadamente en el instrumento “Durante” la temática, pero igual pueden haber actuado otros factores externos al transcurrir un mes después de haberse impartido estas clases que hayan influenciado en la adquisición conceptual de *población*.

Adicionalmente el haber realizado la representación pictórica de los peces es un indicador que quizás se deba a las imágenes que observó en el libro y a las representaciones que el taller dirigido solicitó en una de sus preguntas poder realizar dibujos.

Dando continuidad, tenemos que en la entrevista se invitaba a realizar un dibujo (representación de un ecosistema) y a continuación presentamos las UA que surgen de éste:

UA101-III.E3-TE - UA102-II.C1-TE “Favor me hace aquí un ecosistema, un ecosistema dibujado” (ver Anexo V.B).

Estas UA representan que Tomás realiza una aplicación de uno de los varios procesos que suceden dentro de un ecosistema, las cadenas tróficas, pero en general no está plasmando el concepto de ecosistema como tal, por lo tanto hay algunas anomalías; sin embargo, esto permite ver que no se produjo una evolución conceptual entretrejida, es decir, que se han tomado conceptos aislados que tal vez se aprendieron, pero sigue faltando esa articulación para tener un concepto general de ecosistema y poder representarlo iconográficamente de una manera que abarque todos sus aspectos. Es por esto que tal vez las estrategias empleadas por la profesora influyen en un alto grado, entonces Tomás se le hace más fácil ejemplificar para dar la definición de lo que él entiende por ecosistema. Se habla de las estrategias que emplea la profesora puesto que básicamente la unidad se desarrolló mediante talleres dirigidos del libro de texto que iban resolviendo en clase y muchas preguntas tenían que ver con las cadenas tróficas.

La representación icónica realizada por Tomás no es un factor determinante de si hubo o no evolución conceptual, dado que ésta es un factor de apoyo para el análisis de sus concepciones y no un factor absoluto de las mismas. En este sentido concordamos con Villa (2008) cuando manifiesta que las imágenes son un complemento que se debe integrar con lo verbal para de esta manera disponer de una lectura crítica.

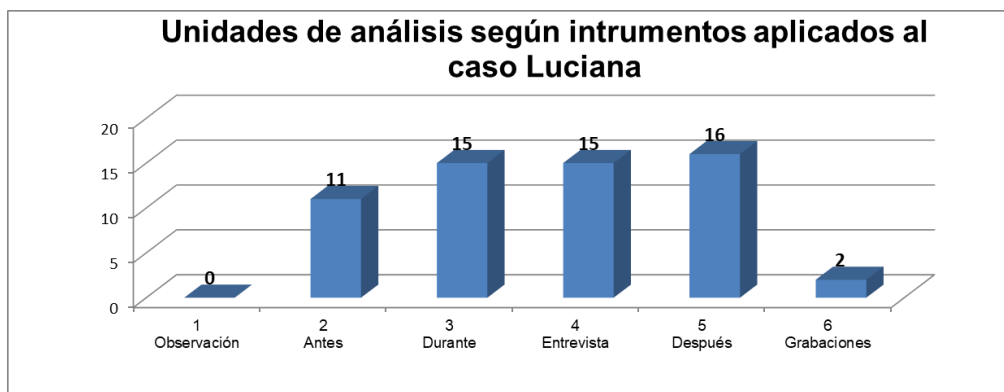
Para cerrar los resultados del caso Tomás, se puede observar en el Cuadro IV.2 el registro de las 52 UA halladas en las concepciones declaradas por el participante.

I. Conocimiento y concepciones sobre estrategias instruccionales para enseñar y aprender ciencias			
51-I.B1-TAN	68-I.B3-TDU	78-I.B3-TDU	88-I.B3-TDE
52-I.B3-TAN	69-I.B1-TDU	80-I.B1-TDE	90-I.B1-TDE
57-I.B1-TAN	70-I.B3-TDU	81-I.B3-TDE	91-I.B3-TDE
58-I.B3-TAN	71-I.B1-TDU	82-I.B4-TDE	92-I.B1-TE
59-I.B1-TAN	72-I.B3-TDU	83-I.B1-TDE	93-I.B1-TE
60-I.B3-TAN	73-I.B1-TDU	84-I.B3-TDE	95-I.B1-TE
62-I.B1-TAN	74-I.B3-TDU	85-I.B1-TDE	96-I.B3-TE
63-I.B3-TAN	75-I.B1-TDU	86-I.B3-TDE	97-I.B1-TE
64-I.B1-TDU	76-I.B3-TDU	87-I.B1-TDE	98-I.B3-TE
65-I.B3-TDU	77-I.B1-TDU		99-I.B1-TE
67-I.B1-TDU			100-I.B3-TE
II. Componentes que hacen parte de la ecología conceptual			
53-II.C1-TAN			
54-II.C1-TAN			
55-II.C1-TAN			
56-II.C1-TAN			
61-II.C1-TAN			
66-II.C1-TDU			
79-II.C1-TDU			
89-II.D3-TDE			
102-II.C1-TE			
III. Taxonomía de las imágenes			
94-III.G3-TE			
101-III.E3-TE			

Cuadro IV.2. Resumen de los códigos de las UA divididas por ámbito para el caso de Tomás

IV.1.3. Resultados y análisis de las concepciones y evolución conceptual de Luciana

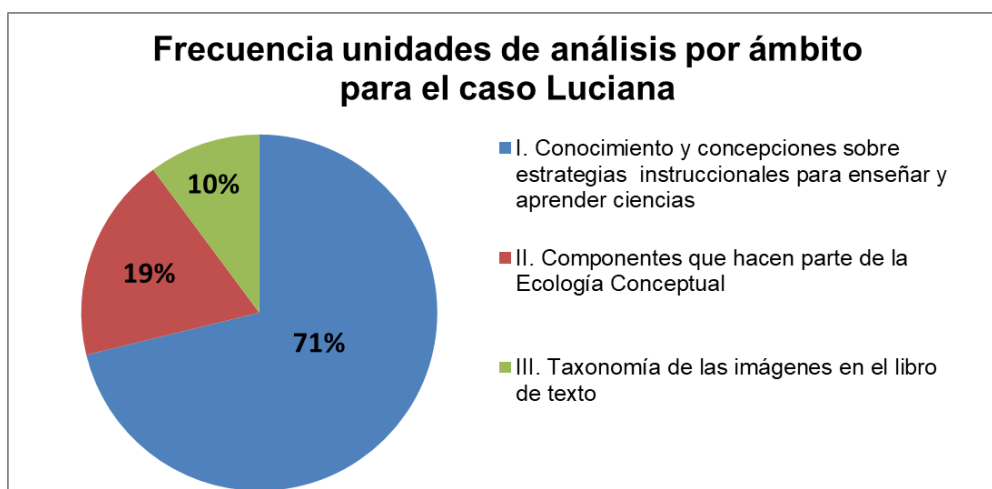
De acuerdo a los aportes que Luciana presenta mediante los cinco instrumentos de recolección de datos, se identificaron 59 UA en su totalidad, 11 en el aplicado antes de iniciarse la unidad de los ecosistemas, 15 en el instrumento del cuestionario aplicado durante el proceso, 15 se encontraron en la entrevista, 16 en el aplicado después del proceso, dos en la grabación de las sesiones y en la observación no se registraron UA (ver Gráfica IV.7).



Gráfica IV.7. Unidades de Análisis según los instrumentos aplicados al caso Luciana

Las 59 UA se dividen en los tres marcos de referencia que se pueden ver en las Tablas III.2, III.3 y III.4 (p.185-191). Por su parte la frecuencia de las UA por ámbito se puede apreciar en la Gráfica IV.8

En el primer marco referencial se encuentra un ámbito del Conocimiento y concepciones sobre estrategias instrucciones para enseñar y aprender ciencias, donde se identifica el 71% de UA. El segundo marco referencial cuenta con un ámbito denominado Componentes que hacen parte de una ecología conceptual, donde se detecta el 19% de UA. El tercer marco referencial cuenta con el ámbito de la Taxonomía de las imágenes en el libro de texto, manifestando el 10% de las UA.



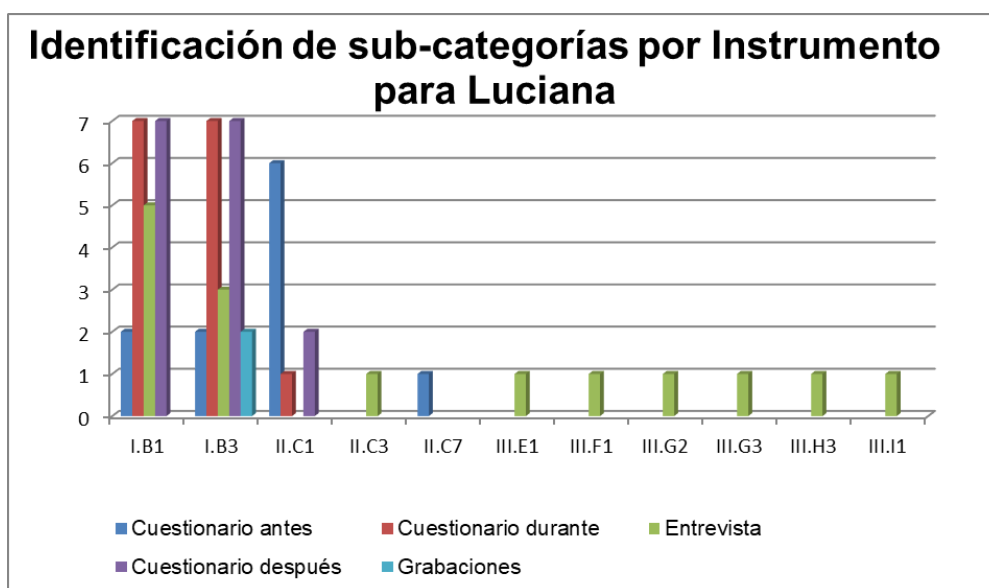
Gráfica IV.8. Frecuencia unidades de análisis por ámbito para el caso Luciana

Continuando en la misma línea, se ordenan las UA según las sub-categorías (ver Gráfica IV.9), donde se puede apreciar los siguientes aspectos:

Evidentemente se observa cómo para el caso Luciana se destacan las sub-categorías *I.B1 observación de imágenes del libro* y *I.B3 talleres dirigidos*. Estas sub-categorías son las de mayor manifestación dada la dinámica de la clase ya que ésta giraba en la realización del taller, apoyándose en las imágenes que trae el texto, instrumento vital para la docente con el que se desarrollan procesos de enseñanza y aprendizaje en la temática de los ecosistemas.

También es posible leer que Luciana presenta *II.C1 anomalías* en la realización del Pre-test pero en el Post-test estas *II.C1 anomalías* disminuyen.

Es de entender cómo hay algunas sub-categorías que son menos representativas (*III.E1*, *III.F1*, *III.G2*, *III.G3*, *III.H3*, *III.I1*) dado que se obtienen específicamente del dibujo que realiza Luciana al final de la entrevista.



Gráfica IV.9. Identificación de sub-categorías por instrumento aplicado al caso Luciana

Se realiza la descripción y explicación de las UA encontradas en los diversos instrumentos (antes-durante-después) que se aplicaron al caso Luciana.

a) Según el cuestionario aplicado antes del inicio del proceso enseñanza y aprendizaje (Pre-Test)

A continuación se presentan las UA que evidencian las concepciones de Luciana:

UA105-II.C1-LAN “Establece alguna relación interespecífica con cualquiera de los organismos presentes en la ilustración R/ *Si, que todos son seres vivos* “(ver línea 3, de Anexo III.1).

Esta respuesta de Luciana puede considerarse, como afirma García (2003), en un modelo aditivo que percibe los seres vivos como parte del ecosistema, es decir un elemento más. Ello porque al parecer no presenta un conocimiento claro sobre las respectivas relaciones que se pueden presentar en un ecosistema.

UA106-II.C1-LAN “¿Qué componentes abióticos y bióticos observas en la imagen? R/ *Abióticos →Leopardo Bióticos→ patos, rana y peces*” (ver línea 5-7 de Anexo III.1.)

Es notable la incompreensión de los conceptos biótico y abiótico, dado que está sumergiendo a los animales dentro de los dos conceptos, es decir, falta claridad respecto de lo vivo y no vivo, para que de esta manera se aclare y diferencie lo biótico de lo abiótico dentro de los ecosistemas.

UA107-II.C1-LAN “Nombra los consumidores primarios que encuentres en la imagen y explica por qué los consideras de este orden. R/ *Leopardo porque él se alimenta de otros seres vivos más pequeños*” (ver línea 8-9 de Anexo III.1).

Esta UA denota la irregularidad que se tiene en el concepto de consumidor primario y por se caracteriza en la sub-categoría de *II.C1 Anomalías*. Las concepciones alternativas con las que llega Luciana deben ser objeto de seguimiento para saber si efectivamente se logra alguna acomodación conceptual durante el transcurso de la enseñanza y aprendizaje de los ecosistemas. Lo mismo sucede con la UA 108-II.C1-LAN y allí vemos cómo a los consumidores primarios los acomoda dentro de los secundarios y viceversa (ver línea 10-11 de Anexo III.1).

UA109-II.C1-LAN “Pinta los organismos productores que encuentres en la ilustración y explica por qué son llamados productores R/ *Leopardo → porque nos produce muchas cosas, su piel, para hacer abrigos; sus colmillos para hacer colgantes Peces→ porque su piel y su carne nos sirve*

de alimento, arboles→ porque nos proporcionan frutos sol→ porque nos proporciona energía “ (ver línea 12-16 de Anexo III.1).

Aquí Luciana asocia el concepto de productor con su vida cotidiana puesto que lo equipara con la acción de producir, que a su vez también puede ser una concepción beneficiosa, es decir, que Luciana puede incluir al hombre dentro de los ecosistemas desde una perspectiva en la que aquel saca provecho y beneficio propio de los ecosistemas para mantener una buena calidad de vida, aquí podríamos hablar de una concepción que tiende a estar influenciada por el antropocentrismo para el caso de los productores.

UA110-II.C1-LAN “Elabora una cadena trófica con algunos de los organismos de la ilustración. R/ *Leopardo-peces-arboles*” (ver línea 17-18 de Anexo III.1).

Luciana no representa una cadena trófica porque no emplea los signos específicos para ésta, que en concreto son las flechas; igualmente es evidente que aún no tiene claro el posicionamiento que cada ser vivo ocupa dentro de una cadena alimentaria.

UA111-I.B1-LAN - UA112-I.B3-LAN - UA113-II.C7-LAN “Nombra las poblaciones que alcanzas a observar en la ilustración R/ *Las poblaciones de junco, las he visto en un libro se parecen*” (ver línea 19-20 de Anexo III.1)

Estas UA revelan cómo Luciana tiene una idea superficial de lo que son las poblaciones, ello se debe al parecer porque lo vio en un curso anterior en una imagen de un libro, como así lo menciona, o también se deba a que lo asoció con alguna experiencia pasada de su vida; sin embargo, en otras investigaciones se ha encontrado que el concepto de población es escasamente trabajado en los libros de texto (Merino y Jiménez, 2012) y por los antecedentes vividos es muy probable que en años anteriores también sus clases las haya recibido mediante el recurso más empleado por los docentes, el libro de texto (Campanario y Otero, 2000a; Malaver et al., 2004; Paricio, 2005 y Truneanu, 2005), por esto hemos considerado que tal vez esta concepción provenga más fácilmente de experiencias pasadas y que quizás por la poca información sobre el tema en los libros no se logró estructurar idóneamente el concepto.

b) Según el cuestionario aplicado durante el proceso de enseñanza y aprendizaje (Test)

Las siguientes UA evidencian también las concepciones de Luciana:

UA115-I.B1-LDU – UA 116-I.B3-LDU “Establece alguna relación interespecífica con cualquiera de los organismos presentes en la ilustración
R/ Sí, depredación entre la garza con el pez y entre el guepardo con el pato (dibuja una garza y un pez con la flecha en dirección depredador-presa)”
(ver línea 3-4 de Anexo III.2).

Si comparamos la respuesta que Luciana brinda en el anterior instrumento, se puede ver claramente el progreso que ha experimentado, pues en un principio no era capaz de expresar lo que se le estaba solicitando, ahora por el contrario detecta en la imagen una relación interespecífica que es la de depredación, aunque no es la única en la imagen, es la más fácil de obtener a simple vista, tal vez si se detallara un poco la ilustración Luciana llegase a detectar otra relación interespecífica.

Adicionalmente realiza el dibujo de la garza con el pez y con la representación de flechas en dirección depredador-presa que según González-García et al. (2015), desvela una concepción simplista de las cadenas tróficas. En este sentido, el hecho de que Luciana represente parcialmente su respuesta de forma pictórica, consideramos que revele que su aprendizaje esté fuertemente influenciado por las imágenes que ha observado y por el taller dirigido que en alguna pregunta solicitaban este tipo de representaciones.

UA117-I.B1-LDU - UA118-I.B3-LDU “¿Qué componentes abióticos y bióticos observas en la imagen? *R/ Abióticos: aire composición del suelo, salinidad bióticos: árbol, garza, rana, patos, serpiente, guepardo, peces, juncos (Luciana realiza una representación esquemática donde diferencia abióticos: no vivo y biótico: vivos)*” (ver línea 5-7 de Anexo III.2).

En este pasaje escrito se puede notar cómo ha ocurrido un progreso conceptual, donde se observa la asimilación de conceptos, ya que en el instrumento anterior Luciana mostraba no tener claro el concepto de biótico y abiótico, mientras que ahora argumenta, incluso, componentes abióticos que no son visibles en la ilustración, pero que los abstrae de la conceptualización que ha tenido dentro de la clase en los talleres dirigidos que son abstraídos del libro de texto. Ello porque emplea la representación esquemática de un cuadro diferenciador que suele ser

empleado en los libros y que a su vez también la docente lo usaba para algunas ejemplificaciones.

UA120-I.B3-LDU “Nombra los consumidores primarios que encuentres en la imagen y explica por qué los consideras de este orden R/ *Pez pequeño, porque él se come al productor y por eso se llama consumidor primario como lo trabajamos en clase*” (ver línea 8-9 de Anexo III.2)

Se continúa observando un aprendizaje por talleres dirigidos cuando comparamos lo que Luciana expone en el primer instrumento con respecto a éste, que tiene lugar durante el proceso de estructuración conceptual, esto debido a que ahora sí identifica adecuadamente quiénes son los consumidores primarios y quiénes los secundarios e, incluso, su explicación también es pertinente; sin embargo, hay que continuar observando cómo transcurre este proceso de aprendizaje y tener en cuenta si realmente se produce ese cambio o evolución conceptual.

UA124-I.B3-LDU “Pinta los organismos productores que encuentres en la ilustración y explica porque son llamados productores. R/ *(dibuja Árbol y juncos asignándoles el epígrafe correspondiente a cada uno) se llaman productores porque se encargan de fabricar materia orgánica a través de la fotosíntesis, eso es lo que recuerdo de la clase*” (ver línea 12 y 13 de Anexo III.2).

Se evidencia un aprendizaje a través de la dinámica que marca fuertemente la clase impartida por la docente, la realización del taller dirigido. Asimismo, es evidente un progreso en sus conceptos, debido a que anteriormente concebía como productor todo aquello que fuera beneficioso para el hombre, ya sea porque brindará alimento o vestido, ahora en contraste, deja al descubierto que las plantas son las únicas productoras por el hecho de fabricar su propio alimento.

UA125-I.B1-LDU - UA126-I.B3-LDU “Elabora una cadena trófica con algunos de los organismos de la ilustración. R/ *Placton→pez chico →pez mediano→pez grande→garza*” (ver línea 14-15 de Anexo III.2).

Aquí podemos ver cómo las flechas indican el sentido en el que fluye el alimento, es decir, que el placton alimenta el pez chico, este a su vez alimenta al pez mediano y éste alimenta al pez grande y, finalmente el pez grande sirve de alimento para la garza; esta representación es similar a la incluida en el Libro 1 p. 223. Lo anterior nos revela ese aprendizaje a través de los talleres realizados en clase mediante el libro de texto.

UA127-I.B1-LDU - UA128-I.B3-LDU “Nombra las poblaciones que alcanzas a observar en la ilustración R/ Patos y de peces” (ver línea 16 -17de Anexo III.2).

Estas UA dejan al descubierto cómo se ha producido un aprendizaje sobre el concepto de poblaciones, dado que en el primer cuestionario (antes del inicio del proceso enseñanza y aprendizaje de los ecosistemas) Luciana tenía nociones del concepto pero ahora ofrece más ejemplos, esto posiblemente se debe a que hay mayor estructuración conceptual debido al proceso referido durante la clase, donde posiblemente la metodología empleada por la profesora, taller dirigido y en ocasiones observación de imágenes, hayan influenciado en un alto porcentaje. Sin embargo, también es posible que otras variables como las afectivas que se encuentran dentro del campo de la ecología conceptual, como lo son las metas, motivación o campo social e institucional, pudiesen haber contribuido también a este proceso de acomodación conceptual; en cualquier caso estas categorías no son tomadas en cuenta como unidad de análisis, dado que en las diversas anotaciones a nivel contextual durante este proceso y con este caso no se observaron acciones fuera de lo normal, que pudiesen marcar significativamente para tener en cuenta estas variables afectivas.

c) Según la entrevista y el cuestionario aplicado después del proceso de enseñanza y aprendizaje (Test)

Las siguientes UA evidencian igualmente las concepciones de Luciana:

141-I.B1-LDE - 142-I.B3-LDE “Elabora una cadena trófica con algunos de los organismos de la ilustración. R/ Plantas acuáticas→ patos→ garza... Plantas acuáticas→ rana→ lince estos. *Son algunos ejemplos que observo, que también recuerdo había en el libro cuando hicimos un taller*” (ver línea 14-16 de Anexo III.3).

Es evidente que respecto a las cadenas alimentarias está el concepto claro, aunque consideramos que lo idóneo es que los estudiantes trasciendan a la elaboración de redes tróficas ya que según González-García et al. (2015) en nuestro entorno las relaciones tróficas no existen de manera lineal ni así de sencillas, en un mismo ecosistema hay muchas cadenas alimentarias que pasan a ser redes tróficas.

De igual manera Luciana evidencia nuevamente que su aprendizaje respecto a este concepto en parte se debe al taller dirigido que se realizó a través del libro

de texto. En este sentido concordamos con Lazarowitz (2014) cuando afirma que el libro de texto sigue siendo el centro de la instrucción y el aprendizaje de los estudiantes y de profesores.

Luciana mostró en todas sus respuestas del Pos-test (ver Anexo III.3) un progreso, sin embargo hubo un concepto en el que no se produjo evolución conceptual y esto se puede evidenciar en el siguiente párrafo:

UA138-I.B1-LDE- UA140-II.C1-LDE “Pinta los organismos productores que encuentres en la ilustración y explica porque son llamados productores. *R/ (dibuja el sol, árbol y junco). El sol, es llamado productor porque transmite la energía. El árbol y el junco son llamados productores porque producen la materia que es utilizada por los consumidores primarios*” (ver línea 12-13 de Anexo III.3)

La alumna reveló una evolución conceptual sobre lo que es productor, esto se evidencia en la línea 12-16 del Anexo III.1 y en la línea 12 y 13 del Anexo III.2, sin embargo en este último instrumento, pasado un mes de finalizada la unidad de ecosistemas, menciona las plantas como productores y lo justifica, pero vuelve a retomar la concepción de que el sol también es productor, como mencionó en el pre-test (ver Anexo III.1), por tanto, podemos decir que permanece la concepción alternativa con la que inició la unidad de ecosistemas y solo se evidenció un aprendizaje memorístico mientras trabajaba la temática puesto que luego se olvidó.

Así mismo se adjudican sub-categorías de aprendizaje por observación de imágenes, dado que realiza el dibujo, porque quizás para ella las imágenes cumplen la función de complementar la explicación que está generando de la pregunta que se le ha realizado.

De la entrevista aplicada, surgen UA que reafirman esa evolución conceptual:

UA 148-I.B1-LE - UA149-I.B3-LE “Observa esta ilustración y explícame algo sobre los ecosistemas que viste en la anterior unidad, describe lo que te acuerdas. *R/ pues la biocenosis, el biotopo, las relaciones tróficas, la red trófica, los ecosistemas acuáticos.* Bueno, entonces, ya después de esto ahora sí dime cuál es la biocenosis para ti en la imagen *R/ pero se le ha ido todo el colorido no, el árbol, los árboles, las ranas, las libélulas, los peces... el biotopo? R/ pues la laguna del agua, la temperatura, el aire...*” (ver línea 44-50 de Anexo III.4).

Esto corrobora de otra manera la evolución conceptual que hemos visto en Luciana sobre el ecosistema y asumimos la adjudicación de las sub-categorías de aprendizaje por talleres dirigidos y por observación de imágenes dado que en anteriores respuestas así lo describía directamente Luciana.

UA150-I.B1-LE - UA151-I.B3-LE “¿Por qué se considera al agua, a la luz y a las piedras como componentes abióticos? R/ *Porque no son seres vivos, porque no pueden desarrollar las funciones vitales, así lo explico la profesora*” (ver línea 51 y 54 de Anexo III.4).

Se reafirma la evolución conceptual sobre lo que es biotopo y biocenosis al preguntar de una forma diferente por factor biótico y abiótico.

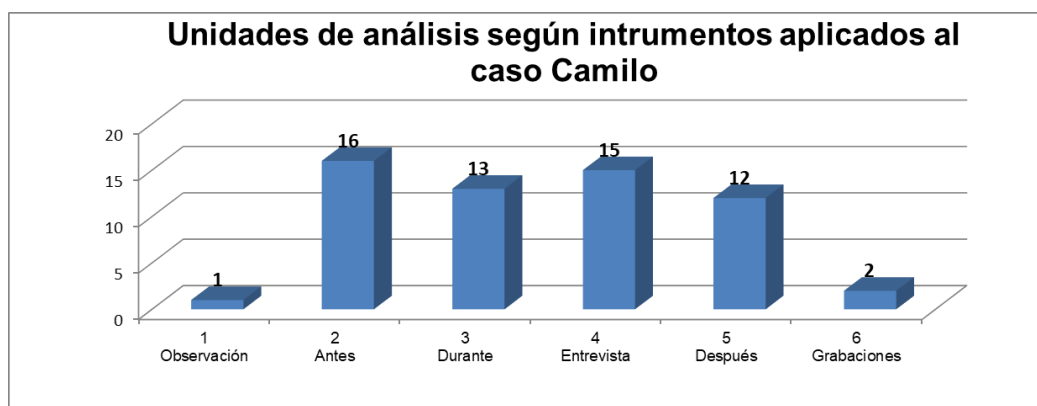
Para finalizar los resultados del caso Luciana se presenta en el Cuadro IV.3 el registro de las 59UA halladas en las concepciones declaradas por la participante.

I.Conocimiento y concepciones sobre estrategias instruccionales para enseñar y aprender ciencias			
111-I.B1-LAN	121-I.B1-LDU	130-I.B1-LDE	137-I.B3-LDE
112-I.B3-LAN	122-I.B3-LDU	131-I.B3-LDE	138-I.B1-LDE
117-I.B1-LDU	123-I.B1-LDU	132-I.B1-LDE	139-I.B3-LDE
118-I.B3-LDU	124-I.B3-LDU	133-I.B3-LDE	141-I.B1-LDE
119-I.B1-LDU	125-I.B1-LDU	134-I.B1-LDE	142-I.B3-LDE
120-I.B3-LDU	126-I.B3-LDU	135-I.B3-LDE	143-I.B1-LDE
	127-I.B1-LDU	136-I.B1-LDE	144-I.B3-LDE
	128-I.B3-LDU		
II.Componentes que hacen parte de la ecología conceptual			
154-II.C3-LE		109-II.C1-LAN	
105-II.C1-LAN		110-II.C1-LAN	
106-II.C1-LAN		113-II.C7-LAN	
107-II.C1-LAN		114-II.C1-LDU	
108-II.C1-LAN		129-II.C1-LDE	
		140-II.C1-LDE	
III.Taxonomía de las imágenes en los libros de texto			
	155-III.E1-LE		
	156-III.F1-LE		
	147-III.G3-LE		
	157-III.G2-LE		
	158-III.H3-LE		
	159-III.I1-LE		

Cuadro IV.3. Resumen de los códigos de las UA divididas por ámbitos para el caso de Luciana

IV.1.4. Resultados y análisis de las concepciones y evolución conceptual de Camilo

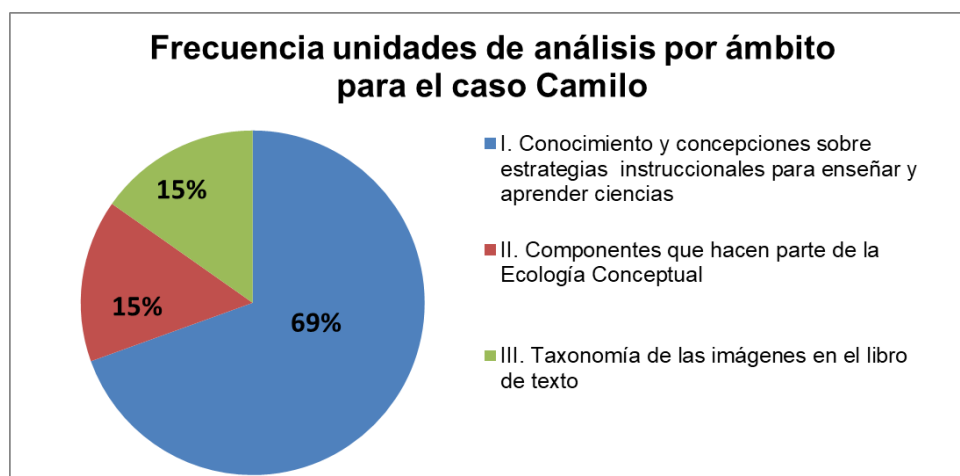
Teniéndose en cuenta los diversos aportes realizados por Camilo a través de los cinco instrumentos, se han identificado 59 UA en total, 16 en el aplicado antes de iniciarse la unidad del ecosistema, 13 en el instrumento del cuestionario aplicado durante el proceso, 15 en la entrevista, 12 en el aplicado después del proceso, una en la observación y dos en la grabación de las sesiones (ver Gráfica IV.10).



Gráfica IV.10. Unidades de Análisis según los instrumentos aplicados al caso Camilo

Las 59 UA se dividen en los tres marcos de referencia que se pueden ver en las Tablas III.2, III.3, III.4. La distribución de las UA por ámbito se puede apreciar en la Gráfica IV.11.

En el primer marco referencial tenemos el ámbito del Conocimiento y concepciones sobre estrategias instruccionales para enseñar y aprender ciencias, donde se identifica el 69% de UA. El segundo marco referencial presenta el ámbito componentes que hacen parte de una ecología conceptual donde se detecta el 15% de UA. El tercer marco referencial contiene el ámbito de la Taxonomía de las imágenes en el libro de texto, manifestando el 15% de las UA.



Gráfica IV.11. Frecuencia unidades de análisis por ámbito para el caso Camilo

Siguiendo en la línea anterior, se ordenan las UA según las sub-categorías (ver Gráfica IV.12), donde se puede destacar lo siguiente:

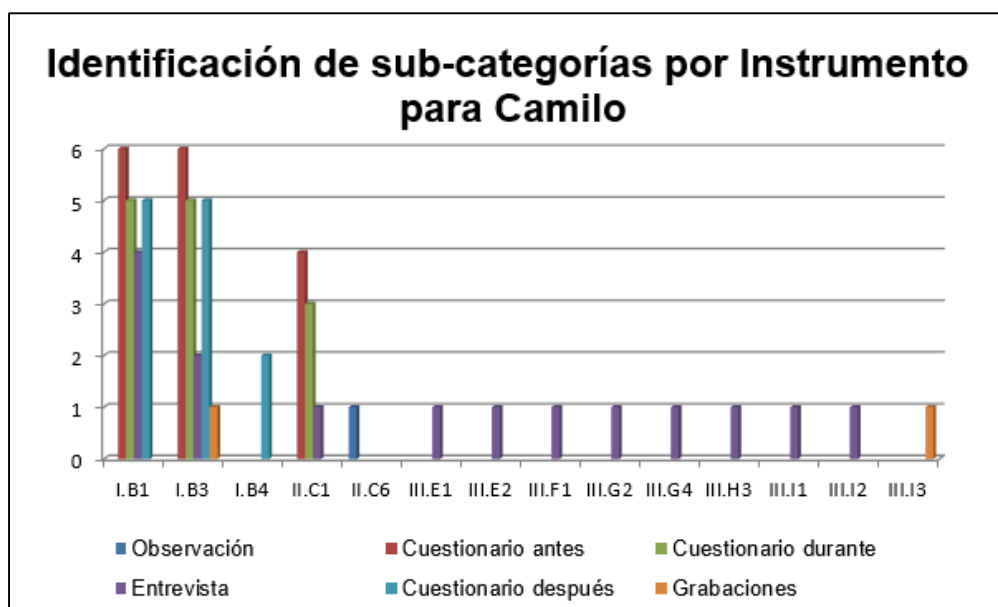
Evidentemente para el caso Camilo sobresalen igual que en el caso Diana las sub-categorías *I.B1*, *I.B3*, aprendizaje de los ecosistemas mediante la observación de imágenes y mediante la realización de talleres, respectivamente para cada codificación. Dicha relación tan marcada entre un caso y el otro es normal dado que la dinámica de la clase se centraba en la realización del taller y se apoyaba en las imágenes que trae el texto, instrumento vital con el que se desarrollan procesos de enseñanza y aprendizaje para la temática de los ecosistemas.

Siguiendo la escala, sobresale la sub-categoría *II.C1 anomalías*, lo que deja al descubierto que Camilo procesa ciertos conceptos, pero aún se queda desprovisto de aspectos que no permiten llegar a la evolución conceptual.⁴

Se observan otras sub-categorías que no son muy representativas para este caso, es decir, que fueron identificadas pocas veces en los diversos instrumentos aplicados y estas son: *III.E1*, *III.E2*, *III.F1*, *III.G2*, *III.G4*, *III.H3*, *III.I1* y *III.I2*, sub-categorías que pertenecen al ámbito Taxonomía de las imágenes en los libros de texto; en otras palabras, el ámbito alude a cómo puede ser interpretado el dibujo que realizó Camilo durante la entrevista realizada, por lo tanto las sub-

⁴En apartados posteriores se podrá evidenciar si hubo o no evolución conceptual en Camilo

categorías que pueden tener un pico metafóricamente elevado son las que trabajan sobre la función de la secuencia didáctica en la que aparecen las imágenes en los libros de texto y el tipo de iconicidad que ha sido representativo en la perspectiva de Camilo (*III.E2 definición - III.G4 dibujo esquemático*, respectivamente).



Gráfica IV.12. Identificación de categorías por instrumento aplicado al caso Camilo

Se realiza la descripción y explicación de las UA encontradas en los diversos instrumentos (antes-durante-después) que se aplicaron al caso Camilo.

a) Según el cuestionario aplicado antes del inicio del proceso enseñanza y aprendizaje (Pre-Test)

Las siguientes UA evidencian las concepciones de Camilo:

163-I.B3-CAN “Establece alguna relación interespecífica con cualquiera de los organismos presentes en la ilustración R/ *“Parasitismo, depredación, competencia interespecífica, simbiosis, mutualismo y comensalismo creo que son los que recuerdo del curso anterior”* (ver línea 3-4 de Anexo IV.1).

Para Camilo fue sencillo recordar las relaciones interespecíficas, según él porque las ha visto en el curso anterior, por ello consideramos adjudicarle las

sub-categorías de talleres dirigidos a través de los libros. Dada la fuerte influencia que este instrumento didáctico ha tenido a lo largo del tiempo dentro del currículo de los institutos, existe una alta probabilidad de que dicha concepción proceda de la instrucción convencional.

169-II.C1-CAN “Nombra los consumidores primarios que encuentres en la imagen y explica por qué los consideras de este orden. R/ *Los insectos*” (ver línea 8-9 de Anexo IV.1).

Se puede observar cómo Camilo tiene una concepción que puede determinarse dentro de lo correcto, pero no está justificando su respuesta, desvelando que no tiene el concepto completamente estructurado.

Seguidamente, para el mismo cuestionario se hallaron las siguientes unidades de análisis:

UA170-I.B1-CAN- UA171-I.B3-CAN - UA172-II.C1-CAN “Pinta los organismos productores que encuentres en la ilustración y explica porque son llamados productores R/ *(dibuja los arboles)*” (ver línea 12 y 13 de Anexo IV.1).

Para este caso se manifiesta reconocimiento de los productores pero Camilo no tiene claro por qué se les denomina de esta forma, por lo tanto las sub-categorías que comprenden a estas UA van enfocadas al aprendizaje por talleres e imágenes, dado que probablemente estas nociones las pudo haber adquirido de esta manera; sin embargo, hay que continuar el análisis respectivo en los siguientes instrumentos para verificar si efectivamente este tipo de estrategias son las que le favorecen el aprendizaje a Camilo; igualmente también se le adjudica la sub-categoría de las *II.C1 anomalías* dado que aunque aporta conocimientos, no tiene la capacidad de justificar la respuesta.

b) Según el cuestionario aplicado durante el proceso de enseñanza y aprendizaje (Test)

Las siguientes UA también evidencian las concepciones de Camilo:

UA177-I.B1-CDU – UA178-I.B3-CDU “Establece alguna relación interespecífica con cualquiera de los organismos presentes en la ilustración R/ *Sí, depredación*” (ver línea 3-4 de Anexo IV.2).

Al ver esta respuesta y la que Camilo ofrece al inicio del proceso es notable que para este participante resulta muy claro que se trata de una relación

interespecífica, que a su vez la adjudicamos dentro del aprendizaje convencional por lo que así mismo lo manifestó en el pre-test.

En relación a su respuesta podemos decir que en el pre-test no contextualizó su respuesta y contesta más de manera automatizada, dado que mencionó muchas posibles relaciones interespecíficas y ahora se observa que el alumno detalla la imagen que trae el cuestionario pues la relación interespecífica que predomina es la depredación, pero también es visible que se puede dar la competencia entre garza y pato, entonces es cuando también se puede decir que Camilo percibe las imágenes más grandes o que tal vez la imagen también puede ocultar aspectos claves, como sería en este caso para detectar una relación de competencia ya que la garza se encuentra en un formato un poco borroso.

En este sentido vemos lo importante de aportar imágenes con buena resolución, para este caso lo ideal serían las más icónicas, es decir, las fotografías que a su vez podría tener signos que ayuden a identificar algunos procesos; sin embargo; nuestra imagen fue seleccionada en una iconicidad de tipo figurativo porque pretendía estar dentro del promedio convencional que suelen presentar estas representaciones en los libros de texto.

UA181-I.B1-CDU - UA182-I.B3-CDU “Nombra los consumidores primarios que encuentres en la imagen y explica por qué los consideras de este orden R/ *insectos*” (ver línea 8 y 9 de Anexo IV.2), “Nombra los consumidores secundarios que encuentres en la imagen y explica por qué los consideras de este orden R/ *Las ranas, los patos, los peces, la garza que trabajamos en clase*” (ver línea 10 y 11 de Anexo IV.2).

Estas respuestas que Camilo presenta son relativamente casi iguales a las presentadas antes de haber pasado por el entramado conceptual de ecosistemas, es decir, que el chico aquí no evidencia ningún tipo de progreso, lo único que cambió fue en la identificación de los consumidores secundarios, pues alude a otros que no identificó al inicio y adicionalmente está confirmando que eso lo ha trabajado en clase, situación que permite integrar la idea dentro de las sub-categorías de talleres dirigidos y observación de imágenes del libro, ya que es la estrategia más empleada durante el desarrollo de la clase.

Por tanto, se puede decir que al inicio Camilo no prestó mucha atención a la imagen, como sí lo hizo en esta segunda aplicación del instrumento. Además, aquí tampoco presenta explicación sobre por qué se tiene ese tipo de nominación a los animales dentro del ecosistema.

UA185-II.C1-CDU “Pinta los organismos productores que encuentres en la ilustración y explica por qué son llamados productores R/ *(dibuja Árbol y juncos) porque son los que cogen la energía del sol y de los que se alimentan los consumidores primarios*” (ver línea 12 y 13 de Anexo IV.2).

Reconoce los elementos que son productores, pero su justificación no es específicamente la adecuada, es verdadera dado que lo que dice también sucede, pero el punto específico de por qué se llama a las plantas productoras no es evidenciado, así que aún hay anomalías y falta mayor estructuración.

UA186-I.B1-CDU – UA187-I.B3-CDU “Elabora una cadena trófica con algunos de los organismos de la ilustración R/ *Las plantas→los insectos →los patos*” (ver línea 14 y 15 de Anexo IV.2).

En estas UA se puede evidenciar el aprendizaje por talleres y por imagen, dado que aquí ya Camilo había pasado por un proceso de introducción y estructuración de conceptos mediante esas dos estrategias que emplea la profesora; además se observa un progreso, ya que Camilo aunque traía consigo ideas alternativas muy aterrizadas sobre los ecosistemas, no era capaz de contextualizarlas directamente en ejemplos, es decir, no traía a colación la cadena trófica con los animales representados en la imagen del instrumento y no realizaba los signos (flechas) que son importantes en esta representación, dado que esto transmite de cierto modo el concepto sobre el flujo de energía.

UA188-II.C1-CDU “Nombra las poblaciones que alcanzas a observar en la ilustración R/ *Lago, animales, peces*” (ver línea 16-17 de Anexo IV.2).

Aún no hay claridad en este concepto dado que menciona el lago como población, además en el instrumento aplicado al inicio del proceso esta pregunta no la contestó. Esto significa que falta esa transición para que se proporcione la acomodación conceptual porque sí alude a los peces ya que cumplen su función como población dentro de la imagen.

c) Según la entrevista y el cuestionario aplicado después del proceso de enseñanza y aprendizaje (Post-test)

Las siguientes UA siguen evidenciando las concepciones de Camilo:

UA190-I.B1-CDE - UA191-I.B3-CDE “Establece alguna relación interespecífica con cualquiera de los organismos presentes en la ilustración R/ *Sí, depredación, de la garza los peces, el lince los patos y peces así como los dibujos del taller*” (ver línea 3-4 de Anexo IV.3).

Se logra apreciar ese verdadero aprendizaje por observación de imágenes y por talleres dirigidos, llegándose a una traducción de que se ha generado el cambio o evolución conceptual, aunque al inicio de la unidad ya traía algunas concepciones coherentes, en la respuesta obtenida del segundo instrumento aplicado y también en la obtenida del tercer instrumento aplicado se evidencia dicha evolución.

Efectivamente, Camilo se inclina hacia la relación de depredación y aquí se esclarece que el aspecto borroso de la garza dentro de la imagen, que es el eje del instrumento, no influye directamente porque el joven sí la percibe, ya que alude a ella como observamos en la anterior UA. Simplemente Camilo no encuentra la relación de competencia en la imagen, quedándose solo con la de depredación, recordando que según la literatura esta es la relación que suele prevalecer en las concepciones de los estudiantes.

Respecto a lo anterior, si analizamos el fondo entendemos que cuando los estudiantes relacionan la naturaleza desde la perspectiva beneficiosa, al parecer, están asociando la relación depredación desde un punto de vista vital para la supervivencia porque los estudiantes perciben la alimentación como si fuera la única necesidad básica (ver línea 13 de Anexo II.1). Es aquí cuando encontramos pertinente la enseñanza del ecosistema desde una perspectiva natural y social donde haya un equilibrio para mitigar obstáculos en su aprendizaje.

UA196-I.B4-CDE “Pinta los organismos productores que encuentres en la ilustración y explica por qué son llamados productores R/ *(pinta árbol y junco) porque son los que consumen sustancias y de los que se alimentan los consumidores primarios y si no estuvieran no habría ni consumidores primarios, ni los secundarios, ni los terciarios*” (ver línea 12 y 13 de Anexo IV.3).

Esta unidad de análisis detecta que no se observó en ningún momento una estructuración completa del concepto productor, dado que desde el inicio y hasta el final la progresión ha sido escasa y con vacíos, en otras palabras, Camilo reconoce cuáles son los productores dentro de un ecosistema, pero no logra entender por qué se les denomina de esta manera; sin embargo, en algunos de sus pasajes dice que son los que toman la energía del sol, premisa verdadera, pero aún no completa que esa energía le sirve para producir su propio alimento. Podemos ver las respuestas relacionadas con esto en las líneas 12 y 13 del Anexo IV.1 y del Anexo IV.2, permitiendo entonces establecer que para el

concepto de productor ninguna de las estrategias empleadas facilita la evolución conceptual.

UA197-I.B1-CDE - UA198-I.B3-CDE “Elabora una cadena trófica con algunos de los organismos de la ilustración. R/ *Trataré como lo vi en un dibujo del libro. Camilo realiza una red trófica*” (ver Figura IV.1)

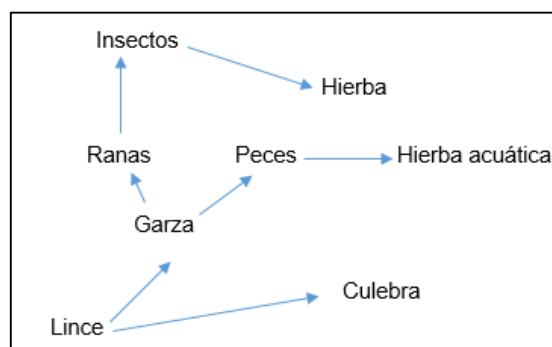


Figura IV.1 Red trófica creada por Camilo

Una vez más Camilo confirma que presenta un aprendizaje a través de talleres y observación de imágenes del libro. En este último instrumento se observa mejor el progreso que ha tenido con las cadenas tróficas, ya que las representa en red y no en forma lineal como lo realizaba al inicio, es decir, en un nivel más complejo; sin embargo, la dirección de las flechas **depredador-presa** indican, según González-García et al. (2015), que aún no hay asociación de la red trófica con el proceso del flujo de energía. Afirmación que es debatible de acuerdo a los resultados de este estudio, ya que en el caso de los demás participantes (Diana, Luciana y Tomás) las flechas fueron representadas en una dirección contraria a la presentada por Camilo, es decir, en un sentido de **presa-depredador**, y sin embargo los estudiantes no vincularon las cadenas tróficas con el proceso del flujo de energía. Lo anterior es identificado ya que para todos prima frecuentemente en sus respuestas la relación interespecífica de depredación.

UA 204-II.C1-CE “Descríbeme la biocenosis que observas en la ilustración R/ *no me acuerdo de nada...* y de biotopo? *Tampoco...*” (ver línea 55-60 de Anexo IV.4).

En esta unidad de análisis se observan anomalías ya que Camilo dice que no se acuerda de nada, pero al observar el instrumento que se aplicó después de esta entrevista (post-test), se detecta una respuesta adecuada, por tanto puede ser

que otros factores externos afectara al bajo nivel de asertividad de la respuesta. En este sentido, dichos factores tienen que ver con un día tenso para el participante, alguna prueba que debía presentar más tarde o algún inconveniente familiar, esto posiblemente conllevó a que, al realizarle esa pregunta, se sintiera algo nervioso y se le olvidara momentáneamente la respuesta. Además de lo anterior, también es posible que se confundiera con la terminología, es decir, en la entrevista se le habla de biocenosis y biotopo mientras que en el cuestionario se le habla de abiótico y biótico.

UA 205-I.B1-CE - UA206-I.B3-CE *“Por qué se considera al agua, a la luz y a las piedras como componentes abióticos? R/ porque no tienen vida”* (ver línea 62-63 de Anexo IV.4).

Vemos cómo al preguntarle lo mismo, pero en diferentes palabras sí ofrece una respuesta adecuada, esto corrobora una vez más lo mencionado en el párrafo anterior. Camilo presentó confusión al referirle lo abiótico como biotopo y lo biótico como biocenosis, entonces se evidencia una evolución conceptual en el concepto de biotopo. Al respecto, entendemos que el progreso fuese mayor donde el participante manejara ambas terminologías sin ningún inconveniente; sin embargo, es una acomodación conceptual que va por muy buen camino y es por esto que adjudicamos que su aprendizaje estuvo marcado por los talleres dirigidos y por la observación de imágenes.

La siguiente UA fue extraída de las grabaciones de clase y consideramos importante referenciarla para contrastar con el dibujo que se solicita realizar en la entrevista:

UA395-III.I3-CGSE *“El lince come al pato, el hombre mata al águila”* (ver línea 757 de Anexo V.1).

Se puede extraer que Camilo está incluyendo el ser humano en el ecosistema, aquí no hablamos del aspecto negativo o positivo que puede significar dicha afirmación, ya que el contexto refiere algo particular, una cadena trófica que la profesora está trabajando directamente en clase. En otras palabras, por el contexto que se presentaba en la clase podría decirse que el hombre está dentro de un contexto de supervivencia y de lucha por su alimento sin entrar a exterminar todos los animales para su alimento sino también para otros recursos como, por ejemplo, su vestido. A pesar de aquella intervención, a continuación se presenta cómo Camilo olvida completamente el ser humano dentro del ecosistema.

En la entrevista también se solicita la realización de un dibujo que represente lo que es un ecosistema, aquí surgen las siguientes:

UA209-III.E1-CE - UA210-III.F1-CE - UA211-III.G2-CE - UA212-III.H3-CE - UA213-III.I1-CE “Representa al sol, unos árboles, un río con peces, un lince y una tortuga, también hay pájaros y nubes” (ver Anexo IV.5).

Estas UA arrojan que la representación icónica de Camilo desvela un hecho de una experiencia cotidiana, es decir, hace referencia a la percepción básica del ecosistema. El dibujo no presenta etiquetas verbales, así mismo es presentado como imitación de la realidad, donde la imagen de ciencia que posiblemente transmite esta representación es de tipo conceptual, dado que se plasman aspectos básicos que siempre se suelen trabajar mínimamente a nivel teórico dentro de una clase sobre ecosistemas. De igual manera esta representación desvela una concepción biocéntrica, dado que excluye al hombre, centrándose en mayor medida en factores bióticos.

Concluyendo, los resultados para el caso de Camilo se muestran en el Cuadro IV.4 el registro de las 59 UA halladas en las concepciones individuales declaradas por el participante.

I.Conocimiento y concepciones sobre estrategias instruccionales para enseñar y aprender ciencias			
160-I.B1-CAN- 161-I.B3-CAN 162-I.B1-CAN- 163-I.B3-CAN 164-I.B1-CAN- 165-I.B3-CAN 167-I.B1-CAN- 168-I.B3-CAN 170-I.B1-CAN- 171-I.B3-CAN	173-I.B1-CAN- 174-I.B3-CAN 177-I.B1-CDU 178-I.B3-CDU 179-I.B1-CDU 180-I.B3-CDU 181-I.B1-CDU 182-I.B3-CDU 183-I.B1-CDU 184-I.B3-CDU	186-I.B1-CDU 187-I.B3-CDU 189-I.B4-CDE 190-I.B1-CDE 191-I.B3-CDE 192-I.B1-CDE 193-I.B3-CDE 194-I.B1-CDE 195-I.B3-CDE 196-I.B4-CDE	197-I.B1-CDE 198-I.B3-CDE 199-I.B1-CDE 200-I.B3-CDE 202-I.B1-CE 205-I.B1-CE 206-I.B3-CE 207-I.B1-CE 208-I.B3-CE 424-I.B3-CGSE 448-I.B1-CE
II.Componentes que hacen parte de la ecología conceptual			
166-II.C1-CAN 169-II.C1-CAN 172-II.C1-CAN	175-II.C1-CAN 176-II.C1-CDU	185-II.C1-CDU 188-II.C1-CD	204-II.C1-CE 245-II.C6-COB
III.Taxonomía de las imágenes			
395-III.I3-CGSE 201-III.E2-CE 203-III.G4-CE	209-III.E1-CE 210-III.F1-CE	211-III.G2-CE 212-III.H3-CE	213-III.I1-CE 213-III.I2-CE

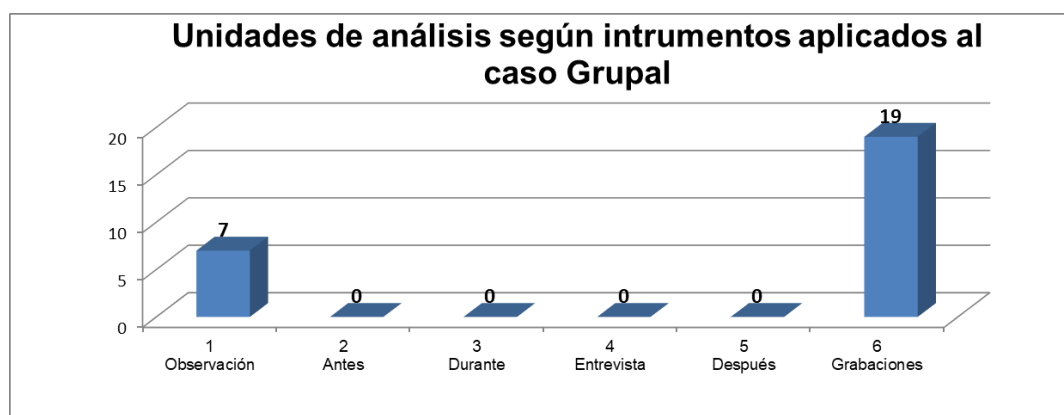
Cuadro IV.4. Resumen de los códigos de las UA divididas por ámbito para el caso de Camilo

IV.1.5. Resultados y análisis de la participación observada del Grupo

En este apartado se visualizan intervenciones y comportamientos de los participantes con todo el grupo de la clase, permitiéndonos visualizar cuáles son esas estrategias instruccionales dentro de la dinámica de la clase que quizás también facilite a los demás integrantes de la clase avanzar en su aprendizaje.

Esta perspectiva grupal ayuda al contraste de los resultados que presentaron los casos analizados, proyectándose como soporte de credibilidad para esta investigación.

De acuerdo a los aportes que el grupo presenta a través de los dos instrumentos correspondientes para la recolección de datos, se identificaron 26 UA en total, siete se encontraron en la observación y 19 en la grabación de las sesiones (ver Gráfica IV.13).

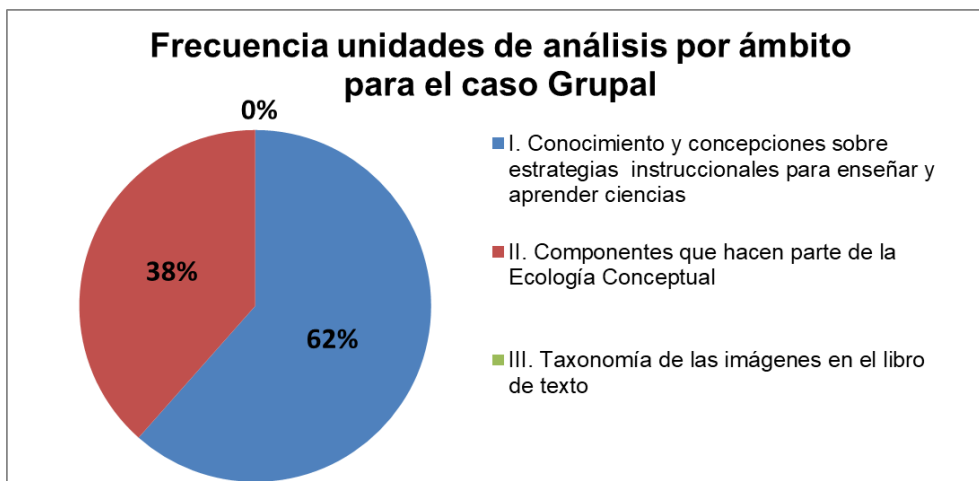


Gráfica IV.13. Unidades de análisis según instrumentos aplicados al caso grupal

Las 72 UA se dividen en los tres marcos de referencia que se pueden ver en las Tablas III.2, III.3, y III.4 (p.187-193). La distribución de las UA por ámbito se puede apreciar en la Gráfica IV.14.

En el primer marco referencial se encuentra el ámbito del Conocimiento y concepciones sobre estrategias instruccionales para enseñar y aprender ciencias, donde se identifica el 62% de UA. El segundo marco referencial cuenta con el ámbito denominado Componentes que hacen parte de una ecología conceptual, donde se detecta el 38% de UA. El tercer marco referencial contiene

al ámbito denominado Taxonomía de las imágenes en el libro de texto, aquí no se registró ninguna UA.

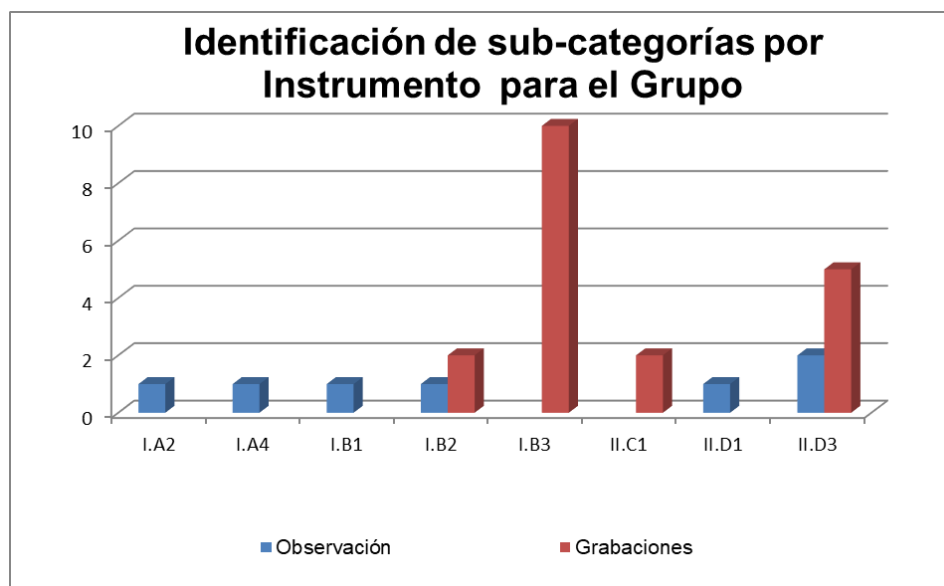


Gráfica IV.14. Frecuencia unidades de análisis por ámbito para el caso Grupal

Como en los casos anteriores, se ordenan las UA según las sub-categorías (ver Gráfica IV.15), donde se puede destacar los siguientes aspectos:

La sub-categoría con mayor representación es la *I.B3 talleres dirigidos*, que aborda el conocimiento y estrategias instruccionales para aprender los ecosistemas mediante talleres convencionales, dicha representación era totalmente evidente dado que la estrategia de primera mano para la profesora estaba basada en este tipo de actividad.

Otra sub-categoría que se muestra representativa es la *II.D3 campo social e institucional*, partícipe de las variables afectivas. Este aspecto fue visible por los factores externos, como lo son el ruido producido por otros estudiantes dentro de la institución. Variable que en ocasiones causaba dispersión en los que a este estudio interesa; además de esto, para el campo emocional se deslizan otros aspectos, por ejemplo, que no halla motivación debido a que los estudiantes pueden llegar a estar cansados de la metodología monótona que presenta la profesora indistintamente de sus capacidades cognitivas. A ellos les queda muy fácil auto-bloquear su mente para evitar un aprendizaje significativo.



Gráfica IV.15. Identificación de sub-categorías por instrumento aplicado al caso grupal

Se prosigue con la descripción y explicación de los aspectos encontrados en los diversos instrumentos (Observación y Grabación de sesión de clase) aplicados al caso grupal.

La ruta a seguir de aquí en adelante para el grupo consiste en que primero se presenta la UA como ha sido codificada, declaramos entrecomillas de manera literal lo extraído del instrumento y se prosigue con la descripción, análisis e interpretación desde los conocimientos propios de la experiencia y según los referentes teóricos en que nos hemos apoyado.

a) Según la Observación del proceso enseñanza y aprendizaje

Las siguientes UA evidencian las participaciones que se observaron del Grupo:

UA231-I.A2-GOB “*En este caso, se observa cómo todos los chicos tienen sus libros abiertos pero no están utilizándolos, dado que están copiando el mapa conceptual de la profesora...*” (ver línea 9-11 de Anexo V.2).

Esta UA específicamente apunta a la subcategoría de recursos didácticos, pero a su vez tiene relación con la enseñanza tradicional empleada durante la actividad, por lo tanto queda explícito que el libro de texto es el recurso didáctico

principal para la clase, ya que la profesora y los estudiantes lo emplean de manera pasiva, recurriendo a un enfoque tradicional, ello posiblemente por lo que se ha encontrado en investigaciones como las de De Pro (2009), donde los docentes identifican el currículo con los contenidos del libro de texto, haciendo del libro un recurso imprescindible como así se reafirma en este caso.

UA233-II.D3-GOB *“Otra de las observaciones detalladas en el campo fue que el salón que queda contiguo al otro salón, donde habitualmente la profesora Celeste trabaja en clase, tiene un grupo que se encuentra haciendo demasiado escándalo, tanto así que la profesora de éste se oye gritar y esto distorsiona la clase de Celeste”* (ver línea 21-23 de Anexo V.2).

Aquí vemos cómo el campo social e institucional puede generar en los estudiantes un gusto mayor o menor por la temática. En este caso el caos producido por el sonido dispersa la mente y, por ende, afecta a la capacidad de concentración en los chicos, es así como las variables afectivas juegan un papel importante en el aprendizaje y una de estas es el clima de trabajo apropiado que se pueda desarrollar y mantener durante una clase.

En este sentido concordamos con Abell (2007) cuando afirma que el contexto social del aula es tan importante como las estrategias cognitivas para lograr un aprendizaje conceptual.

b) Según la grabación de las sesiones de clase durante el proceso enseñanza y aprendizaje

Las siguientes UA desvelan las participaciones observadas del Grupo:

UA238-I.B1-GOB *“En otro momento, los chicos se encuentran mirando el dibujo que está enfrente de la pizarra hecho por la profesora sobre la cadena trófica, pero a la vez se fijan en el dibujo del texto que es el mismo que la profesora replicó en la pizarra”* (ver línea 66-68 de Anexo V.2).

Ello está corroborando la importancia que cobra el libro de texto para la clase y así mismo la observación de representaciones icónicas, hay que ver como aquí se puede atraer la atención de los chicos, por lo que esto a su vez guarda la relación con la subcategoría de las variables afectivas; para este caso se podría decir que motivan al chico a estar atento para pretender seguir ampliando una gama de contenidos.

Si contrastamos lo que se observa dentro del grupo con lo que la profesora declara en la entrevista sobre las concepciones que tiene de la función que

puede cumplir la imagen en la enseñanza y el aprendizaje, encontramos que en este caso las usa para ejemplificar el concepto de cadena alimentaria que está en el libro pero ella decide replicarlo a una escala mayor. Efectivamente, para ella la ejemplificación mediante una imagen ayuda a “memorizar”, concepción que concuerda con la de investigaciones como la de Tapia y Arteaga (2012).

En este sentido, el hecho de que los estudiantes se fijarán en la imagen del libro, podía haber sido de mayor provecho. Ellos quizás lo hacían simplemente para verificar si su profesora estaba realizando correctamente el dibujo, acción algo pasiva. En concreto dicho hecho posiblemente tendría productividad académica si se hubiera realizado una orientación adecuada que involucrara el dibujo de la pizarra de manera dinámica con el del libro de texto, dado que un dibujo sin las orientaciones pertinentes puede limitar la percepción correcta de lo que la imagen pretenda representar (Pereira y Romualdo, 2017).

Pese a la carencia de criterios idóneos de la profesora para el manejo de la imagen, consideramos que el uso que ella hace de éstas para recordar (memorizar) es válido y funcionó en los cuatro casos de este estudio. Ello porque Diana, Tomás, Luciana y Camilo muestran evolución en la representación de las cadenas alimentarias cuando se les pregunta en los cuestionarios. Sin embargo, observamos que las representaciones no trascienden la perspectiva simplista depredador-presa, dado que no relacionan el flujo de energía con las cadenas alimentarias.

Es por esto que desconocer otras posibles funciones que puede desempeñar una imagen limita el desencadenamiento de otras asimilaciones conceptuales fundamentales para el concepto del ecosistema.

Asimismo, cuando interpretamos que las imágenes atraen la atención de los estudiantes porque directamente están concentrados comparando la que está en el libro de texto con la que esta dibujada en la pizarra, encontramos asociaciones con la parte motivacional que pueda despertar en los estudiantes.

Al respecto hay que tener cuidado cuando se pretende que la función motivacional priorice ante otras en una representación icónica, dado que en investigaciones de Park y Lim (2007) se encontró que las imágenes que aspiraban a llamar la atención y motivar no contribuían a la mejora del aprendizaje de los estudiantes.

UA240-I.A4-GOB *“Sin ir muy lejos, vemos como todos los chicos sacan el libro y lo abren sin que la profe diga que lo saquen...”* (ver línea 82 y 83 de Anexo V.2).

Esta unidad de análisis deja al descubierto la actitud mecánica en que se encuentran los chicos, esto podría denominarse más bien como un hábito, lo cual puede llegar a causar desmotivación puesto que para la edad en la que se encuentran siempre van a querer buscar experiencias nuevas cargadas de adrenalina que les despierte sensaciones diferentes.

Respecto a esto encontramos cómo lo afectivo está inmerso en todo momento, ya sea implícita o explícitamente porque hace parte de la existencia de las personas. Es así como un profesor no puede pasar por alto que cuando está en un aula con sus estudiantes debe tener claro que antes que alumnos tiene a su cargo personas con un mundo completamente distinto, con diferentes formas de aprender (Mena, 2013).

En este sentido parece ser que Celeste no tiene claro que cada uno de sus estudiantes tiene diferentes formas de aprender porque su metodología tradicional ha impregnado completamente a todo el grupo de clase, de manera que actúan como si fuesen máquinas y, según Pozo y Gómez (2013), este modelo tradicional no permite un uso dinámico y flexible de los conocimientos fuera del aula.

Continuando el análisis de los resultados podemos ver cómo la profesora continúa alimentando su clase de comportamientos y estrategias que encajan dentro del enfoque tradicional, como se puede apreciar en la siguiente UA.

UA333-I.B3-GGSE *“Entonces somos heterótrofos, repitan conmigo (todo el grupo: somos heterótrofos) hetero: otro, trofo: alimento... seguimos, los heterótrofos consumen la materia orgánica producida por otros, repitamos todos...(Todo el grupo: consumen la materia orgánica producida por otros)...pueden ser, consumidores primarios, que son los herbívoros, que se comen las frutas, consumidores secundarios ¿quiénes son los consumidores secundarios? (Todo el grupo: los carnívoros)”* (ver línea 506-508 de Anexo V.1).

Podemos observar cómo en general el grupo estaba haciendo todo lo que la profesora planteaba, decía que repitieran y todos automáticamente así lo hacían sin preguntar ¿Hasta qué punto puede llegar a ser bueno esto en un aula de clase?

Para finalizar este apartado consideramos que una visión global del grupo de clase al que pertenecen los cuatro estudiantes de este estudio facilitó la comprensión de la evolución conceptual de sus concepciones y de la involución en otras, dado que corroboramos cómo los factores externos a su vez dispersan

a otros estudiantes y cómo las estrategias instruccionales de tipo tradicional proporcionadas por la profesora permea al grupo completo, donde sus implicaciones en los estudiantes fluctúan positivamente en unos más que en otros.

De igual manera este contraste entre el grupo de clase, los cuatro estudiantes seleccionados para este estudio y la profesora, pretendía observar si la interacción grupal influyó en el proceso donde hubo cambio o evolución conceptual en los estudiantes. Respecto a esto, es necesario aclarar que este abordaje es desde la perspectiva donde entendemos la ciencia como práctica social (Aguilar-García, 2001) y por ende los debates entre los pares de la clase posiblemente podían ser fructíferos.

En este sentido corroboramos que los debates no fueron parte de las estrategias instruccionales de la maestra, consideramos que el aporte del grupo al proceso evolutivo de las concepciones particulares de los estudiantes en cuestión fue prácticamente nulo, sin pretender generalizar porque quizás alguna de las pequeñas intervenciones que se presentaron podía llegar a ser el desencadenante de un pequeño avance en el aprendizaje de los estudiantes.

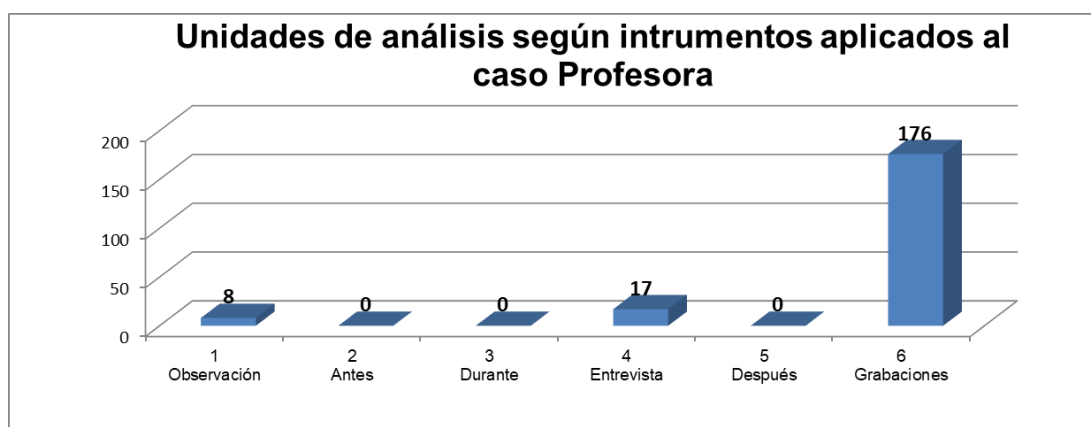
Estos resultados grupales se presentan en el Cuadro IV.5 con el registro de las 26 UA encontradas en las concepciones declaradas por el grupo.

I.Conocimiento y concepciones sobre estrategias instruccionales para enseñar y aprender ciencias	
231-I.A2-GOB	372-I.B3-GGSE
238-I.B1-GOB	376-I.B3-GGSE
240-I.A4-GOB	378-I.B3-GGSE
243-I.B2-GOB	390-I.B3-GGSE
273-I.B3-GGSE	391-I.B2-GGSE
274-I.B3-GGSE	401-I.B2-GGSE
332-I.B3-GGSE	414-I.B3-GGSE
333-I.B3-GGSE	446-I.B3-GGSE
II.Componentes que hacen parte de la ecología conceptual	
233-II.D3-GOB	398-II.D3-GGSE
236-II.D1-GOB	404-II.D3-GGSE
242-II.D3-GOB	433-II.D3-GGSE
267-II.C1-GGSE	438-II.D3-GGSE
272-II.C1-GGSE	442-II.D3-GGSE
III.Taxonomía de las imágenes en los libros de texto	
NO SE ENCONTRARON	

Cuadro IV.5. Resumen de los códigos de las UA divididas por ámbito para el caso grupal

IV.1.6. Resultados y análisis de las concepciones de la profesora sobre estrategias instruccionales para la enseñanza de las ciencias

De acuerdo a los aportes que la profesora Celeste presenta a través de los tres instrumentos correspondientes para la recolección de datos, se identificaron 201 UA en total, ocho se encontraron en la observación, 17 en la entrevista y 176 en la grabación de las sesiones de clase (ver Gráfica IV.16).



Gráfica IV.16. Unidades de Análisis según el instrumento aplicado al caso Profesora

Las 201 UA se dividen en los tres marcos de referencia que se pueden ver en las Tablas III.2 III.3 y III.4 (p.187-193) y en la Gráfica IV.17 se puede apreciar la distribución de las UA por ámbito.

En el primer marco referencial se encuentra el ámbito del Conocimiento y concepciones sobre estrategias instrucciones para enseñar y aprender ciencias, donde se identifica el 91% de UA. El segundo marco referencial abarca el ámbito denominado Componentes que hacen parte de una ecología conceptual, donde se detecta el 7% de UA. El tercer marco referencial contiene el ámbito que se denomina Taxonomía de las imágenes en el libro de texto, manifestando el 2% de las UA.



Gráfica IV.17. Frecuencia unidades de análisis por ámbito para el caso de la profesora

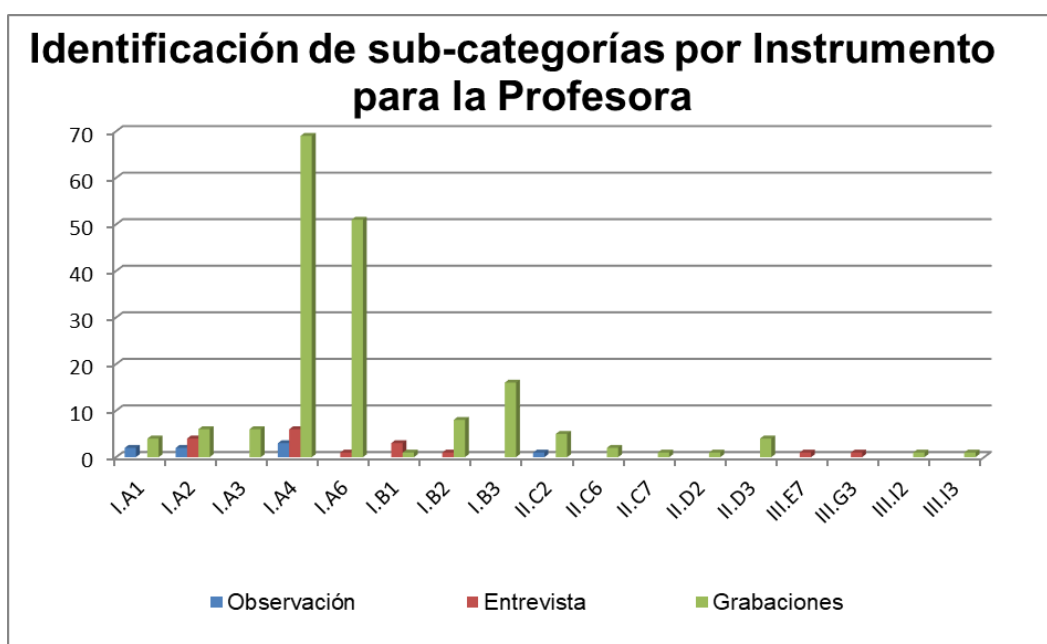
Continuando en esta línea, se ordenan las UA según las sub-categorías (ver Gráfica IV.18), resaltándose los siguientes aspectos:

Evidentemente destacan las sub-categorías *I.A4* y *I.A6*, las cuales abordan la enseñanza de corte tradicional y la enseñanza basada en una apropiación conceptual; esto es totalmente válido dado que la profesora presenta varias actitudes que la enmarcan en un modelo tradicional y, a su vez, emplea el libro de texto como herramienta básica e indispensable para dar su clase.

Otra sub-categoría que está punteando es la *I.A2*, que maneja la enseñanza a través de los recursos didácticos y, para este caso, es el libro de texto, pues lidera fuertemente en todas las clases de los ecosistemas.

Continuando la escala, la sub-categoría *I.B3 talleres dirigidos* también sobresale y es normal dado que es la propia profesora quien propone y promociona la realización de los talleres. Esto se puede conocer como una estrategia que ha venido implementando la profesora de manera conjunta, donde se ven inmersos tanto el libro de texto como los conocimientos que ella posee y su enfoque tradicionalista que, aunque a veces quisiera no aflorar, indistintamente sale a flote a raíz de aspectos que posiblemente vengan desde su propia formación o por grupos que haya manejado en años anteriores, que probablemente funcionaban para ella de esta manera.

Otra característica sobresaliente se refiere a que en la entrevista fue donde más se observó la sub-categoría que trabaja la enseñanza de los ecosistemas a través de los recursos didácticos, esto es totalmente válido ya que las preguntas de la entrevista están direccionadas a este punto con la finalidad de conocer lo que la profesora imparte y considera necesario emplear dentro de un aula de clase. Ello nos facilita contrastar las concepciones declaradas por la profesora con la práctica de aula.



Gráfica IV.18. Identificación de sub-categorías por instrumento aplicado al caso Profesora

Se prosigue con la descripción y explicación de los aspectos encontrados en los diversos instrumentos (Observación-Entrevista-Grabación de las sesiones de clase) aplicados al caso Profesora y se presentan las UA más representativas para sintetizar y no extendernos.

La ruta a seguir de aquí en adelante para la profesora consiste en que primero se presenta la UA como ha sido codificada, declaramos entrecomillas de manera literal lo extraído del instrumento y se prosigue con la descripción, análisis e interpretación desde los conocimientos propios por experiencia y según los referentes teóricos en que nos hemos apoyado.

a) Según la observación del proceso enseñanza y aprendizaje

A continuación, presentamos un ejemplo de la metodología tradicional empleada por la profesora:

UA239-I.A4-POB *“La profesora empieza a hacer el mapa conceptual que hay en el libro de texto del profesor, los chicos copian el mapa pero no miran el libro, es decir, lo tienen abierto pero no lo miran. La profesora sigue dictando lo que es biotopo mirando el libro de texto del profesor, pero luego sigue copiando y a la vez dictando”* (ver línea 70-76 de Anexo V.2).

En este sentido, observamos cómo usar el mismo mapa conceptual que trae el libro sin hacer ninguna reestructuración de acuerdo al contexto y dictar directamente lo que está en el libro, es un indicador del poco dominio del tema o de la planeación limitada del mismo.

UA241-I.A4-POB *“Por otro lado, la profesora podría explicar apoyándose del dibujo que está en el libro de texto, pero no lo menciona, es decir, sí menciona el ejemplo que muestra el dibujo, pero no les dice a los chicos que se fijen en la fotografía”* (ver línea 88-94 de Anexo V.2).

Lo anterior desvela como la profesora deja de lado el recurso didáctico que siempre utiliza (libro de texto), situación que para el caso vendría bien que los estudiantes focalizaran su atención en la imagen mientras ella realiza su explicación teórica. Estrategia que deja al descubierto su enfoque tradicional.

UA244-I.A4-POB *“La posición de la profesora generalmente es sentada en el escritorio y a veces camina con el libro o escribe en el pizarrón con el libro de texto”* (ver línea 113-115 de Anexo V.2).

Esta posición tradicionalista suele repercutir en la dispersión de la mente de los chicos, ya que es una actitud monótona sin que se presenten altibajos que permitan atraer la atención de los estudiantes.

b) Según las grabaciones de las sesiones de clase

A continuación, presentamos un ejemplo del recurso didáctico empleado en clase:

UA 265-I.A2-PGSE *“Es una comunidad de seres vivos que interaccionan entre sí y con el medio en el que viven... en el ma, en el mapa conceptual tenemos que el ecosistema está formado o está constituido por dos*

elementos, tiene dos componentes, vale, componentes del ecosistema, ¿cuáles son los componentes del ecosistema?, vamos a encontrar los componentes, el biotopo y la biocenosis... ¿qué es el biotopo? Escribimos biotopo vale, estar muertos no es lo mismo que no tener vida, el que está muerto la ha tenido y la ha perdido, pero una silla nunca ha tenido vida ¿verdad? ¿Y el aire?” (ver línea 144 de Anexo V.1).

Este fragmento de la explicación que está proporcionando la profesora a sus estudiantes es trabajado bajo la ayuda del mapa conceptual, recurso didáctico que puede ser de gran ayuda siempre y cuando la intención vaya más allá de sintetizar una temática, situación que no ocurre con la profesora.

En este sentido concordamos con Pozo y Gómez (2013) que el mapa conceptual es un recurso metacognitivo que puede aprovecharse de esta manera si la profesora hubiese trascendido a otro nivel, en otras palabras, que después del resumen esquematizado en el mapa conceptual la profesora realizara otra actividad de tipo aplicativo. Para que el mapa realizado por la profesora trascienda dinamizando la clase, favoreciendo quizás el debate, pero esto no sucede. Por lo tanto, el mapa conceptual está actuando en este caso meramente como una ayuda nemotécnica que puede servir para memorizar algunos aspectos claves.

De igual forma acogemos favorablemente la propuesta de Novak y Gowin (1984), citada en Pozo y Gómez (2013), fundamentada en lo importante de adiestrar los alumnos en la elaboración de mapas conceptuales. Por tanto, si la profesora guiara mínimamente su construcción, posiblemente los estudiantes desencadenarían una interpretación idónea de los mapas conceptuales, que es una representación icónica de tipo esquemático.

UA307-I.A3-PGSE “Perdón, interespecíficas, no confundáis intra e inter en el examen cuando voy a preguntar seguro que me vais a cambiar la respuesta... intra intra específicas son individuos de la misma especie, las abejas son las son las de la misma especie, ya sea obrera ya sea sándalo ya sea reina y las relaciones interespecíficas son las relaciones que permanecen entre individuos de especie diferente como por ejemplo eeeh una especie es la hierba del campo y otra especie es la cebrá que se come la hierba ¿no?, estáis de acuerdo, la hierba cuanto más cebras hay más hierba quedara no, cuanto más hierba hay más cebras pueden alimentarse ¿verdad?... ¿depende una especie de la otra?” (ver línea 366 de Anexo V.1).

La profesora hace alusión al examen final de la unidad, anteponiendo preguntas que posiblemente incluirá, es por esto que aquí la sub-categoría alude a la evaluación sumativa ya que la profesora solo está evaluando mediante un examen final. Ello porque independientemente de que la profesora haya obtenido notas de los talleres, está otorgando mayor relevancia al examen escrito, acto nuevamente de corte tradicional porque se percibe la fragmentación del proceso evaluativo.

UA312-I.A6-PGSE *“Y ... a que se refiere esto también si además de la cebra se come la hierba también se la comen los ciervos, tenéis que tener en cuenta el número de ciervos y el número de cebras porque la hierba es la misma, ayer estábamos hablando de la misma especie y hoy estamos hablando de especies distintas ¿entendéis?, cuando el recurso es limitado empieza a haber interferencia entre las especies, es decir, de cómo empiezan a morir cebras o empezarán a morir ciervos, si hay hierba para todo el mundo no muere ninguno solo con el tiempo, ejemplo los zorros y los linces compiten por el mismo alimento... este es otro ejemplo, a ver, hemos dicho que la cebra y el ciervo se comen la misma hierba por lo tanto no es conveniente que haya mucho de los dos, el zorro y el lince no se comen la hierba se comen el conejo, si hay un conejo, si hay un conejo libre ¿quién se lo lleva?” (ver línea 386-388 de Anexo V.1).*

La profesora se apropia de la explicación acerca de la competencia como una de las relaciones interespecíficas, sin embargo es notable que sus explicaciones van ligadas en mayor parte al recurso alimento (depredador-presa) donde consideramos viable mostrar ejemplos de la competencia por territorio o por pareja, porque el solo hecho de abarcar ejemplos relacionados con el alimento puede parecer que se desconocen los otros y así mismo crear vacíos en el aprendizaje de los estudiantes, situación que se vio reflejada al predominar en los estudiantes la concepción depredador-presa en las cadenas alimenticias.

Por tanto, consideramos que tal vez la profesora presenta las mismas concepciones alternativas manifestadas por los estudiantes y en este sentido las sigue transmitiendo a otras generaciones. Lo anterior concuerda con investigaciones como las de Abell (2007) y Duit y Treagust (2012), donde comprobaron que los profesores tienen concepciones similares a la de los estudiantes.

UA317-II.C2-PGSE *“Eeeh, imaginaros que hay una persona en el contenedor de la esquina empacando, queee que las amas de casa saquen*

su bolsa con los desperdicios y los ponga en los contenedores, pues esta persona se alimenta pues de la naranja que hemos tirado que todavía no estaba mala pero no nos gustaba y la tiramos, toda la comida que hemos tirado pues esa persona la está recolectando, le causa algún perjuicio a la persona que tira la basura, no, le causa beneficio, tampoco, está aprovechando pues es lo mismo, vale, eeeh pasamos a lo siguiente, el mutualismo...” (ver línea 423 de Anexo V.1).

Aquí la profesora da una explicación del comensalismo mediante una analogía con una señora y una bolsa de basura, dado que los chicos no entendían. Al respecto concordamos con Oliva (2003) afirmando que casi siempre estas analogías son presentadas por los docentes que tienen un enfoque tradicional, donde surgen en medio de la clase a partir de improvisaciones de manera oral sin llegar a representarlas pictóricamente. Sin embargo, el uso de la analogía puede considerarse como un recurso didáctico para llevar a cabo los procesos de enseñanza y aprendizaje, ya que facilitan el recuerdo de la información, desarrollan un pensamiento creativo y crítico (Pastor y González, 2012) que puede permitir una evolución conceptual desde que sea complementada con otra estrategia como en este caso las imágenes.

Ante esto, siempre el docente debe saber manejar muy bien el tipo de analogías dado que, así como son favorecedoras del aprendizaje, también pueden ser obstaculizadoras del mismo.

Al respecto investigaciones como las de Zamorano, Gibbs y Viau (2004) recomiendan el uso de analogías intuitivas, como fue el caso de la manifestada por la profesora. Adicionalmente se ha visto que suelen proporcionar una mayor probabilidad de aprendizaje cuando se usan analogías múltiples en vez de emplear un solo análogo, ya que varias pueden permitir una comprensión donde dado el caso que hubiese alguna errónea, las otras eliminan automáticamente la que está en desventaja (Pastor y González, op.cit.).

Adicionalmente podemos observar que nuevamente la profesora recurre a ejemplos con el alimento para explicar el comensalismo. Aquí la profesora podía haber traído el ejemplo de las abejas y avispa que construyen sus panales en troncos y ramas de algunos árboles, entre muchos otros usando analogías que no relacionaran directamente el alimento.

UA319-I.A6-PGSE *“El pez payaso y la actinia, el pez payaso y la actinia (repite), la actinia y el pez payaso establecen una relación donde los dos se benefician, el pez payaso cuando huye de sus depredadores se refugia*

en la actinia y la actinia se alimenta de esos peces, los dos salen beneficiados ¿vale?” (ver línea 435 de Anexo V.1).

Se tiene apropiación conceptual, sin embargo la explicación conceptual se queda corta porque falta aclarar qué es la actinia y por qué ésta no se come al pez payaso y a los depredadores de éste sí.

UA341-III.I2-PGSE - UA342-III.I3-PGSE *“El hombre mata al pato (no se entiende), por lo tanto, el hombre mata al pato y mata al pájaro, mata al pájaro... ¿aquí hay otra cadena alimentaria? ¿Aquí hay otra cadena alimentaria? ¿No ven más cadenas alimentarias cruzadas?... estas tres están cruzadas, entonces el conjunto, esto sería la red alimentaria (no se entiende)...” (ver línea 553 de Anexo V.1).*

El anterior fragmento revela la sub-categoría de la percepción que la profesora al parecer posee del ser humano dentro del ecosistema, relacionándose específicamente tanto la sub-categoría de *III.I2 semi-incluyente* como a su vez la sub-categoría de *III.I3 incluyente*. La primera sub-categoría sería básicamente porque la docente involucra el ser humano en el ecosistema, aunque en este caso solo de forma catastrófica.

Interpretamos dicha perspectiva de la profesora con argumentos, que pueden estar fundamentados con estilos de vida que asuman ciertas personas, como el caso de los vegetarianos, quienes están en contra del crimen animal. En esta línea la profesora estaría atentando contra su ideología y por esto sería una inclusión de tipo poco favorable para el ambiente.

Sin embargo, dentro de esta afirmación que expone la profesora, también es considerable un enfoque desde la sub-categoría *III.I3 incluyente*. Ello argumentando desde una posición neutral, sin llevar el hecho a fanaticadas extremas como puede suceder con el caso de los vegetarianos y respetando la diversidad de pensamiento. La subcategoría *III.I3 incluyente* es probable dado que el ser humano está dentro del sistema realizando una relación de depredación, que es la que resalta en gran parte la profesora durante el proceso de enseñanza. Por tanto recordando el contexto integrador de la clase, consideramos que hay una mayor tendencia de que la concepción de la profesora este permeada por la sub-categoría *III.I3 incluyente*.

UA447-I.A4-PGSE - UA362-I.B3-PGSE *“De acuerdo, y ahora qué es lo que vamos hacer, esto es una actividad una actividad que necesitáis para entender lo que no han entendido vale, donde pone bioma su nombre en*

mayúscula, su foto y su definición, cuando terminéis lo volvéis a leer (no se entiende)” (ver línea 623 de Anexo V.1).

Según la profesora la actividad del taller es para que los estudiantes entiendan lo que no han comprendido y realmente lo que han visto es un mapa conceptual creado por ella, el cual lo replicaron en sus cuadernos; al parecer les está ofreciendo el taller como una actividad de refuerzo a lo que vieron en el mapa conceptual, entendiéndose esto como una estrategia de tipo memorístico que carece de pensamientos analíticos o propositivos.

De este modo, la profesora está programando de manera implícita y explícita la mente de los estudiantes para que realicen el taller, en otras palabras, vendiéndoles la idea de que la actividad será la solución a sus inquietudes, ya que se afirma como si no hubiese otra opción.

Esto puede tomarse como una estrategia favorable para que los chicos cumplan con la tarea, pero también puede actuar en sentido inverso, porque limita las opciones accesibles del aprendizaje, reprimiendo los autodidactas.

En esta medida, entendemos que esta otra mirada es bastante utópica en la actualidad dado que esta generación presenta pocos hábitos académicos y suelen ser bastante perezosos como para ser autodidactas. Sin embargo, no es posible generalizar porque en un aula de clase siempre hay una gran diversidad de estudiantes y por esto es mejor tratar de actuar de la mejor manera posible, por si hay alguno que quiera explotar sus potenciales y no llegue a verse frustrado por actitudes inapropiadas que pueda tomar un docente.

UA397-II.D3-PGSE *“Profesora yo la hice así. (la profesora no prestó atención a la chica que dijo que la hizo así)”* (ver línea 773 de Anexo V.1).

Esta inatención por parte de la profesora haciaa una estudiante puede afectar las futuras intervenciones de la estudiante durante sus clases, en sí puede obstaculizar una evolución que la joven haya venido procesando.

Consecuentemente, ello evidencia uno de los componentes de la ecología conceptual propuestos por Posner et al.(1992) *II.D3 campo social e institucional*, en concreto, éste fue planteado cuando estos autores realizaron la revisión a su primera propuesta y encontraron el valor agregado que tiene la parte afectiva dentro del proceso de acomodación de ideas, y se dice proceso porque son 10 componentes las que consideran necesarias para que se provoque dicha acomodación conceptual y aquí simplemente vemos reflejado uno, que debe tener en cuenta variables afectivas o motivacionales del estudiante.

En este sentido, consideramos que esta conducta de la profesora, inconsciente o conscientemente, repercute de cierta manera en la parte emocional de la estudiante y por ende en la parte cognitiva dado que según Mora (2017) “*la emoción-cognición es un binomio indisoluble*” (p.66).

c) Según la entrevista realizada a la profesora

En esta sección presentamos la Unidad de análisis codificada, entre comillas aparece la pregunta que realiza el investigador principal, todas las declaraciones en cursiva son de la profesora (R/ de aquí en adelante), las que no tienen cursiva son intervenciones del investigador.

UA214-I.A6-PE “La unidad de ecosistemas ¿qué temáticas básicamente son las que se abarcaron? R/ *Te refieres a los conceptos? Sí... Pues el concepto de ecosistema en sí, y luego vimos la... a ver, el concepto de ecosistema, los factores abióticos, los factores bióticos las relaciones tróficas entre los distintos niveles tróficos, cadenas tróficas, redes tróficas el flujo de energía en el ecosistema, biomas del planeta.*” (ver línea 7-10 de Anexo V.3).

Según lo que la profesora expone, son los mismos conceptos y en el mismo orden que se representan en el Libro 1 (usado por ella), esto corrobora que la profesora está directamente vinculada con dicho recurso, además responde con seguridad y propiedad, denotando su apropiación conceptual.

UA216-I.A2-PE “¿Utiliza las imágenes de los libros de texto en la clase? R/ *sí, sobre todo en los ejemplos donde les digo, vamos a hacer esto para que los miren, ¿veis el ejemplo, conocéis esto, conocéis esta planta?, o lo de los esquemas si son dibujos, en este caso las pirámides, la pirámide de los niveles tróficos y las redes tróficas, que están en el libro... que si hayan entendido, ¿me entendéis?*” (ver línea 21 y 22 de Anexo V.3).

Notablemente la profesora da importancia a las imágenes presentadas en los libros de texto, pero de una forma sencilla, por tanto no se evidencia que realice un debido análisis de las ilustraciones antes de trabajar con los estudiantes y se revela el insuficiente criterio didáctico al usar las imágenes como estrategia de enseñanza (Tapia y Arteaga, 2012).

UA217-I.A4-PE “¿Presentas en tus clases otras ilustraciones diferentes a los libros de texto? ¿Cómo cuáles? R/ *en este caso he presentado un video,*

no he podido llevarles más, tengo diapositivas, en este caso también puedo llevarles diapositivas” (ver línea 28 Y 29 de Anexo V.3).

Se puede ver cómo el empleo de las ilustraciones es un aspecto que sobresale a pesar de que el uso sea de tipo tradicional, ya que la afirmación que la profesora nos brinda concuerda con lo que se vive en el aula; efectivamente se presenta también un video, pero no se hace un trabajo diferente al planteado desde un enfoque tradicional. Del mismo modo, las diapositivas, aunque no fueron presentadas a los estudiantes, no hubiesen sido de mucha ayuda ya que la función es básicamente la misma, como ayuda nemotécnica.

Ello no significa que usar diferentes ilustraciones no amplíe en los estudiantes su nivel cognitivo, que en algunos casos puede ser generador de aprendizajes significativos en los estudiantes, dado que según Pereira y Romualdo (2017) es fundamental la conjugación de diferentes representaciones pictóricas para ello.

En síntesis, consideramos que la enseñanza y aprendizaje para que sean aún más productivos debe usar las representaciones pictóricas enfocadas al análisis crítico y reflexivo.

UA218-I.A4-PE “¿Por qué se eligió este libro de texto de la editorial Anaya?
R/ Bueno, yo ahí no puedo responder porque yo no lo he elegido (jeje, ríe),
el departamento es el que ha elegido, pero yo no he tenido asistencia
porque cuando yo llegué ya estaba elegido ... osea, que no sabe cómo fue
que lo eligieron R/ sí sé cómo se hace porque he estado presente en otras
veces, las editoriales mandan sus muestras, ellos visualizan lo que hay y
de acuerdo con los niveles que se encuentran en el centro pues (no se
entendió)” (ver línea 30-33 de Anexo V.3).

Observamos cómo la UA anterior alude a la enseñanza tradicional, dado que se recurre al libro de texto, dado que se trata de una herramienta, como se ha mencionado en el sustento del marco teórico, muy empleada, y que seguramente seguirá siendo así; sin embargo, cabe la posibilidad de que se pueda ver un poco desplazada por otros medios electrónicos debido a la era digital en la que hoy día nos encontramos. Teniéndose en cuenta lo anterior, vale la pena resaltar la importancia de la selección de este tipo de material curricular, puesto que según los argumentos que la profesora expone, dicha selección se da a través de reuniones con el Departamento de Ciencias bajo ciertos criterios que ellos consideren importantes. De esta manera se concuerda con lo que propone Parcerisa (1996), ya que son muchas las variables o criterios que se deben tener en cuenta al seleccionar un libro de texto, como por ejemplo de acuerdo a los

objetivos que se tengan en la institución, las ilustraciones, el tipo de impresión, entre otros; todo esto contextualizado al grado, al municipio y provincia. Adicionalmente, el grupo o departamento encargado de seleccionar un libro de texto con sólidos conocimientos disciplinares, pedagógicos y didácticos posiblemente tiendan acrecentar esos criterios.

UA219-I.A2-PE “Califica numéricamente la frecuencia de uso de cada tipo de herramienta pedagógica con un valor que va desde cinco (5) para el tipo de herramienta pedagógica más usado hasta uno (1) para el menos usado en las preparaciones de sus clases: R/ *libro de texto un 5, internet lo estoy utilizando bastante porque para mí... ¿pero el 5 se los diste al libro universitario o al de ESO? Al de la ESO... la más pedagógica es libro de texto, lo utilizo muchísimo, bastante frecuente el internet para mí es una fuente de información genial donde uno busca y va a encontrar todo, (no se entiende) que el internet lo que tienen ahí lo tenemos todos pero hay muchos que no lo tienen en casa, de hecho el internet ya está en las bibliotecas públicas, por lo tanto yo considero que todo el mundo tiene internet. Luego el libro de texto universitario para mí, básicamente es para aclarar conceptos, buscar ejemplos diferentes a los que vienen en el libro de texto, es una herramienta para mí igual casi un 5 le podría dar de básica pero es mi herramienta de los alumnos no porque no tienen el nivel como para poder eeeh, de hecho cuando he intentado pasar unas fotocopias en secundaria, ni lo intento en bachillerato todavía, pero bueno aquí le podría dar un 5, aquí un 4 un 2 o un 3, luego dos o más libros de texto de la ESO no es tan frecuente, a esto le pongo un 1 yo solo busco otros libros cuando veo que este en algún punto me falla, no lo suelo hacer con frecuencia, los documentales bien, vamos a ponerle un 2, a un no sé, yo pondría a documentales un 3 porque si pongo algún recurso audiovisual de documental siempre, en cambio programas de televisión poco, 1” (ver línea 34-49 de Anexo V.3).*

Esta UA implica claramente la enseñanza mediante recursos didácticos, donde se reitera una vez más cómo el libro de texto de la ESO es el más empleado tanto para la profesora como para sus estudiantes, y aunque Celeste alude que para ella el uso del libro de texto universitario es prioridad para ver otros ejemplos diferentes al que trae el de la ESO, esto no lo deja reflejar en sus clases, dado que los ejemplos que utiliza son siempre los del Libro 1, de la misma manera emplea los documentales pero en menor grado.

Estas estrategias que implementa Celeste son de tipo tradicional por el contexto en el que ella lo maneja, es decir, que si se implementaran de otra forma podrían llegar a ser estrategias didácticas bastante útiles. Además de ello, teniéndose en cuenta las diferentes UA que se han visto a lo largo de este trabajo, se puede decir que concuerda con lo que afirma Mellado, Blanco y Ruiz (1999), hay una fuerte consistencia entre la concepción que la profesora tiene del aprendizaje y sus concepciones sobre las estrategias de enseñanza, es decir, que Celeste, al creer y tal vez vivenciar que los chicos aprenden siguiendo un tópico tradicionalista, se ciñe a realizar estrategias de este mismo corte.

UA220-I.B2-PE “¿En tu práctica docente los estudiantes utilizan el libro de texto en sus hogares? R/ *sí, claro, ¿en qué tareas? R/ El libro de texto, para realizar las actividades básicas y para estudiar el tema básico, de hecho, el esquema resumen que yo he dejado todo, se la enseño continuamente en clase. Se centra en el libro de texto con la idea de que ellos aprendan a resumir ese texto, lo que quiero es que lean un texto y sean capaces de hacer un resumen, ¿cómo lo hago? Pues haciéndolo en las clases, pero ellos también deben leer el libro de texto para saber de dónde ha salido el resumen* (ver línea 50-53 de Anexo V.3).

Aquí se comprueba que los chicos también emplean el libro de texto como herramienta fundamental para realizar las actividades que la profesora asigna, es entonces cuando nos preguntamos ¿por qué estos chicos no emplean más el internet? Es algo contradictorio dado que son chicos que han crecido en una generación digital que, aunque no tuviesen suficientes recursos, las bibliotecas públicas cuentan con internet. Entonces los estudiantes se dejan guiar por lo que su profesora solicita, quizás pensando que ella es quien dará una nota que los promueva al siguiente grado. Desvelándose el escaso criterio analítico y crítico que ha sido fomentado posiblemente por la amalgama de intervenciones tradicionales a lo largo de la formación académica.

UA221-I.A2-PE “¿Con que frecuencia utilizas en tus clases las imágenes de los libros de texto? a) Frecuentemente (4 puntos) b) Algunas veces (3 puntos) c) Pocas veces (2 puntos) d) Casi nunca (1 punto) R/ *yo diría que a (frecuentemente), pues para mí las imágenes son muy importantes, de hecho en los exámenes se les suelen repetir las imágenes e intento dejar, darle el libro de texto para que lleguen e identifiquen*” (ver línea 54-57 de Anexo V.3).

Las ilustraciones pueden llegar a ser grandes facilitadoras del aprendizaje siempre y cuando sean bien utilizadas, hasta el momento se ha visto que el uso que la profesora les presta a éstas es de mera identificación como ella mismo indica en este fragmento.

UA222-I-A4-PE “Qué tipo de tareas realizas con ellas? R/ *¿Con las imágenes? Sí eeh... a modo de ejemplo o completar algún diagrama o si por ejemplo las partes de... de los ecosistemas les pongo unas redes tróficas, les digo que identifiquen, que les pongo los elementos de la red trófica y ellos tienen que establecer la red a través de la imagen*” (ver línea 60-63 de Anexo V.3).

Este ejercicio planteado por la profesora es completamente tradicionalista, completar diagramas, sin embargo no se pretende desdibujar la estrategia ya que en algún momento del proceso de enseñanza y aprendizaje puede ayudar en algunos aspectos, dado que también implica la realización de numerosas operaciones cognitivas como, por ejemplo, de tipo receptivo, retentivo y creativo, que pueden contribuir a desarrollar paulatinamente estructuras mentales. Claro está que igual esto debe tener un complemento para que se permitan otras operaciones cognitivas de tipo reflexivo como analizar, criticar etc. que conlleven a una estructuración conceptual compleja.

UA223-III.G3-PE “Califica numéricamente la frecuencia de uso de cada tipo de imagen con un valor que va desde cinco (5) para el tipo de imagen más usado hasta uno (1) para el menos usado en el desarrollo de sus clases: R/ *yo le doy un (5) al dibujo figurativo más signos, es el que más uso, porque representa la realidad y los signos te ayudan a entender el concepto, y luego me sigo con la fotografía porque me ayuda (no se entiende) para representar un ejemplo para mí es mucho más valioso una fotografía que un dibujo figurativo y por lo tanto le daría a esto*”... (ver línea 64-71 de Anexo).

Esta UA permite ver la importancia de saber cómo representar pictóricamente lo que se pretende dar a entender, es decir, el grado de iconicidad que debemos saber manejar a la hora de mostrar nuestras representaciones pictóricas a los chicos y a la hora de seleccionar las mismas. Lo relatado por la profesora concuerda con lo que Perales y Jiménez (2002) asienten, dado que es mejor seleccionar ilustraciones que contengan un grado de iconicidad mayor porque son más reales, por lo tanto exigen un menor conocimiento del código simbólico.

Podemos entonces afirmar a grandes rasgos, sin centrarnos en detalles, que la imagen con mayor iconicidad es la fotografía, nivel icónico seleccionado como segunda opción para la profesora, tal vez, ella opta por la del dibujo figurativo más signos como primera opción porque en algunas ocasiones los signos pueden ayudar a mostrar aspectos que no son visibles a la hora de una fotografía e, incluso, hay elementos que no se pueden ver en una fotografía. Entonces, teniéndose en cuenta este razonamiento, se podría decir que, efectivamente, el grado de iconicidad no siempre será mayor en una fotografía; se debe tener en cuenta el contexto y el concepto que se quiera representar, tal vez para entender un concepto es mucho más fácil acercarlo a su realidad desde un dibujo figurativo que desde una fotografía.

UA224-I.A4-PE “¿Con qué frecuencia realizas dibujos en la pizarra para tus clases? a) Frecuentemente (4 puntos), b) Algunas veces (3 puntos), c) Pocas veces (2 puntos), d) Casi nunca (1 punto) R/ *yo creo que algunas, de tres a dos, no sé, yo escribo más que dibujo, pero bueno utilizo el dibujo para explicar unas cosas*” (ver línea 74-79 de Anexo V.3).

Estas declaraciones explícitas concuerdan parcialmente con las acciones vividas dentro del aula de clase, ya que allí se evidencia que son pocas veces las que ella plasma algún dibujo en su pizarra, lo que no implica que tenga que ser la más experta en estas representaciones, dado que al carecerse de esta habilidad para dibujar fallarían los criterios que según Díaz y Hernández (2004) debería tener una buena representación pictórica, es decir, que no habría la suficiente nitidez, claridad ni colorido para que los chicos puedan visualizar una ilustración meramente relevante. Entonces, aquí el punto verdaderamente importante se basa en que la profesora llegue a emplear más este recurso didáctico, y no necesariamente deba ser una construcción propia, ya que las puede extraer de internet, revistas, periódicos, libros o de los propios estudiantes.

UA225-I.A4-PE “¿Realiza previamente un análisis de las ilustraciones que muestras a tus estudiantes en la clase de ciencias? R/ *que si realizo un análisis, yo no, yo explico el concepto y le... una vez que le he contado el proceso o lo que sea, mirad los dibujos, veis cómo y vuelvo a repetir la explicación, entonces eso no es un análisis de la imagen, eso es simplemente que utilizan la imagen para vamos... cómo vas a preguntar de la imagen si saber de qué... hombre cuando no he preparado las clases claro, de hecho las imágenes de..., con la imagen ya estoy (no se entiende) del libro cuando no he preparado esa clase, me entendéis, pero cuando ya las clases me las sé no necesito tanto, no me voy a sentar esta tarde para*

ver la imagen de mañana porque esto ya lo he visto” (ver línea de Anexo V.3).

Esta UA muestra cómo la docente presenta de forma arraigada su enfoque tradicional, puesto que para ella es inconcebible iniciar una clase trabajando directamente con una imagen. Es decir, que para ella primero se debe conocer la teoría y luego ver los ejemplos para llegar a la práctica, al parecer la profesora presenta un desconocimiento sobre el valor didáctico que tienen las imágenes para la enseñanza (González, Vildósola y Gine, 2012), en otras palabras, no alcanza a dimensionar los potenciales descriptivos, críticos y argumentativos que se pueden llegar a presentar cuando se analiza una imagen con los chicos.

En este sentido si atendemos a lo que responde directamente cuando se le pregunta, realmente ella es sincera y dice que no lo hace, solo cuando desconoce el tema, es decir, que cuando tiene conocimientos omite dicho análisis, lo cual es un gran error que suele cometer la mayoría de profesores. Suponen saberlo todo quedándose en una concepción de la ciencia como verdad absoluta, limitando la adquisición de otros conocimientos que quizás les facilite ampliar el CDC para mejorar sus clases.

UA226-I.B1-PE “¿Piensas que las ilustraciones de los libros de texto pueden influir en el aprendizaje de los chicos durante la enseñanza del concepto de ecosistema? R/ *Pues sí, si claro que sí, yo creo que sí, porque además pienso que la memoria visual pues dura mucho más tiempo que me parece que recuerdan la imagen y no recuerdan el concepto, yo creo que sí influye.*” (ver línea 86 y 87 de Anexo V.3).

Esta UA nos habla de la observación de imágenes, y según la profesora, en los chicos puede predominar más una representación pictórica que una lingüística. Al respecto concordamos con Otero (2004) en que las representaciones pictóricas y las lingüísticas de una u otra manera no aseguran un aprendizaje idóneo, en concreto es necesaria una conjugación entre los dos tipos de representación mediados en una cultura.

UA227-III.E7-PE “¿Cómo es el impacto que tú crees que causas en los estudiantes al emplear las ilustraciones de los libros de texto? R/ *pues el impacto es que ellos identifican y se fijan más, en el colorido, que en el tamaño, en algún elemento de la imagen, por ejemplo un tipo de animal raro, que en el concepto que trata de representar y, sobre todo, que a veces el pie de prólogo prácticamente no lo leen, los ejemplos, aparecen eeh fotografías, por ejemplo, de algún animal que ellos nunca han visto, porque*

no es, no es accesible a nuestra realidad, y sin embargo lo están mirando lo están viendo, pero no leen el nombre del animal, no se lo aprenden, eso sí, sí me he dado cuenta que como no califica, ellos están viendo la imagen pero no están entendiendo lo que le quiere decir” (ver línea de Anexo V.3).

Aquí la profesora considera relevante el uso de las imágenes ya que hay aspectos que no están al alcance de los chicos y pueden conocerlos e identificarlos a través de las ilustraciones, que para este caso serían las que vienen en el libro de texto.

Al tiempo está proporcionando información sobre posibles desventajas que ha observado cuando los estudiantes leen una imagen, particularmente éstos suelen centrarse en los aspectos llamativos como el color y elementos que pueden ser distractores del concepto científico que se pretende representar. Esto se relaciona con hallazgos que han encontrado Pérez et al. (1999) y Álzate (1999) sobre algunos elementos impropios en las imágenes.

En este sentido la profesora, aunque visualiza ciertos elementos distractores manifiesta un análisis concreto y carece del análisis abstracto. Ello puede ser porque desconoce diversas funciones que puede desempeñar una imagen y criterios icónicos que ayudarían a ampliar su perspectiva para destacar que el punto clave se refiere a la dificultad de lectura icónica que puede significar en los estudiantes (Otero, 2004). Por eso, de igual manera que se capacita en competencia lectora, es urgente capacitar en competencia icónica.

UA228-I.B1-PE “Entonces, según esto, ¿usted cree que esta imagen del texto sin la explicación como tal tendría un impacto negativo o positivo? R/ *No, hombre negativo no, pero cosas importantes que les ayude a comprender una explicación, no, no se aprende lo mismo, uno mismo... a esas edades si tú coges un libro la imagen te ayuda a comprender, entonces a esas edades con 13 o 14 años los niños son demasiado rápidos, fíjate como estamos viendo esta especie y éste se come al otro y explica un poco, es positivo, no* “(ver línea 92 y 93 de Anexo V.3).

Para ella la imagen que no presenta etiquetas verbales, simplemente es un distractor de la mente, conforme a que no están aprendiendo de qué trata dicha imagen. Sin embargo, tampoco es un obstáculo para el avance de la conceptualización.

En efecto, las etiquetas verbales ayudan a contextualizar y orientar implícita o explícitamente el significado que pretende ser representado, en palabras de Otero (2004) la misma imagen puede ocasionar significados inversos según el

texto que la acompañe. Así que una imagen sin etiquetas verbales puede ser originaría de obstáculos en el aprendizaje.

UA229-I.B1-PE “es decir que si es mayor, una persona de 4º ESO por ejemplo, para ésta la imagen podría hablar por sí sola. R/ *Claro cuando más, más desarrollado sea el individuo la imagen tendrá más significado, es igual que si tú ves un cuadro, para mí que no entiendo de arte, la visualización de un cuadro no puede ser la misma que uno experto en arte, si yo encuentro a un experto porque me explica, aprenderé más de ese cuadro que si me quedo ahí yo sola, es lo mismo si el alumno de 14 años ve una foto, pasa algo pero si alguien le dice fíjate que esto es que esto, entonces la imagen será más valiosa, tendrá más significado para él*” (ver línea 94-97 de Anexo V.3).

Aquí los primeros argumentos de la profesora dejan ver una cosa y luego, al presentarlos analógicamente, dejan ver otra; en cuanto a lo primero es algo bastante ilógico porque una persona puede tener 20 años y otra 10 y al presentarles una imagen puede que la entienda mejor el de 10 años, realmente la edad no tiene que ver, aquí influyen más los conocimientos previos que se tengan de cada disciplina. Respecto a la analogía con el experto admitimos que es una pincelada de los muchos procesos enriquecedores del aprendizaje, que deberían conocer y asumir los docentes, guiar y contextualizar una imagen cuando así la utilicen en sus clases. Proceso que se limita a una reflexión momentánea o efímera porque al contrastar su declaración con las acciones dentro del aula no es evidenciado.

Culminando los resultados del caso de la profesora, se muestra en el Cuadro IV.6 el registro de las 201 UA halladas en las concepciones declaradas de la participante.

I.Conocimiento y concepciones sobre estrategias instruccionales para enseñar y aprender ciencias		
214-I.A6-PE	292-I.A4-PGSE	360-I.B3-PGSE
215-I.A4-PE	293-I.A4-PGSE	361-I.B2-PGSE
216-I.A2-PE	294-I.A4-PGSE	447-I.A4-PGSE
217-I.A4-PE	295-I.A4-PGSE	362-I.B3-PGSE
218-I.A4-PE	296-I.A6-PGSE	363-I.A2-PGSE
219-I.A2-PE	297-I.A6-PGSE	364-I.B2-PGSE
220-I.B2-PE	298-I.A6-PGSE	365-I.A4-PGSE
221-I.A2-PE	299-I.A4-PGSE	366-I.A4-PGSE
	300-I.A3-PGSE	367-I.B3-PGSE

222-I.A4-PE	301-I.A3-PGSE	368-I.A4-PGSE
224-I.A4-PE	303-I.A6-PGSE	369-I.B2-PGSE
225-I.A4-PE	304-I.A6-PGSE	370-I.A4-PGSE
226-I.B1-PE	305-I.A6-PGSE	371-I.B2-PGSE
228-I.B1-PE	306-I.A6-PGSE	373-I.A4-PGSE
229-I.B1-PE	307-I.A3-PGSE	374-I.A4-PGSE
230-I.A2-PE	308-I.A4-PGSE	375-I.A4-PGSE
232-I.A2-POB	309-I.A4-PGSE	377-I.A6-PGSE
234-I.A1-POB	310-I.A6-PGSE	379-I.A4-PGSE
235-I.A2-POB	311-I.A2-PGSE	380-I.B3-PGSE
237-I.A1-POB	312-I.A6-PGSE	382-I.A6-PGSE
239-I.A4-POB	313-I.A6PGSE	383-I.A4-PGSE
241-I.A4-POB	314-I.A6-PGSE	384-I.B2-PGSE
244-I.A4-POB	315-I.A4-PGSE	385-I.A6-PGSE
247-I.A2-PGSE	316-I.A4-PGSE	386-I.B3-PGSE
248-I.A4-PGSE	318-I.A2-PGSE	387-I.A4-PGSE
249-I.A6-PGSE	319-I.A6-PGSE	388-I.B3-PGSE
250-I.A4-PGSE	320-I.A6-PGSE	389-I.B2-PGSE
251-I.A6-PGSE	323-I.A4-PGSE	392-I.A4-PGSE
252-I.A6-PGSE	324-I.A4-PGSE	393-I.A4-PGSE
253-I.A6-PGSE	325-I.A6-PGSE	394-I.A4-PGSE
254-I.A6-PGSE	326-I.B3-PGSE	396-I.A4-PGSE
255-I.A4-PGSE	327-I.A4-PGSE	399-I.A4-PGSE
256-I.A6-PGSE	328-I.A4-PGSE	400-I.A4-PGSE
257-I.A6-PGSE	329-I.A4-PGSE	403-I.A6-PGSE
260-I.A4-PGSE	330-I.A6-PGSE	405-I.A4-PGSE
261-I.A4-PGSE	331-I.A6-PGSE	406-I.A6-PGSE
262-I.A6-PGSE	334-I.A6-PGSE	407-I.A6-PGSE
263-I.A6-PGSE	335-I.A4-PGSE	408-I.A4-PGSE
264-I.A6-PGSE	336-I.A4-PGSE	409-I.B3-PGSE
265-I.A2-PGSE	337-I.B1-PGSE	410-I.A4-PGSE
266-I.A6-PGSE	338-I.B2.PGSE	411-I.B3-PGSE
268-I.A4-PGSE	339-I.A4-PGSE	412-I.B2-PGSE
269-I.B3-PGSE	340-I.A4-PGSE	415-I.A3-PGSE
270-I.A4-PGSE	343-I.A6-PGSE	417-I.A4-PGSE
271-I.A6-PGSE	344-I.A1-PGSE	418-I.A6-PGSE
275-I.A4-PGSE	345-I.A4-PGSE	419-I.A2-PGSE
276-I.A6-PGSE	346-I.B3-PGSE	421-I.A4-PGSE
277-I.A4-PGSE	347-I.A1-PGSE	423-I.A4-PGSE
278-I.A6-PGSE	348-I.A4-PGSE	425-I.A4-PGSE
279-I.A6-PGSE	349-I.A4-PGSE	426-I.A6-PGSE
280-I.A4-PGSE	350-I.A4-PGSE	427-I.A1-PGSE
281-I.A6-PGSE	351-I.B3-PGSE	429-I.B3-PGSE
282-I.B3-PGSE	352-I.A4-PGSE	430-I.A6-PGSE
283-I.A6-PGSE	353-I.A6-PGSE	434-I.A4-PGSE
284-I.A6-PGSE	354-I.A6-PGSE	435-I.A4-PGSE
285-I.A4-PGSE	355-I.A6-PGSE	436-I.A1-PGSE
286-I.A6-PGSE	356-I.A4-PGSE	437-I.A3-PGSE
288-I.A4-PGSE	357-I.A4-PGSE	439-I.A4-PGSE
289-I.A6-PGSE	358-I.B3-PGSE	440-I.A4-PGSE
290-I.A6-PGSE	359-I.A4-PGSE	441-I.B3-PGSE

291-I.A4-PGSE		443-I.A4-PGSE 444-I.A3-PGSE
II.Componentes que hacen parte de la ecología conceptual		
246-II.C2-POB 258-II.C2-PGSE 259-II.C6-PGSE 287-II.C7-PGSE 302-II.D2-PGSE 317-II.C2-PGSE 321-II.C6-PGSE 322-II.C2-PGSE		381-II.D3-PGSE 397-II.D3-PGSE 402-II.D3-PGSE 413-II.C2-PGSE 416-II.D3-PGSE 431-II.C2-PGSE 432-II.C2-PGSE
III.Taxonomía de las imágenes en los libros de texto		
341-III.I2-PGSE 342-III.I3-PGSE		223-III.G3-PE 227-III.E7-PE

Cuadro IV.6. Resumen de los códigos de las UA divididas por ámbito para el caso de la Profesora

IV.2. Resultados y análisis relacional de las imágenes del ecosistema de los Libros de texto 1, 2, 3, 4

La información utilizada en esta sección se corresponde con los datos extraídos de los siguientes instrumentos:

FSD: función de la secuencia didáctica en la que aparecen las ilustraciones del libro de texto.

ET: Análisis de etiquetas verbales

IC: Iconicidad de las ilustraciones.

IM: Análisis de la imagen de ciencia.

PER: Percepción de ecosistemas.

Respecto a lo anterior, se han incluido como anexos las transcripciones literales de las respuestas a los instrumentos mencionados con las distintas unidades de análisis, que surgieron de la categorización con sus respectivos códigos. Estos archivos se han denominado: ANEXO VI.1, ANEXO VI.2, ANEXO VI.3, ANEXO VI.4, ANEXO VI.5, respectivamente.

Recordemos que en el apartado III.4.4 de la Metodología se hacía hincapié en que el análisis central, dentro del apartado de los libros de texto, sería particularmente el del Libro 1 por las razones que ya se conocen, es decir, que la profesora trabaja con éste durante todo el proceso de enseñanza y aprendizaje. Teniéndose en cuenta lo anterior se ve la necesidad de dar a

conocer al lector, aunque no es el objetivo principal de esta investigación, una comparación de las ilustraciones de las cuatro editoriales. Se realiza dicho contraste, dado que es importante conocer un panorama amplio de las ilustraciones que se presentan en todos los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza 2° que aquí se plantean. De esta manera se permite la concatenación de aspectos que puedan ser de utilidad a la hora de llegar al análisis específico del libro de texto que para este estudio cobra un mayor interés por ser el que usa la profesora (Libro 1).

En esta línea se ha recolectado información que merece traerse a la escena, del mismo modo es preciso aclarar que debido a que ahondar en todas las editoriales no es un objetivo primordial de esta investigación, los resultados y análisis se han limitado.

Presentamos a continuación los resultados y el análisis de las UA que fueron encontradas a partir del análisis primario que se tuvo con la categorización, aclarando que las UA no tienen relación directa con el elemento 1, que es el número ordinal empleado para poder determinar la cantidad total de UA que se obtienen, ni con el elemento 1 de las UA identificadas en los casos anteriores (DIANA, CAMILO, LUCIANA, TOMÁS y PROFESORA), por lo tanto en este apartado las UA se inician nuevamente con el número ordinal “1”. Sin embargo, el resto de la codificación sigue completamente los parámetros que se explicaron en el apartado de la metodología.

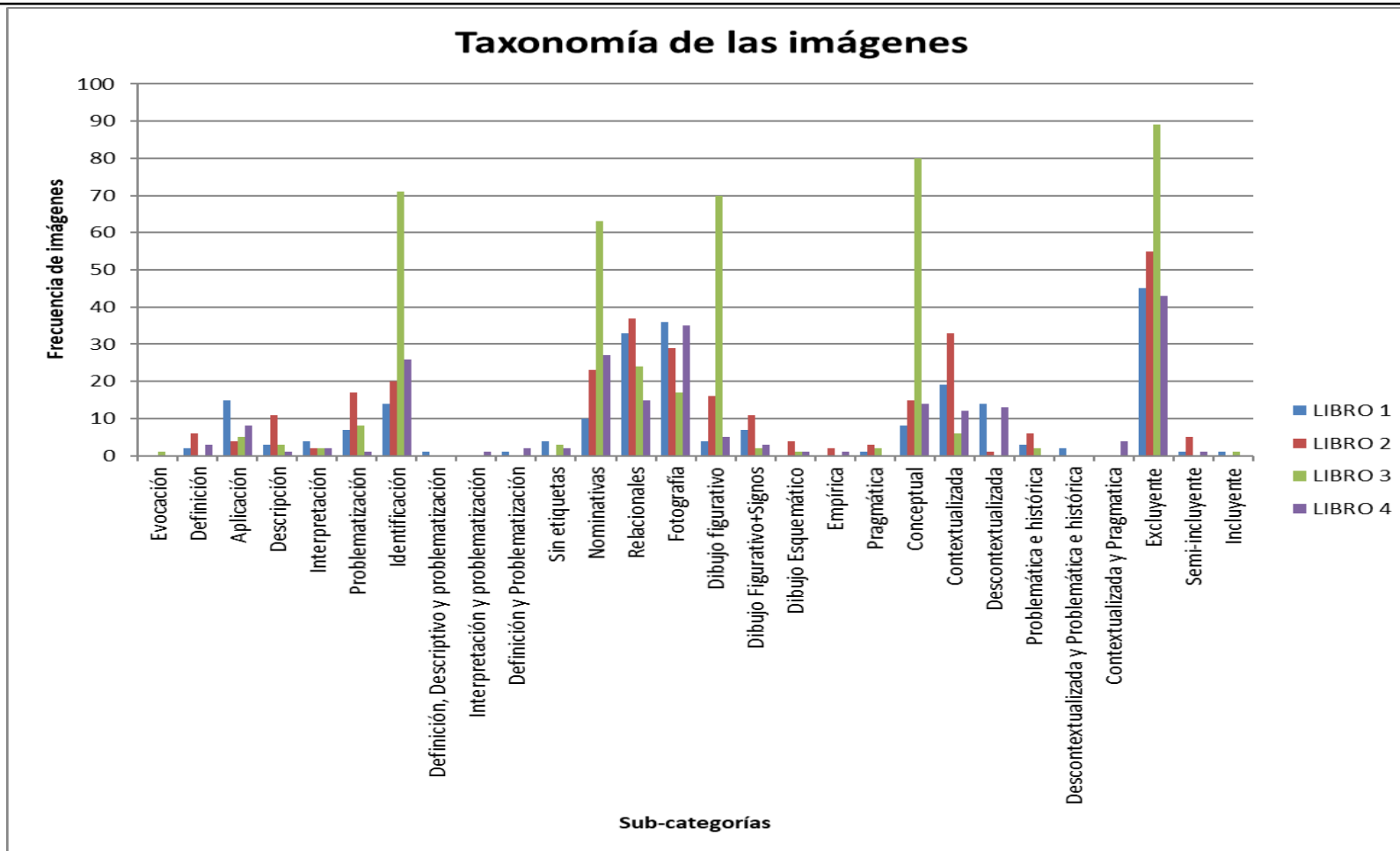
De acuerdo a los resultados arrojados a través de los instrumentos correspondientes para la recolección de datos de las ilustraciones presentes en los libros de texto, se identificaron 1205 UA en total, 235UA en Libro 1, 300UA en Libro 2., 450UA en Libro 3 y 220UA en Libro 4 (ver Anexo VI.1, VI.2, VI.3, VI.4, VI.5).

La Gráfica IV.19 deja al descubierto la frecuencia de las sub-categorías encontradas según el ámbito de la Taxonomía de las imágenes en los libros de texto 1, 2, 3 y 4. Recordemos que *III.E1 evocación*, *III.E2 definición*, *III.E3 aplicación*, *III.E4 descripción*, *III.E5 interpretación*, *III.E6 problematización* y la *III.E7 identificación* pertenecen a la categoría de la función de la secuencia didáctica en la que aparecen las imágenes en los libros de texto.

De igual manera, las sub-categorías nominadas *III.F1 sin etiquetas*, *III.F2 nominal* y *III.F3 relacional*, pertenecen a la categoría de las etiquetas verbales. Las sub-categorías de *III.G1 fotografía*, *III.G2 dibujo figurativo*, *III.G3 dibujo figurativo más signos* y *III.G4 dibujo esquemático*, pertenecen a la categoría de

la iconicidad. Las sub-categorías de: *III.H1 empírico*, *III.H2 pragmático*, *III.H3 conceptual*, *III.H4 contextualizado*, *III.H5 descontextualizado* y *III.H6 problemático e histórico*, pertenecen a la categoría de la imagen de ciencia. Por último, aunque no con menos importancia, están las sub-categorías: *III.I1 excluyente*, *III.I2 semi-incluyente* y *III.I3 incluyente*, que pertenecen a la categoría de la percepción de los ecosistemas. Estas categorías y sub-categorías son detalladas en la Tabla III.4 del capítulo tres.

Así mismo encontramos imágenes caracterizadas con dos o tres sub-categorías de la misma categoría, este es el caso para Libro 1 *III.E2 definición*, *III.E4 descripción* y *III.E6 problematización* (una imagen), *III.H5 descontextualizada* *III.H6 problemática e histórica* (dos imágenes), *III.E2 definición* y *III.E6 problematización* (una imagen). Libro 4 *III.E5 Interpretación* y *III.E6 problematización* (dos imágenes), *III.E2 definición* y *III.E6 problematización* (una imagen), *III.H2 pragmática* y *III.H4 contextualizada* (cuatro imágenes). A pesar de que dicha caracterización se presentó en un número poco representativo de imágenes, consideramos importante manifestarlo y tenerlo en cuenta dentro de nuestro análisis.



Gráfica IV.19. Taxonomía de las imágenes de los Libros 1,2,3,4

En esta gráfica aparecen unos picos que sobresalen y son los del Libro 3, aquí vale la pena aclarar que este libro es el que contiene mayor número de imágenes por lo que se justifica la altura de sus picos. Teniendo en cuenta lo anterior, es necesario mostrar el total de imágenes sobre ecosistema que fueron analizadas para cada uno de los libros aquí presentes (ver Tabla IV.1).

Tabla IV.1. Frecuencia de Imágenes en los libros de texto

Libro	Frecuencia de las imágenes del ecosistema en los libros de texto
1	47
2	60
3	90
4	44

Basándonos en los datos de la Tabla IV.1 podemos aclarar un poco más el panorama que se está analizando de la Gráfica IV.19. En vista de esto se puede decir que por lo mismo que se expuso en el párrafo anterior, el libro que sigue en la lista es el 2, ya que también está punteando en todas las sub-categorías siendo el segundo libro que presenta mayor número de imágenes.

Ante estos resultados surge un sin fin de preguntas, ¿es mejor un libro de texto que tenga grandes cantidades de imágenes?, ¿qué tan beneficioso o perjudicial puede llegar a convertirse esto?, ¿qué intención tienen las editoriales en promocionar iconografía académica?, ¿por qué precisamente el Libro 3, que es uno de los que controla el 60% del Mercado en España según (Parcerisa 1996), es el que representa mayor número de imágenes? Estas son solo algunas de las múltiples cuestiones que a más de un lector le inquietará y eso que aún no se presenta un resultado mucho más sorprendente, y es la proporción de imágenes versus la cantidad de páginas que trataban la temática de los ecosistemas.

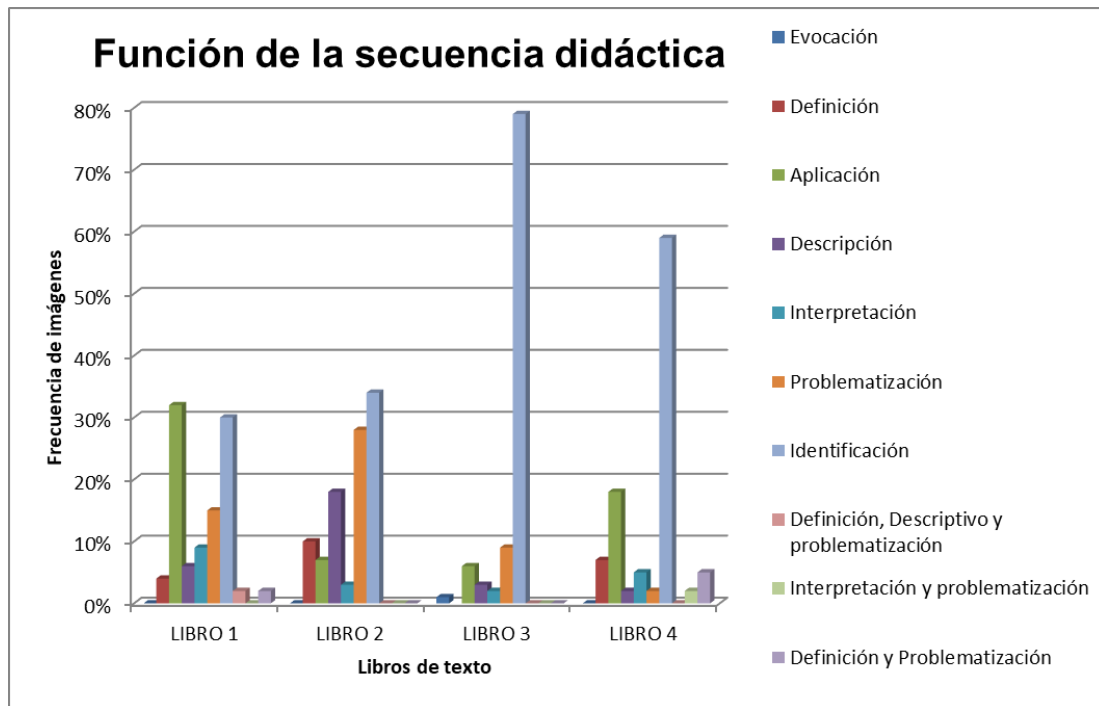
Para dicha proporción se tiene que el Libro 1, con un total de 26 páginas⁵, presenta 47 imágenes que aluden a los ecosistemas, lo que indica un promedio de dos imágenes por página; para el caso del Libro 2, vemos que posee 29 páginas y un total de 60 imágenes, lo que significa que también tiene un promedio de dos imágenes por página; pasando al Libro 4, éste posee 19 páginas y 44 imágenes representadas, lo que nos da también un promedio de dos imágenes por página y finalizamos con el Libro 3, quien desborda completamente el promedio que se ha manejado hasta el momento, pues con un total de 17 páginas presenta 90 imágenes, lo que indica que tiene un promedio de cinco imágenes por página, estos son solo unos promedios porque en algunas páginas se encontraron hasta 17 ilustraciones.

Al parecer estos libros dan por supuesto que las imágenes son altamente motivadoras, es decir, se percibe la suma importancia de que la teoría en la biología debe estar acompañada de imágenes, ya que facilita la comprensión de los contenidos (González, Vildósola y Gine, 2012).

En la Gráfica IV.20 se puede observar la función de la secuencia didáctica en la que aparecen las ilustraciones de los ecosistemas, constatando con claridad que en los cuatro libros la sub-categoría que más predomina es la de identificación, dado que generalmente es la que alude a reconocer un objeto o proceso del fenómeno representado; aquí también cabe mencionar que ello coincide con el papel que la profesora le atribuye a las imágenes, tanto en sus clases como durante la entrevista, y es el de identificación o reconocimiento; así mismo es de suponer que lo mismo ocurre con el equipo editorial encargado de seleccionar, montar y secuenciar cada una de las ilustraciones.

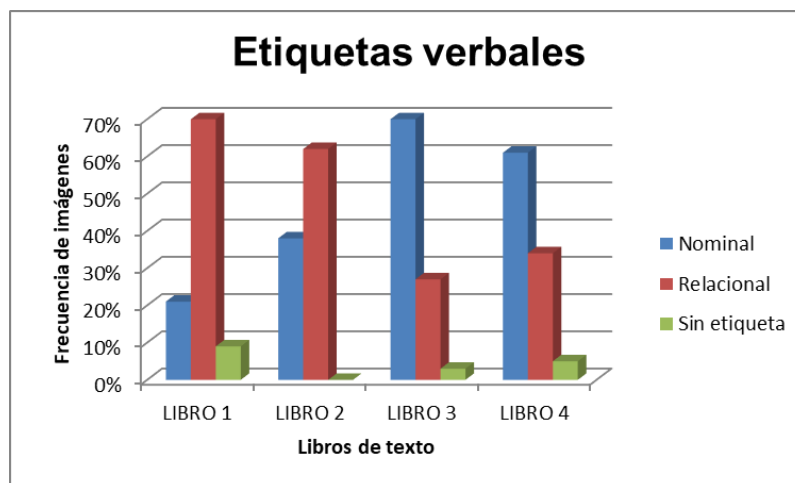
Asimismo, estos resultados concuerdan con los de López-Manjón y Postigo (2016) cuando encuentran que el 50% de las imágenes de las tres editoriales que analizan, que a su vez coinciden con las de nuestro estudio (Libros 2, 3, 4), destacan por su incidencia en identificar estructuras y órganos que para nuestro caso destacamos la identificación de los elementos del ecosistema. Representaciones que pueden encaminar a una conceptualización fragmentada, desvirtuando quizás, las múltiples relaciones que hay entre los elementos de un sistema, reforzando de algún modo la concepción aditiva que presentan los estudiantes sobre el ecosistema.

⁵ El total de páginas se refiere a la cantidad de páginas que trabajan la temática de los ecosistemas



Gráfica IV.20. Función de la secuenciación didáctica en la que aparecen las ilustraciones de los libros de texto 1, 2, 3, 4

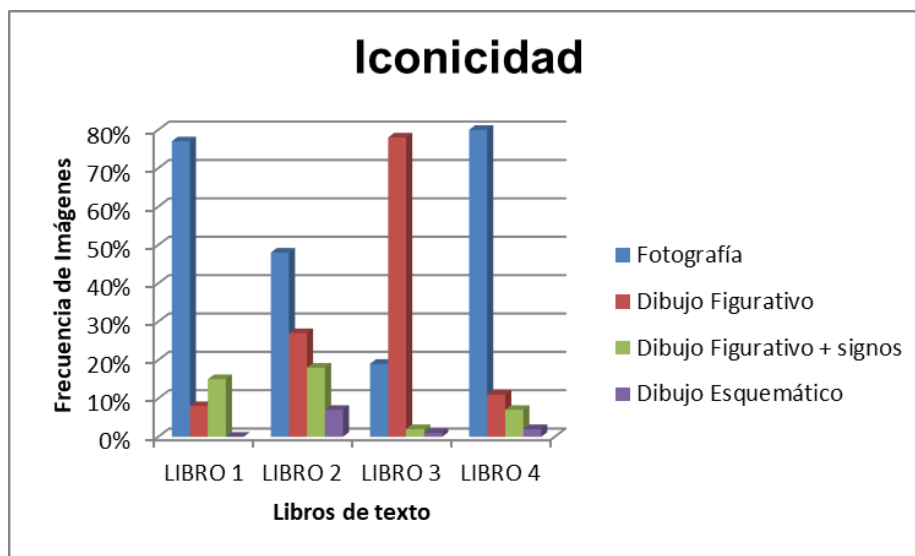
Vemos los resultados presentados en la Gráfica IV.21 que representa las Etiquetas verbales halladas en los libros de texto 1, 2, 3, 4.



Gráfica IV.21. Etiquetas verbales en las ilustraciones de los libros de texto 1, 2, 3, 4

En esta gráfica se observa cómo el Libro 3, en cuanto al análisis por Etiquetas verbales, se lleva el 70% de sus imágenes como nominativas, es decir, que en sus etiquetas había letras o palabras que identificaban algo de la imagen, así como el Libro 4 el 61%. En este sentido están muy equiparadas las editoriales, a pesar de que el Libro 1 y el 2 prefieren dar su mayor porcentaje a las etiquetas de tipo relacional, 70% y 62%, respectivamente. Adicionalmente, en la Gráfica IV.21 se puede ver un gran avance por parte de las editoriales dado al escaso porcentaje de imágenes que se encontraron sin etiquetas, 9%, 0%, 3% y 5%, respectivamente. Así que al parecer están de acuerdo con las sugerencias realizadas en anteriores investigaciones.

Prosiguiendo con estos resultados, la Gráfica IV.22 deja al descubierto la iconicidad de las ilustraciones, recordando que la iconicidad es el grado de mayor similitud entre una imagen y lo que ésta pretenda representar, es decir, que es más realista.



Gráfica IV.22. Iconicidad en las ilustraciones de los libros de texto 1, 2, 3, 4

Entonces la Fotografía, que es la de mayor grado de iconicidad, se presenta en un 77% de las imágenes del Libro 1, en un 48% en las del Libro 2, en un 19% en las del Libro 3 y en un 80% en las del Libro 4. Este último dato concuerda con los resultados de López-Majón y Postigo (2016), al encontrar el Libro 4, objeto

de investigación para estos autores, como la editorial que representa en mayor frecuencia fotografías, al igual que coincidimos con los resultados del Libro 3, representando un 19% de sus imágenes en este mismo nivel de iconicidad.

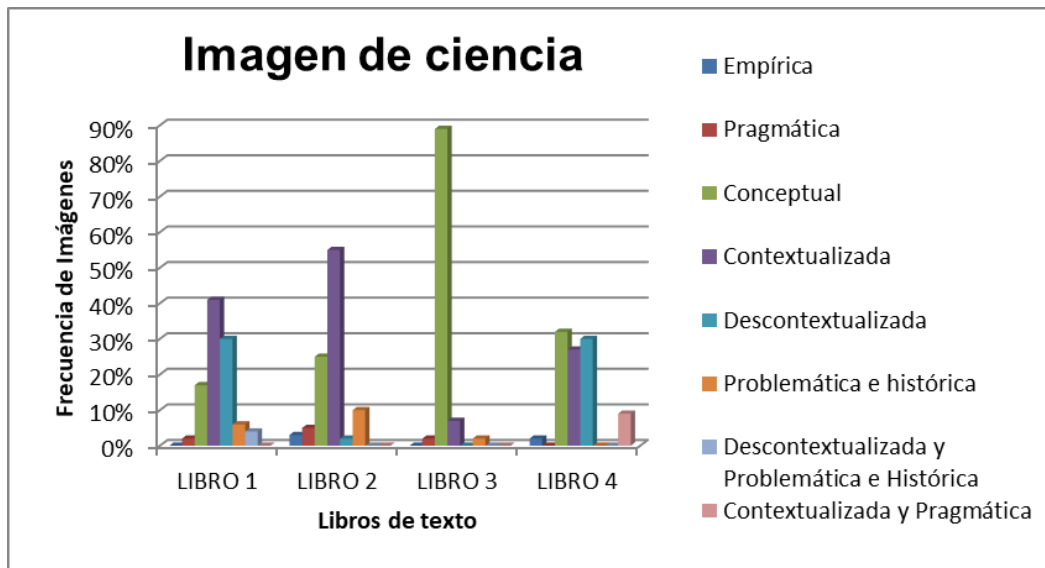
Aunque los libros analizados por estos investigadores solo tengan un año de diferencia en la fecha de publicación en relación a los libros que son objeto de nuestra investigación, se refieren a cursos diferentes.

En conexión con lo anterior, entendemos que hay un continuo patrón referencial en estos materiales curriculares que tiende a repetirse. De ahí que se detalle cómo en la mayoría de los cuatro libros de nuestro estudio, predomina la fotografía como representación para los ecosistemas.

Al respecto, se debe mirar bien el contexto en el que esté la imagen y, a su vez, al objeto o concepto que pretenda representar, dado que hay conceptos demasiado complejos y abstractos e, incluso imperceptibles a nuestros ojos, donde la iconicidad para estos estaría mejor representada por otra sub-categoría diferente a la fotografía.

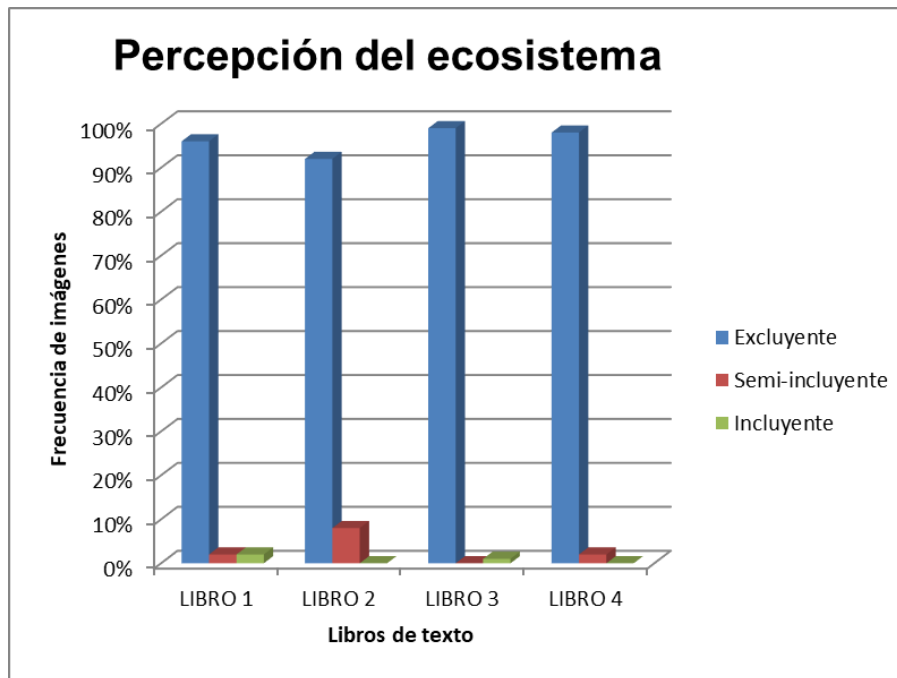
Continuando con este entramado de resultados, observamos que la Gráfica IV.23 revela la imagen de ciencia de las ilustraciones ecosistémicas, donde los libros 1, 2, 4 presentan en mayor medida una imagen de ciencia contextualizada: Libro 1 con un 41%, Libro 2 un 55% y Libro 4 con un 27% y, por el contrario, el Libro 3 representa una menor proporción, el 7%.

Continuándose el análisis, observamos que la imagen de ciencia conceptual está liderada por el Libro 3, con un 89% de imágenes que revelaron los ecosistemas desde una perspectiva netamente conceptual. Por su parte, el Libro 1 desveló un 17%, el Libro 2 un 25%, el Libro 3 un 29%, y el Libro 4 un 32%.



Gráfica IV.23. Imagen de Ciencia en las ilustraciones de los Libros de texto 1, 2, 3, 4

Avanzando este análisis, encontramos en la Gráfica IV.24 evidencias sobre como se suele representar en los libros de texto los ecosistemas en cuanto a la presencia del ser humano en cada uno de éstos. Así se observa una completa exclusión del ser humano en las representaciones icónicas e, incluso, en las representaciones lingüísticas, es por esto que los cuatro libros de texto presentan mayoritariamente, la sub-categoría Excluyente, permitiendo ver que el 96% de las imágenes excluyentes pertenecen al Libro 1, el 92% al Libro 2, el 99% al Libro 3 y el 98% al Libro 4.



Gráfica IV.24. Percepción del ecosistema en las imágenes de los Libros1, 2, 3, 4

Estos resultados dan que pensar, porque desde hace muchos años atrás tenemos definiciones como:

“los ecosistemas son conjuntos delimitados de vida vegetal y animal, junto con su entorno efectivo, entonces todo ecosistema bien aprovechado contiene al hombre y a los cultivos hechos por él como el animal y la flora dominantes” (Brookfield, 1982, p.415).

Entonces, ¿por qué se suele excluir en su mayor parte al ser humano dentro de las imágenes que traen los libros de texto? Porque habiendo hoy día tantos debates a nivel internacional de cómo el hombre ha venido alterando los ecosistemas desde un punto de vista coste-beneficio, ya que, aunque se hallan obtenido logros a nivel tecnológico y de la salud, han sido bajo un coste cuyas auténticas consecuencias apenas se barruntan y que, incluso, para muchos aún no sea lo suficientemente perceptible. Entonces, ¿por qué teniéndose conocimiento sobre estas situaciones, se está omitiendo al hombre de la dinámica diacrónica existente?

Además de lo anterior, estos resultados muestran así mismo que los libros de texto que aquí estudiamos dejan un bajo porcentaje de sus imágenes como semi-incluyente, es decir, donde aluden en alguna parte de la imagen, etiqueta o texto, sobre el ser humano, reconociéndolo como ser vivo que puede intervenir en el ecosistema desde un punto favorable o catastrófico.

En concreto, el termino catastrófico referido en el anterior párrafo se ha evidenciado durante congresos, charlas entre círculos de docentes, charlas de pasillos, en distintos medios de comunicación y en investigaciones como las de García (2003), que asienten al ser humano dentro de un ecosistema solo para visualizar los grandes desastres que ha realizado y que siguen perpetuándose. Sin pretender desmentir esto, el hecho de que en un ecosistema convivan seres vivos y no vivos es algo que implica en cierta medida algún caos. Sin embargo, esa visión catastrófica empaña la comprensión del concepto complejo del ecosistema. Lo anterior se evidencia por ejemplo en la siguiente afirmación:

“la acción humana rompe los ciclos de la naturaleza como si la circulación de materiales y el flujo de energía en el planeta dependiera de los seres humanos, en vez de depender del sol” (García, op.cit. p.98).

Es así que no se debería estar señalando al hombre como si fuera el único causante de los diferentes desastres ecológicos, porque puede desencadenar una serie de obstáculos en el aprendizaje de los ecosistemas. Por ello se ha de resaltar la importancia de que desde las charlas de calle, investigaciones científicas y libros de texto de ESO se incluya y resalte el ser humano por sus grandes aportes y ayudas que ha permeado a lo largo de la historia dentro de un ecosistema. De esta manera, incorporar al ser humano como parte de éste, es un proceso que posiblemente favorezca e incremente el sentido de pertenencia en los estudiantes, activando y dinamizando la conciencia ecológica que debemos tener por nuestro planeta.

Esclareciendo los resultados y los criterios por los cuales fueron seleccionadas las imágenes dentro la categoría perspectiva ecosistémica, es necesario informar que la nominación para las imágenes dentro de la sub-categoría semi-incluyente se refería a las ilustraciones que presentaban el hombre simplemente en uno de sus pasajes, es decir, que no era indispensable la presencia del hombre en ambas representaciones, lingüística y pictórica. Ello simplemente es un criterio básico para realizar la taxonomía de las ilustraciones, sin pretender decir que sea lo adecuado, ya que teniéndose en cuenta los aspectos teóricos revisados y los prácticos que se han vivido a lo largo de la profesión docente,

creemos que la conjugación idónea en este aspecto es que la representación icónica y la lingüística plasmen al hombre como un ser social que interactúa dinámicamente en su entorno, entendiéndose entorno como los diferentes ecosistemas en los que pueda localizarse.

A continuación se presentan algunas de las imágenes halladas en los libros de texto aquí estudiados (ver Figuras IV.2, IV.3, IV.4). Se utiliza sobre la imagen la superposición de cuadros de texto con las sub-categorías más explícitas y en la parte inferior se aclaran brevemente las sub-categorías implícitas, a modo de ejemplificar el proceso de análisis que se llevó a cabo.

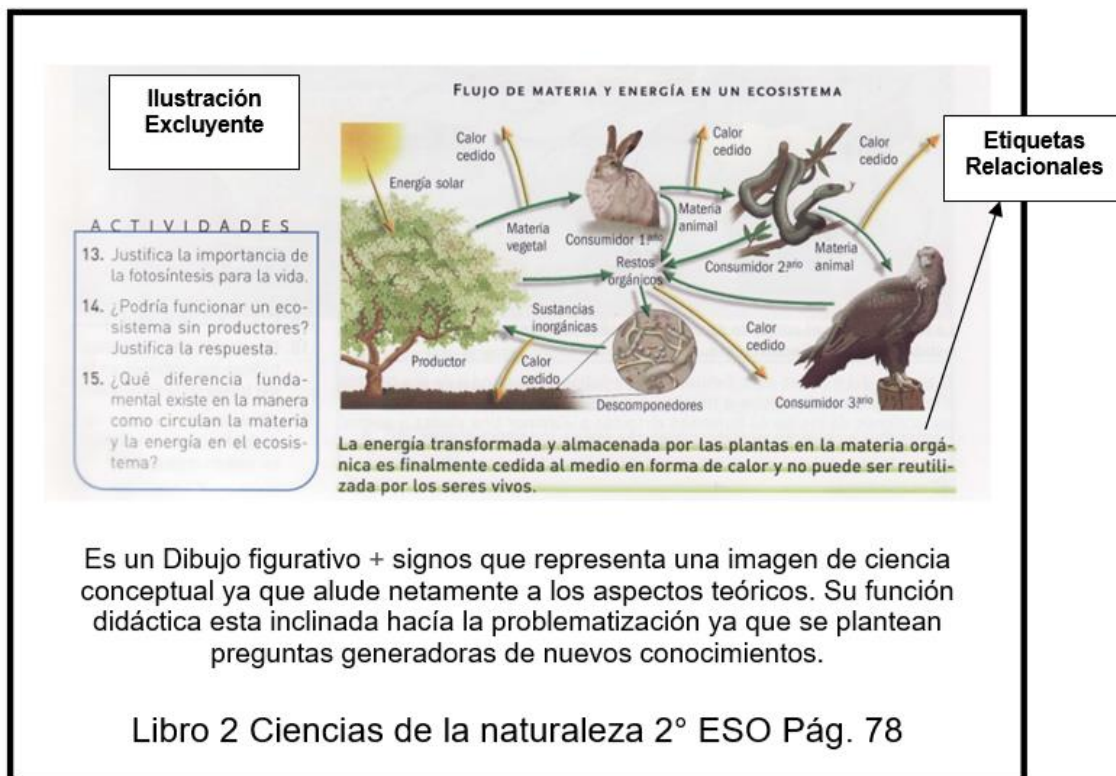


Figura IV.2. Ejemplo de una imagen del libro de texto 2

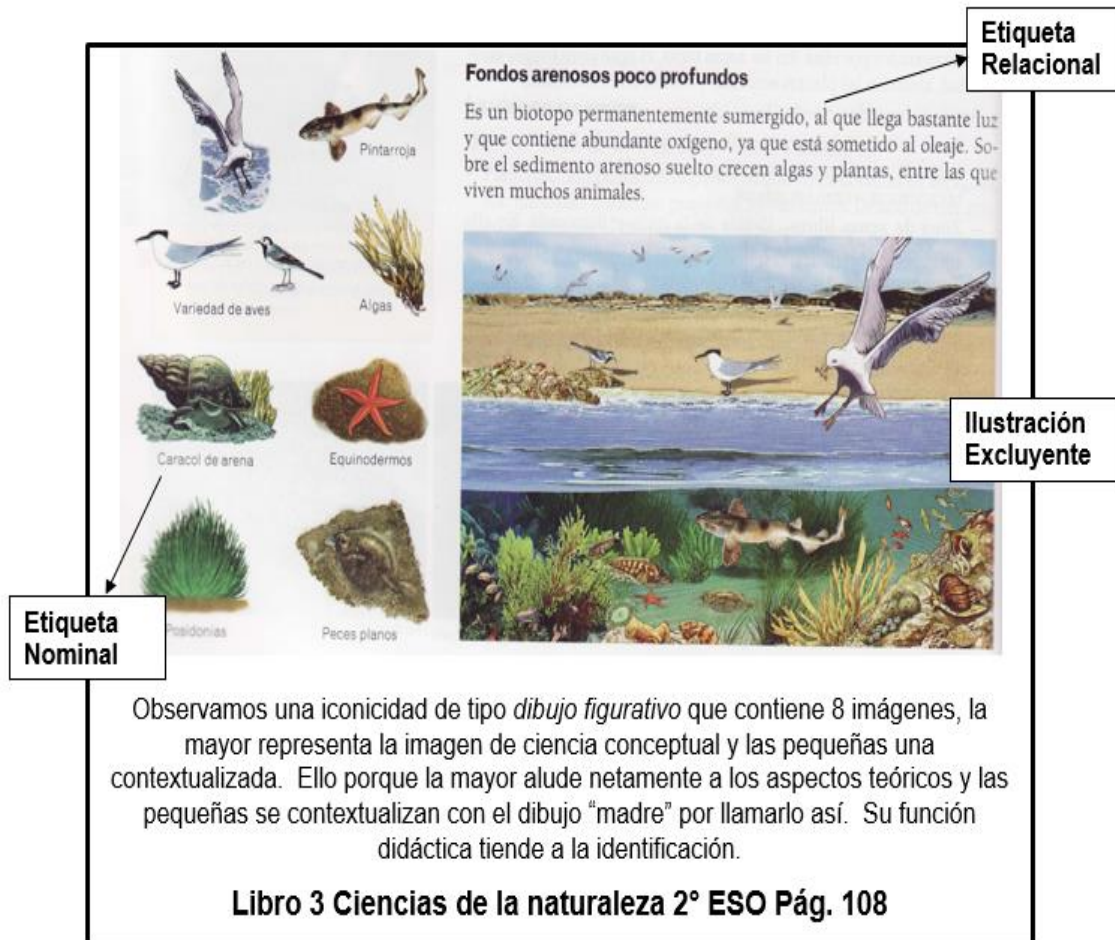


Figura IV.3. Ejemplo de una imagen del libro de texto 3

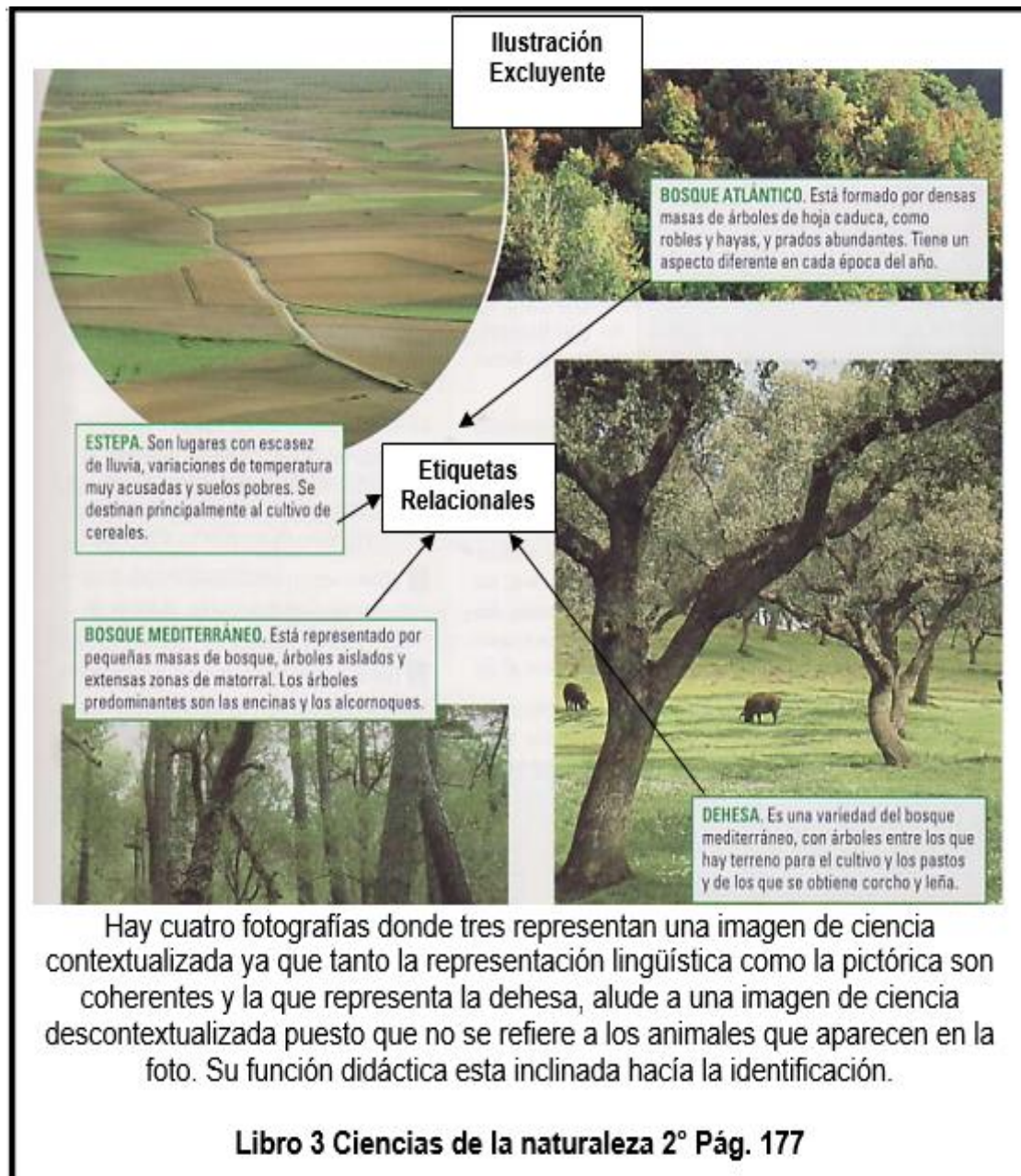


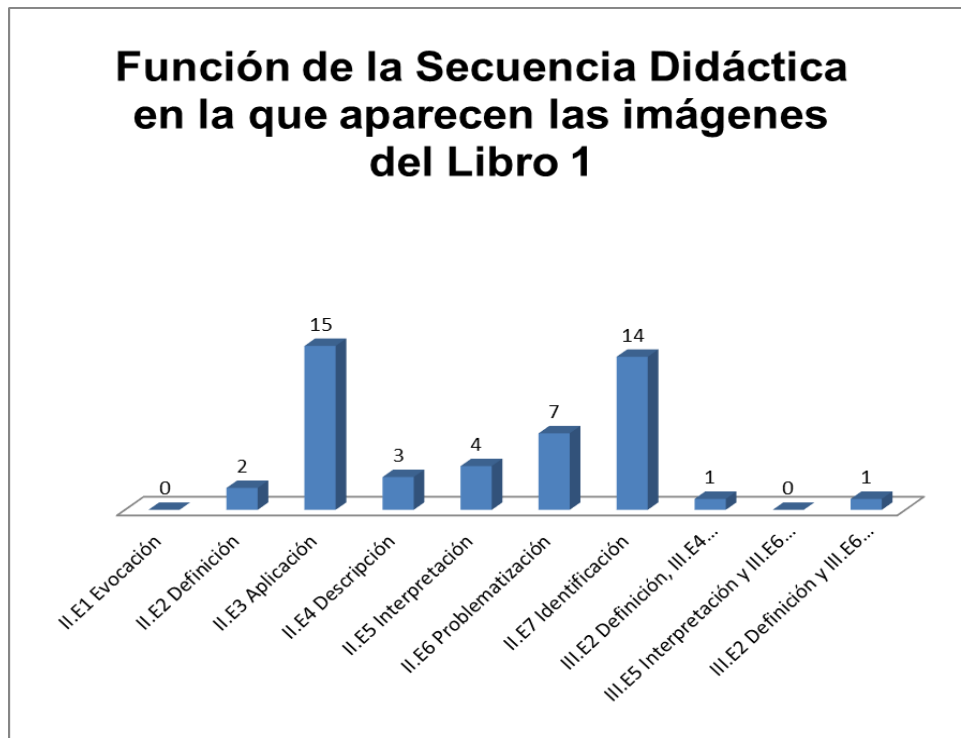
Figura IV.4. Ejemplo de una imagen del Libro 3.

IV.3. Resultados y análisis particular de las imágenes del ecosistema del libro de texto empleado (durante la clase objeto de estudio (Libro 1))

En este apartado se esclarecen algunas de las UA más representativas que se hallaron en el Libro 1.

Entendiéndose que la función de la secuencia didáctica es una serie de enunciados, elementos, referencias, problemas, etc. que son propuestos por los autores de forma explícita o tácita, guardando un orden secuencial que tiene la intención de hacer posible el aprendizaje (Perales y Jiménez, 2002), las diversas sub-categorías que surgen promueven una continuidad didáctica según la intención que se quiera proporcionar al lector. Un factor importante, por ejemplo, es la posición u orden que se adjudique a la ilustración, en otras palabras, si la imagen se ubica antes anticipa información y motiva la lectura, si su ubicación es posterior al texto se pretende transferir conocimientos a la imagen o también puede reforzar conocimientos que se han expuesto lingüísticamente (Casablanca, 2001).

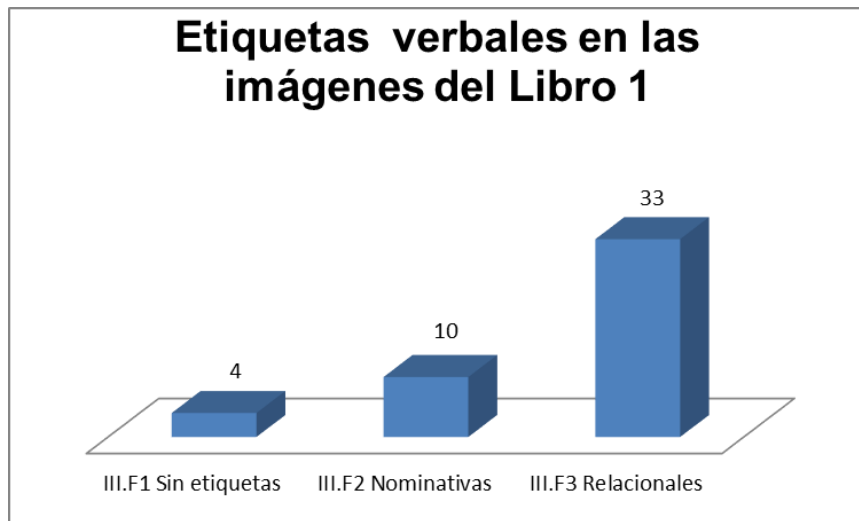
Los resultados que arroja la Gráfica IV.25 muestran notoriamente la dominancia de dos tipos de Función de la secuencia didáctica, *la identificación y la aplicación*, caso que concuerda con los resultados obtenidos en la investigación de Perales y Jiménez (2002), específicamente con el resultado dominante en la aplicación. Por tanto, de 44 imágenes que presenta el Libro 1 para la temática de los ecosistemas, se tiene que 15 poseen una intención de aplicación, es decir, que extiende la explicación de una definición hacia unas ejemplificaciones. Mientras que por el otro lado se presentan 14 imágenes con intención de identificación que, en otras palabras, se podría distinguir porque son pasajes que aluden a reconocer un proceso u objeto.



Gráfica IV.25. Función de la secuencia didáctica en la que aparecen las imágenes del Libro 1

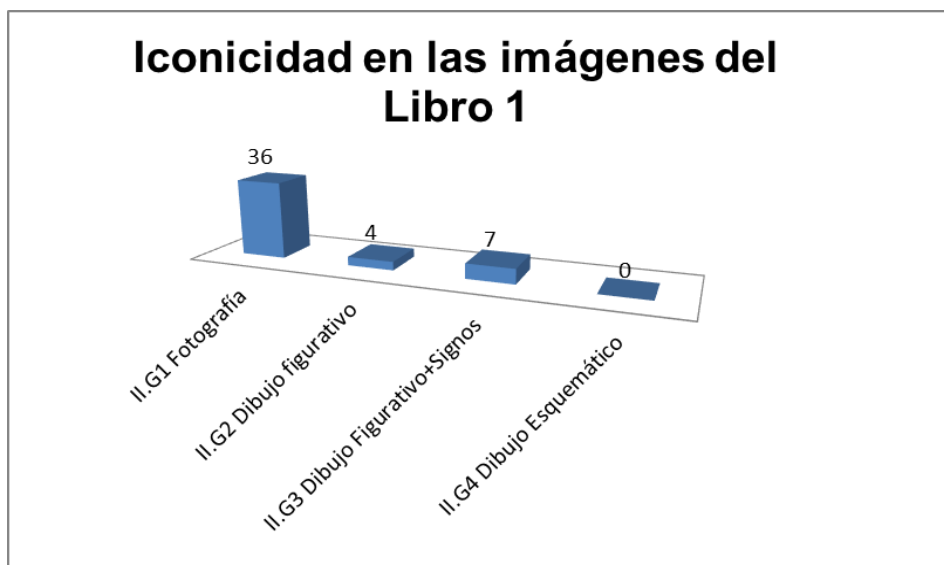
Pasando a los resultados de las Etiquetas verbales, vemos cómo de 47 imágenes, solo cuatro no presentan etiquetas, 10 son de tipo Nominativas y 33 de tipo relacional (ver Gráfica. IV.26).

Notablemente es un gran progreso el ver que las ilustraciones están siendo rotuladas o etiquetadas, sin embargo, al mirar este dato por separado o fragmentado no resulta realmente muy fiable, dado que las imágenes pueden haber presentado una evolución en su presentación al representarlas de manera rotulada, pero ¿qué tan buenos son esos rótulos?, ¿realmente están aportando algo o, por el contrario, pueden prestarse a proporcionar algún obstáculo al lector? Inquietudes que esperamos aclarar en el apartado de las discusiones.



Gráfica IV.26. Etiquetas verbales de las ilustraciones del Libro 1

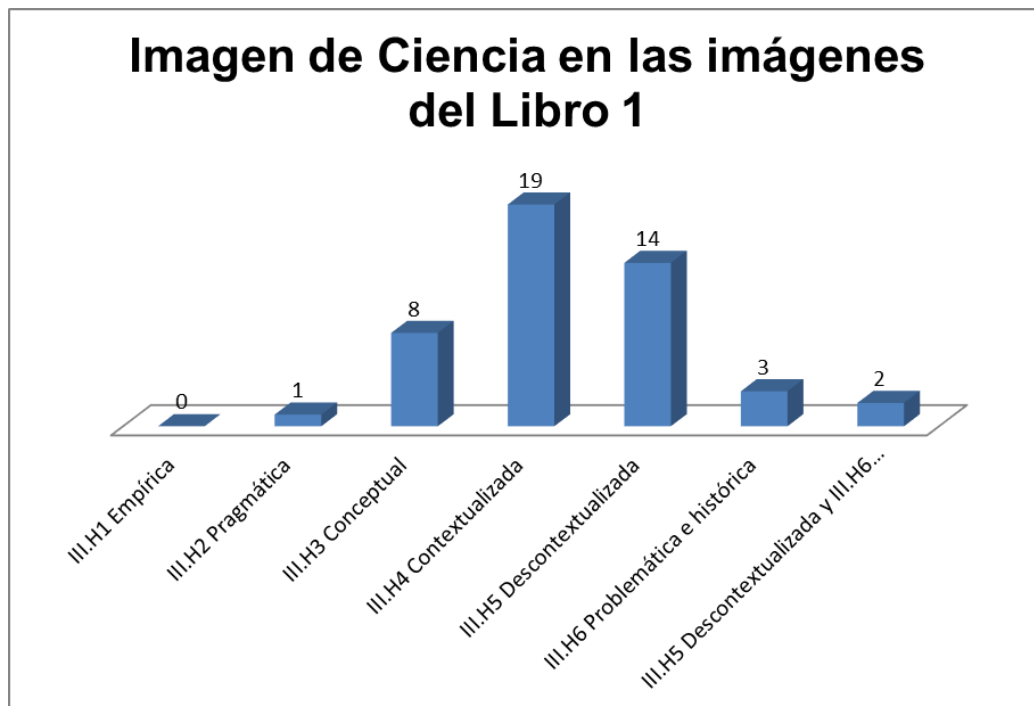
Llegando a los resultados de la iconicidad que puedan tener las imágenes del Libro 1, se puede observar en la Gráfica IV.27 que es altamente representativo el uso de la fotografía, dado que de 47 ilustraciones, 36 son fotos, pretendiendo con esto, quizás, intentar acercar los conceptos al lector de la forma más real posible.



Gráfica IV.27. Iconicidad de las imágenes del Libro 1.

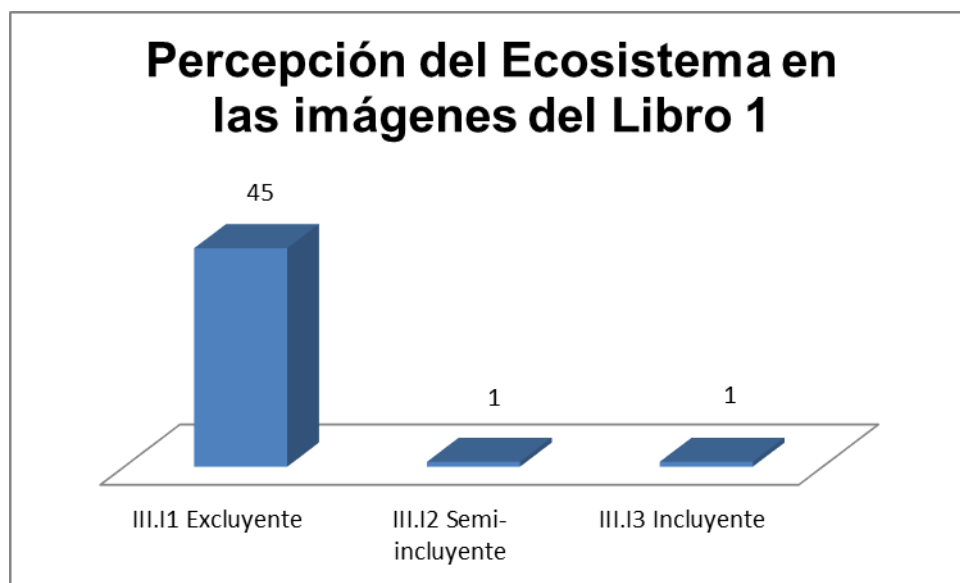
Los resultados dejan al descubierto que para el Libro 1 las ilustraciones representan fuertemente una imagen de ciencia contextualizada, ya que, de 47 imágenes, 19 acogen esta sub-categoría, es decir, el 41%, pero a la vez se presenta un contraste, dado que 14 imágenes están representando una imagen de ciencia descontextualizada, esto es, el 30% (ver Gráfica IV.28), entendiéndose imagen de ciencia descontextualizada como la omisión de elementos en la representación pictórica que proporciona la etiqueta verbal.

Estos resultados concuerdan con los encontrados en investigaciones de Silva-Arias y Jiménez-Pérez (2010), ya que el 37.5% de la muestra presentaba una imagen de ciencia descontextualizada y el 62.5% una contextualizada. Lo anterior indica, independientemente de los porcentajes encontrados, que afortunadamente las representaciones pictóricas se están contextualizando con las representaciones lingüísticas, sin embargo, aún hay un porcentaje alto que no aplica esta premisa y, por tanto, nos lleva a seguir y continuar reevaluando el trabajo de autores e ilustradores de los libros de texto.



Gráfica IV.28. Imagen de ciencia en las imágenes del Libro 1.

Hemos llegado a los resultados de la percepción del ser humano que representan los ecosistemas en las imágenes de los libros. Notablemente hay una exclusión casi total del ser humano en los ecosistemas, ya que de 47 imágenes, 45 no lo referencian, una lo incluye y la otra lo semi-incluye (ver Gráfica IV.29), se habla de semi-inclusión dado que el hombre solo se referencia en la etiqueta de una ilustración y no aparece representado en el dibujo, además de esto, aquí la alusión es de tipo peyorativo dado que se le adjudica la causa de la desaparición de herbívoros (ver línea 944 de Anexo V.5).



Gráfica IV.29. Percepción del ecosistema en las imágenes del Libro 1

Este aspecto de la escasa o casi nula inclusión del hombre en las imágenes de los ecosistemas es realmente preocupante, ya que el ser humano es un ser vivo importante como cualquier otro de los elementos bióticos del ecosistema.

Creemos que tal vez pueda haber otros intereses tácitos como, por ejemplo, de tipo socio-económico que no permitan realizar la mayor representación del hombre. Siguiendo esta línea hemos encontrado investigaciones que confirman los resultados aquí hallados, ya que el principal problema de cómo incorporar al hombre en el ecosistema, más que resolverse se ha evitado y soslayado (Brookfiel, 1982).

Lo anteriormente comentado supone un panorama desolador para la enseñanza y aprendizaje de los ecosistemas, porque se continúa promoviendo una

perspectiva fragmentada. Así que, si aún hay docentes de los institutos que sustenten en su discurso que el hombre es parte del ecosistema, continúa evidenciándose una bifurcación, porque según estos resultados no se está viendo representada dicha perspectiva en libro de texto que según estudios como los de Cuéllar, Pérez y Quintanilla (2005) es la herramienta pedagógica-didáctica más empleada como modelo curricular por los docentes.

Tal evidencia no solo se ve reflejada en los libros de texto de la ESO, sino que es algo que posee precedentes lejanos y es percibido en diferentes campos. Por ejemplo, el programa Hombre y Biosfera de la Unesco se interesa en su mayor medida por investigaciones que abarcan fenómenos naturales e impacto humano, es decir, que tal vez sí se incluya el hombre, pero ¿desde qué perspectiva? En términos quizás como el depredador más grande que tengan los ecosistemas. Según Whyte (1981) citado en Brookfiel (1982) menos del 5% de los 884 proyectos catalogados por el sistema de información del MAB llegan a ser en alguna medida interdisciplinarios, donde se trabajan las ciencias naturales con las sociales.

En esta misma medida en estudios más recientes se logra detectar esta misma disyuntiva, aunque ya suele presentarse con un grado de mayor sutileza, esto se puede ver en el proyecto de evaluación de ecosistemas del milenio de España que inició en el 2008 y cuyos resultados fueron presentados en 2011 por la Secretaría de Estado de cambio climático. En dichos resultados, uno de ellos apuntaba al hombre, ya que informa que el crecimiento de la población urbana estaba causando la disminución de los servicios de regulación al igual que los servicios culturales asociados al medio rural (Ribera y Sanz, 2011). Por tanto, esa idea desdibujada que se ha venido mostrando del hombre en contra de los ecosistemas aún permanece presente, lo que no le exonera de responsabilidad, sin embargo dicha idea debería de tener una línea provechosa y productiva.

En relación a lo anterior se encontró un aspecto importante con el que se concuerda totalmente con dicha investigación, ya que según Ribera y Sanz (op.cit) la crisis actual de la economía establece una “ventana de oportunidad” que facilitaría el cambio en el modelo de desarrollo para iniciar una verdadera transición hacia la sostenibilidad, pero para poder lograr esto es indispensable luchar contra la “amnesia ecológica”, dado que es la que crea el olvido de que somos parte de los sistemas ecológicos. ¿Y por qué será que se nos olvida? Realmente es tan difícil pretender dar alguna respuesta a esta pregunta que lo que ocurre es que como se han venido reforzando estas ideas desde tiempos

atrás en medios de comunicación y desde la formación académica que hemos recibido, no solo por nuestros maestros sino por los libros de texto que tenemos a nuestro alcance, tal y como se ha podido comprobar en este estudio, es por esto que la “amnesia ecológica” nos llega de forma insistente y ¿qué mejor forma de combatirla? Esto es, mediante la educación.

Es por esto que esta investigación, a raíz de los diversos resultados que se han obtenido, considera relevante presentar a la escuela una nueva perspectiva para enseñar y aprender los ecosistemas, donde estos sean promovidos como concepto articulador entre hombre y naturaleza, permitiendo de esta manera que el hombre sea protagonista de las relaciones dinámicas.

En esta línea consideramos importante tener en cuenta la perspectiva de los servicios ecosistémicos que ha tenido una acogida favorable a nivel mundial incluso en documentos oficiales (Rodríguez-Loinaz, Palacios-Agundez y Onaindi (2017), pero que al parecer requiere una mayor divulgación científica hacía el profesorado porque investigaciones como las de Rodríguez-Loinaz et al (op.cit) encontraron que expertos encargados en capacitar a los profesores de los institutos sobre temáticas ambientales, desconocían el concepto de los servicios ecosistémicos.

Respecto al foco anterior, realizamos un análisis detallado para hacer viable el acercamiento conceptual en los estudiantes, de manera que ellos puedan sensibilizarse y obtener consciencia de los efectos que ocasionan sus actitudes y comportamientos en un ecosistema y en su calidad de vida. Es así como, consideramos que esta perspectiva de los servicios ecosistémicos debe ser representada con cautela porque podría tener efectos contrarios de los esperados, aquí concordamos con Menzel y Bögeholz (2009) ya que un posible obstáculo es la tendencia marcada a valorar la conservación de la biodiversidad simplemente desde el suministro de bienes y servicios, situación que puede inducir a una egolatría antropocéntrica.

En este sentido, creemos que los docentes deben manejar un discurso amplio que integre lo social y lo ecológico, dando importancia al ser humano en su medio natural y local sin caer en un antropocentrismo, mostrando cómo ha transcurrido la historia ecosistémica, en qué caminos andaba el hombre y por qué caminos está hoy día y, a su vez, por dónde se espera que siga caminando. Así, como dice Oswal (2007) citado en Durante (2000. p.49) *"la cultura se aprende de los parientes y otros miembros de la comunidad, así como de varias formas materiales como los libros y programas de televisión"*.

En relación con lo anterior, se espera que las editoriales sean conscientes de las distintas investigaciones que surgen sobre los libros de texto, donde creemos importante que el hombre esté inmerso en la temática de los ecosistemas desde múltiples dinámicas entre los factores abióticos y bióticos, coexistiendo en medio de una cultura social y ambiental sin dominancias mutuas y sin que se limite o anule el uno al otro. Es entonces como esta perspectiva lleva a un sostenimiento equilibrado de todos los seres inertes y vivos inmersos dentro de un ecosistema.

En mira de esos sueños plasmados en unas simples pero nutridas palabras se ha encontrado que las investigaciones que son concebidas exclusivamente con un marco desde las ciencias físicas y naturales, pueden presentar un gran impacto humano que podría compararse con la forma de una caja negra, ya que los procesos allí son desconocidos y si, por el contrario, solo se concibe exclusivamente desde un marco de las ciencias sociales puede causar un impacto ambiental (Brookfield, 1982). Por tanto es evidente cómo resulta necesaria esa relación complementaria que existe por naturaleza propia, pero a raíz de diversos intereses políticos, sociales y ambientales, no es posible apreciarse esto, empezando por los currículos abordados en los institutos ya que existe una división entre las ciencias sociales y las ciencias experimentales, donde son pocos los docentes que logran articular proyectos.

Dejando entre abierta una discusión al respecto, se prosigue mostrando algunas imágenes del Libro 1 donde parece pertinente señalar justo la única ilustración de este texto que incluye al hombre (ver Figura IV.5). Dicha imagen ayudaría a trabajar muchos aspectos culturales sobre los musulmanes que limitan con España, población de inmigrantes con un número considerable que habita allí.

En dicha imagen revelamos que hay una perspectiva de ciencia contextualizada porque lo pictórico se relaciona con lo lingüístico, además de porque se trata de un ecosistema lindante con Andalucía. A su vez creemos importante la identidad local y pensamos que esta imagen podría haberse sustituido por otro ecosistema autóctono de Andalucía con especies nativas, resultados que concuerdan con los estudios de Bermúdez et al. (2014).

Asimismo, encontramos que la secuencia de la función didáctica tiene una tendencia a la Problematicación, dado que la imagen está acompañada de preguntas que incitan a los estudiantes a poner a prueba sus ideas y a interesarlos por el tema. Adicionalmente la posición de la imagen está al inicio de la temática, por tanto pretende indagar saberes, estrategia que es primordial dentro del enfoque del cambio conceptual y que también ha sido reconocida e

integrada en los currículos tradicionales (Pozo y Gómez, 2013). Sin embargo, la indagación de concepciones alternativas no es una estrategia reflejada en la clase objeto de esta investigación, que se ha caracterizado según los resultados por un enfoque tradicional.

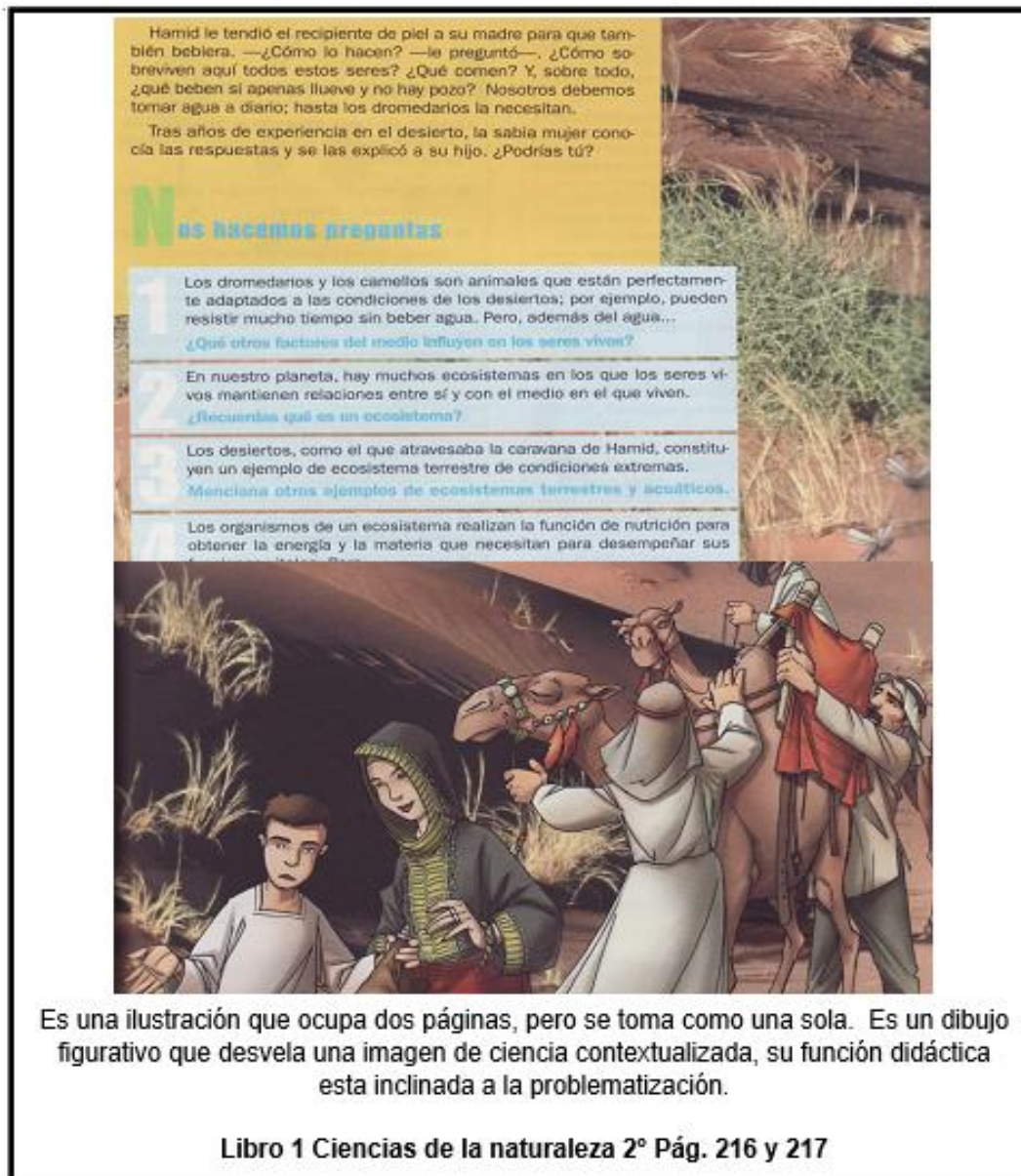


Figura IV.5. Ejemplo de imagen presente en el Libro 1

Respecto a la Figura IV.6, encontramos que a simple vista la imagen tiene etiquetas de tipo relacional dado que está acompañada de un texto amplio. Sin

embargo aquí destacamos la importancia de particularizar con sentido una imagen, realizando un análisis crítico y reflexivo. En relación a lo anterior nos centramos en los pasajes textuales y logramos observar cómo los animales proporcionados para ejemplificar las relaciones interespecíficas no se encuentran representados en la fotografía, por ello la imagen fue caracterizada como etiqueta nominal. Estos aspectos en principio pueden parecer simples y muchas personas pensar que el profesorado detectaría fácilmente la incoherencia entre la etiqueta y la imagen, sin embargo, los resultados de esta investigación revelaron que la profesora no se dio por enterada. Es así como vemos urgente que los docentes se sumerjan en la cultura de la alfabetización visual situación que despertaría en principio curiosidad para ver, leer e interpretar con otra lente la imagen.

De igual forma consideramos importante que la profesora se conciencie en integrar en la práctica de aula una reflexión sobre su acción. Ello porque quizás le ayude a tener mayor dominio didáctico en las estrategias de enseñanza para los ecosistemas (componente del CDC-Ec) impregnando positivamente todo el dominio de su CDC, que según Vázquez-Bernal et al. (2012) funciona como puente entre el dominio científico y el escolar para secuenciar actividades flexibles y divergentes de acuerdo al contexto.

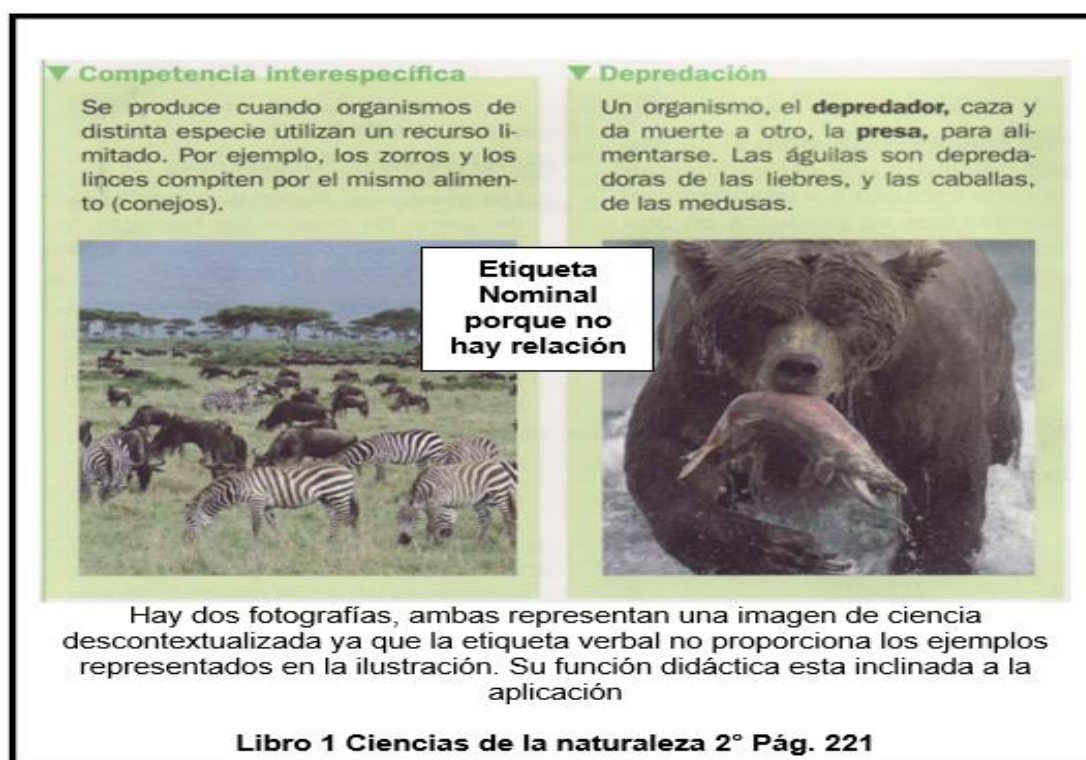


Figura IV.6. Ejemplo de ilustración presente en el Libro 1

Otro aspecto importante de las anteriores figuras es la relación que se percibe entre una categoría y otra, por ejemplo la iconicidad de la imagen como dependiente de la función de la secuencia didáctica. Para el caso de la Figura IV.5 hallamos una función de la secuencia didáctica de *III.E6 problematización* y consideramos que es una función que puede ser empleada con cualquier nivel de *III.G iconicidad*, ello si tenemos en cuenta que su finalidad es incitar a los alumnos a poner a prueba sus ideas. Pero ampliando el análisis, la *III.E6 problematización* puede tener una asertividad mayor al implementarla con iconicidades *III.G4 esquemáticas*, ello si entendemos que la problematización, aparte de la finalidad referida, plantea interrogantes no retóricos que no pueden resolverse con los conceptos ya definidos. En concreto hablamos de una gráfica que es una esquematización sin similitud con elementos reales, donde el sustrato principal es derivado de las relaciones donde su interpretación no es explícita necesariamente con los conceptos ya definidos porque se contextualiza en casos aplicativos. Ello hace viable promover la relación *III.E6 / III.G4* en la finalización de contenidos porque los estudiantes ya hayan desarrollado

capacidades, habilidades y actitudes que le favorecen la resolución de los planteamientos aludidos.

CAPÍTULO V . DISCUSIÓN DE RESULTADOS



Contenido general del capítulo V.

- V.1. Discusión de las concepciones y evolución de Diana según los ámbitos
- V.2. Discusión de las concepciones y evolución de Tomás según los ámbitos
- V.3. Discusión de las concepciones y evolución de Luciana según los ámbitos
- V.4. Discusión de las concepciones y evolución de Camilo según los ámbitos
- V.5. Discusión de la participación del grupo según los ámbitos
- V.6. Discusión de las concepciones declaradas y de la práctica de aula de la Profesora según los ámbitos
- V.7. Discusión de las imágenes del ecosistema en los libros de texto 1, 2, 3, 4.
 - V.7.1. Concurrencias y oposiciones entre las sub-categorías de III.E Función de la secuencia didáctica con III.F Etiquetas verbales
 - V.7.2. Concurrencias y oposiciones entre la sub-categoría III.E Función de la secuencia didáctica con III.G Iconicidad
 - V.7.3. Concurrencias y oposiciones entre la sub-categoría III.E Función de la secuencia didáctica con III.H Imagen de ciencia.
 - V.7.4. Concurrencias y oposiciones entre la sub-categoría III.E Función de la secuencia didáctica con III.I Percepción de ecosistema
- V.8. Recapitulación de los datos discutidos

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el capítulo anterior hemos expuesto los resultados acercándonos a los primeros análisis desde una forma descriptiva, En este nuevo capítulo se despliega una discusión que abarca la síntesis del capítulo IV contrastando los resultados obtenidos con los diversos instrumentos empleados para la recogida de información, teniendo siempre en cuenta el problema de investigación que nos corresponde.

Es por esto que el hilo de la discusión se presenta de la siguiente manera:

- a) Primero, se muestra con cada estudiante, Diana, Tomás, Luciana y Camilo las concepciones declaradas en los instrumentos Pre-test, Test y Pos-test de manera esquemática, relacionando esto con cada uno de los ámbitos abordados desde el marco referencial (I) Conocimiento y concepciones sobre estrategias instruccionales para enseñar y aprender ciencias; (II) Componentes que hacen parte de una ecología conceptual y (III) Taxonomía de las imágenes en los libros de texto. Todo ello teniendo en cuenta las UA que surgieron durante el análisis de los datos obtenidos.

Adicionalmente se esboza la participación del grupo de clase de donde fueron seleccionados los cuatro estudiantes de esta investigación para el contraste de los resultados obtenidos.

Posteriormente se aborda a la profesora Celeste desde las concepciones declaradas según la entrevista, la observación y grabación en audio de la clase, discutiendo la coherencia que puede haber entre las concepciones declaradas y la práctica de aula.

- b) Segundo, se exteriorizan las concurrencias significativas de la caracterización de las imágenes de los libros de texto que posiblemente permiten el uso idóneo de éstas en una clase sobre ecosistemas. De igual forma se exteriorizan antagonismos de dicha caracterización que pueden actuar como obstaculizadores. Para ello se presentan vínculos y divergencias entre las categorías del ámbito *Taxonomía de las imágenes en los libros de texto*.
- c) Tercero, recopilamos todos los datos discutidos, presentando las diferencias y similitudes más representativas de los resultados de los

participantes. Adicionalmente, consideramos que dicha síntesis proporciona una resultante global (la configuración del CDC-Ec) que está dada por datos obtenidos durante la investigación y por referentes teóricos.

Durante este proceso tenemos en cuenta que las concepciones finales de cada uno de los participantes se componen no solamente de lo declarado en el Post-test, sino también de lo declarado en la entrevista, ya que ésta se realiza al finalizar la unidad didáctica del ecosistema.

A continuación, se representa la ruta de la discusión de resultados en la Figura V.1.

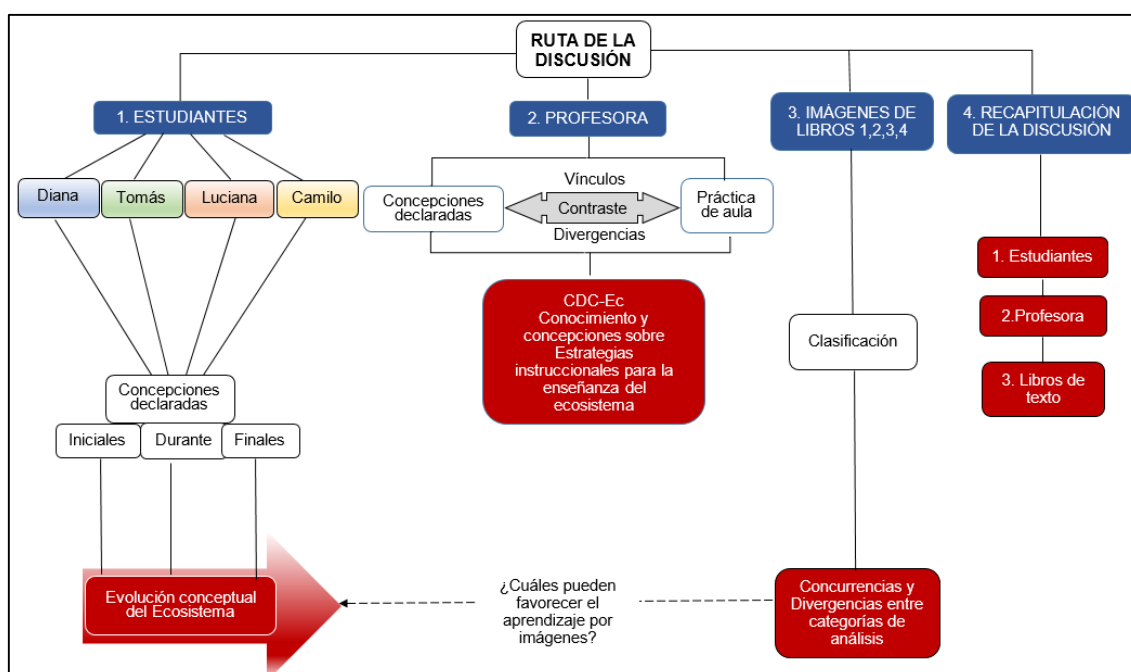


Figura V.1. Ruta de la discusión de los resultados

¿Cómo aprenden los estudiantes?, ¿cómo enseñan los docentes? Estas son preguntas que surgen de una o cierta manera en investigaciones de la didáctica de las ciencias y sus diversas respuestas son el resultado de una interacción de factores con cada individuo (Sanmartí, 2002). En relación a esto damos paso a discutir los casos que son de nuestro interés, pretendiendo que las vinculaciones y divergencias faciliten información para la lucidez en la interpretación de nuestro estudio de caso.

V.1. Discusión de las concepciones y evolución de Diana según los Ámbitos

a) Ámbito I: Conocimiento y concepciones sobre estrategias instruccionales para enseñar y aprender ciencias

En la Figura V.2 se puede observar que las UA más destacadas en los instrumentos (Pre-test, Test, Pos-Test y Entrevista) aplicados a Diana tienden a las sub-categorías *I.B1 observación de imágenes del libro* y *I.B3 talleres dirigidos* del ámbito I. Trazando esto, encontramos que para este primer ámbito no se encontró ninguna UA en el Pre-Test que se aplicó antes de iniciar la temática del ecosistema. Acorde al progreso de aprendizaje que va teniendo Diana, podemos afirmar que su aprendizaje tuvo una fuerte influencia de los talleres de clase y la observación de imágenes del libro de texto.

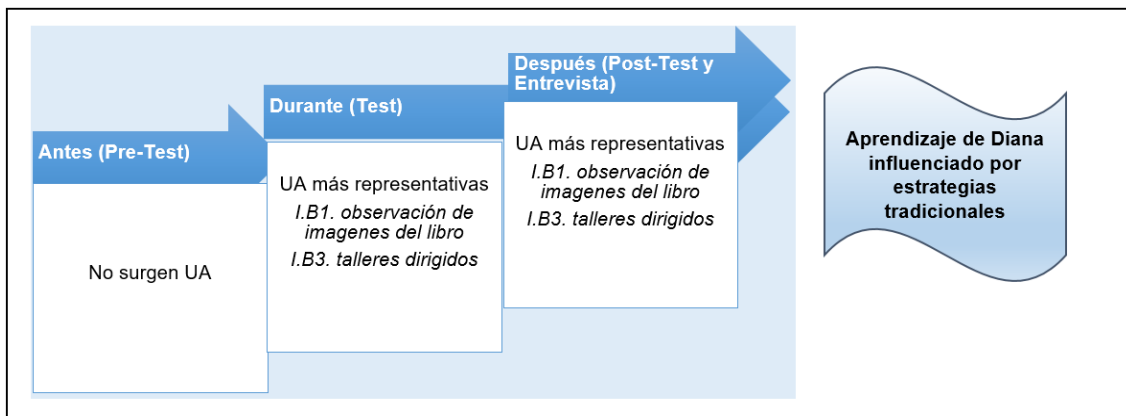


Figura V.2. Resultante de las concepciones del aprendizaje de Diana

b) Ámbito II: Componentes que hacen parte de la ecología conceptual

La Figura V.3 representa las UA más destacadas en los instrumentos (Pre-test, Test, Pos-Test y Entrevista) aplicados a Diana respecto al ámbito II. Para este caso, las UA más frecuentes se enfocaron en las sub-categorías *II.C1 anomalías* como se observó en las ejemplificaciones presentadas en el capítulo IV. La frecuencia hallada de las *II.C1 anomalías* durante el Pre-Test fue de tres, durante el proceso intermedio cuando se aplica el Test se hallaron dos y finalizando el proceso de enseñanza y aprendizaje del ecosistema, se presentaron cinco,

aspecto que deja claro que aún no se logra estructurar adecuadamente el concepto de ecosistema, vislumbrando como resultante que no hay evolución conceptual de éste.

Lo anterior también se refuerza con el contraste de las respuestas obtenidas por Diana en los diferentes momentos, notándose vacíos conceptuales debido a explicaciones fragmentadas que fallan en la ejemplificación del concepto o en la argumentación del mismo, esto se puede ver detallado en el apartado IV.1.1 (p.209-218). Otro aspecto que soporta la resultante obtenida, es no hallar variedad de UA en este ámbito, es decir otras variables que visibilicen una transición del aprendizaje, porque según Posner (1982) para que se genere el cambio conceptual se requiere de una acomodación de la ecología conceptual (diez componentes) y con solo la declaración de una componente de dicha ecología, no podemos asegurar la evolución completa sobre el concepto.

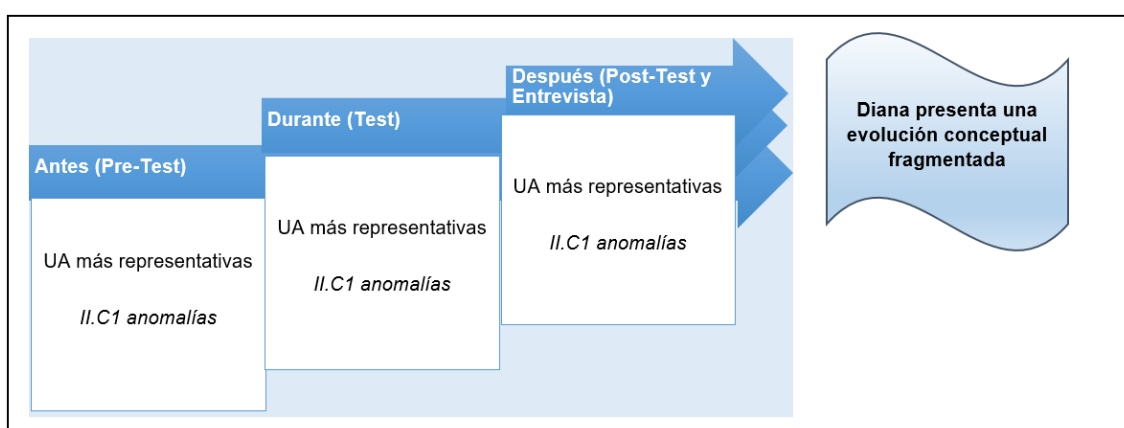


Figura V.3. Resultante de la evolución conceptual del ecosistema en Diana

Hay que resaltar que, el indagar por la ecología conceptual no es nada sencillo, y mucho menos cuando los informantes proporcionan datos cortos o poco argumentados, por esto, si tomamos literalmente aspectos del marco referencial que apoya esta sección, la resultante es la que obtuvimos, pero debido a que las respuestas en su mayoría eran cortas y concretas, quizás por el diseño propio del instrumento, nos vemos en la necesidad de contrastar respuesta por respuesta en los diferentes momentos, esto es desvelado detalladamente en el apartado IV.1.1, donde evidentemente el progreso para Diana en cada una de las preguntas del cuestionario en sus diferentes momentos es sectorizado, no

opera en conjunto, por tanto, entendemos que no se produce el cambio conceptual y lo nominamos como evolución fragmentada.

c) Ámbito III: Taxonomía de las imágenes en los libros de texto

No se hallaron UA en los primeros momentos de la aplicación de los instrumentos, dado que, en concreto la entrevista que se encuentra en la etapa del “Después” y específicamente la última pregunta que se realiza (representar un ecosistema a través del dibujo) estaba diseñada para englobar en mayor medida las sub-categorías correspondientes a este ámbito. En esta línea las sub-categorías más representativas fueron *III.E1 evocación*, *III.F1 sin etiqueta*, *III.G2 dibujo figurativo*, *III.G3 dibujo figurativo + signos*, *III.H3 imagen de ciencia conceptual*, *III.I1 percepción de ecosistema excluyente* (ver Anexo I.4). Por tanto, en la Figura V.4 Diana presenta en el último momento UA focalizadas en las sub-categorías que concuerdan con las extraídas del análisis de los libros de texto, específicamente *III.G3*, *III.H3* *III.I1*. Ello es porque Diana considera que la iconicidad *III.G3 dibujo figurativo + signos* es la más viable para entender una imagen y en los libros encontramos que hay un número alto de imágenes que se representan a través de ese tipo de iconicidad.

Respecto a *III.H3 imagen de ciencia conceptual* se debe a que el dibujo que realiza Diana está mostrando conceptualmente lo que trabajaron en clase con el libro de texto y los resultados de los libros que analizamos mostraron un porcentaje alto de imágenes que representaban netamente conceptos. Para el caso de *III.I1 percepción de ecosistema excluyente*, tenemos que Diana en principio incluyó al hombre en una de las preguntas del cuestionario pero en la entrevista, al representar pictóricamente el ecosistema, no lo incluye. En este sentido hallamos que los cuatro libros de texto analizados en esta investigación excluyen al hombre en un 96%.

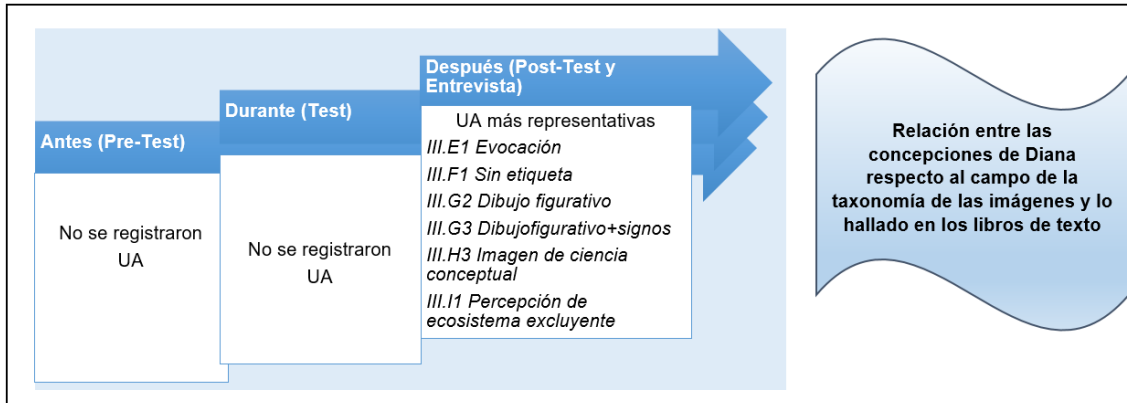


Figura V.4. Resultante de las concepciones de Diana para el ámbito III

V.2. Discusión de las concepciones y evolución de Tomás según los Ámbitos

a) Ámbito I: Conocimiento y concepciones sobre estrategias instruccionales para enseñar y aprender ciencias

En la Figura V.5 se puede observar que las UA más destacadas en los instrumentos (Pre-test, Test, Pos-Test y Entrevista) aplicados a Tomás tienden a las sub-categorías *I.B1 observación de imágenes del libro* y *I.B3 talleres dirigidos* del ámbito I. Acorde al progreso de aprendizaje que va teniendo Tomás, podemos afirmar que su aprendizaje tuvo una fuerte influencia de los talleres de clase y la observación de imágenes del libro de texto.

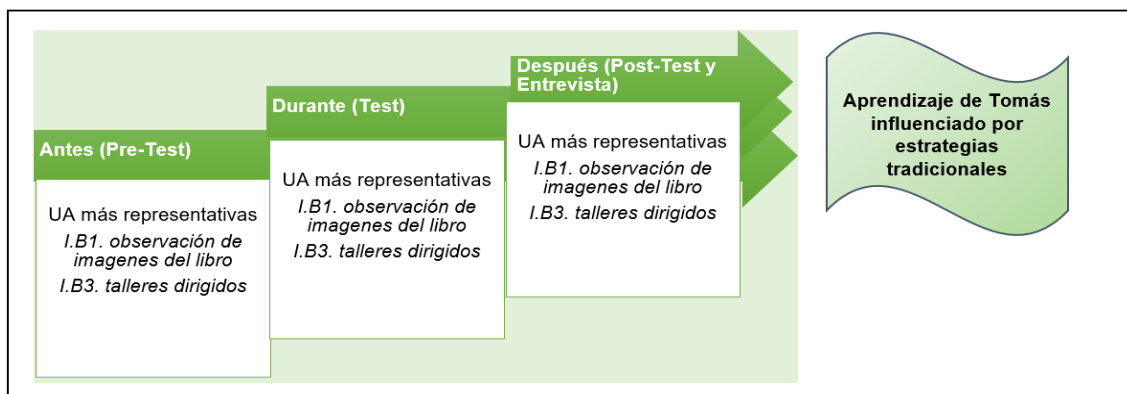


Figura V.5. Resultante de las concepciones del aprendizaje de Tomás

b) Ámbito II: Componentes que hacen parte de la ecología conceptual

La Figura V.6 representa las UA más destacadas en los instrumentos (Pre-test, Test, Pos-Test y Entrevista) aplicados a Tomás respecto al ámbito II. Para este caso las UA más frecuentes se enfocaron en las sub-categorías *II.C1 anomalías* como se observó en las ejemplificaciones presentadas del capítulo IV.

La reiterada frecuencia de la sub-categoría de las *II.C1 anomalías*, durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, se debe a que no surge ninguna otra sub-categoría de la ecología conceptual, dado que son complejas de detectar cuando las respuestas son concretas, como ya se ha expuesto en anteriores párrafos en la discusión para Diana. Sin embargo, al realizar el análisis y contrastando las respuestas en los diferentes momentos se observa una acomodación conceptual de manera paulatina, que permite la generación del cambio o evolución conceptual sobre ecosistema.

Algo que apoya la tesis anterior es que en los resultados obtenidos se observa un descenso de la frecuencia de *II.C1 anomalías* a medida que avanza el proceso de la enseñanza y aprendizaje del ecosistema, específicamente, Tomás en el Pre-Test origina cinco UA relacionadas con la sub-categoría de *II.C1 anomalías*, mientras que en el Test origina dos UA y finalizando el proceso de enseñanza y aprendizaje del ecosistema origina tan solo una UA para la sub-categoría en discusión.

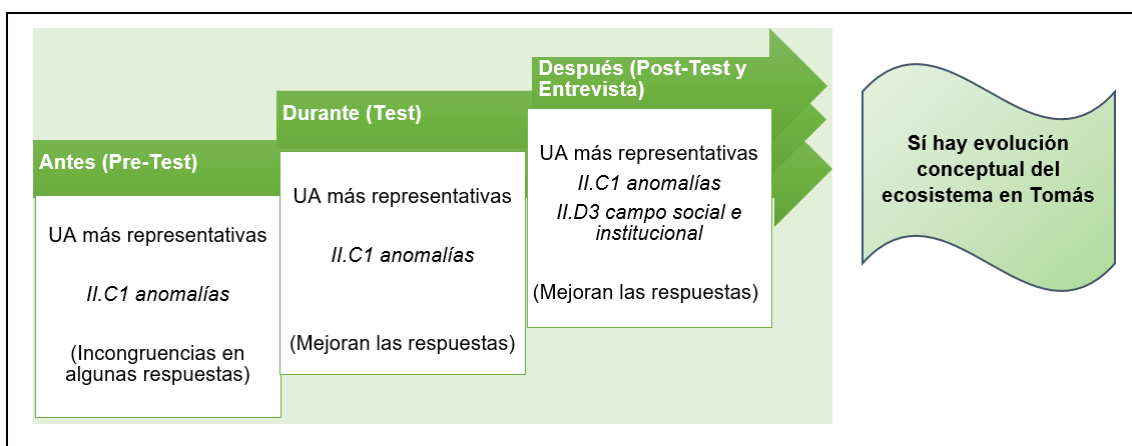


Figura V.6. Resultante de la evolución conceptual del ecosistema en Tomás

c) Ámbito III: Taxonomía de las imágenes en los libros de texto

Respecto a este ámbito, no se registran UA en los primeros momentos de la intervención de los instrumentos, dado que la entrevista que se encuentra en la etapa del “Después” y, específicamente la última pregunta que se realiza (representar un ecosistema a través del dibujo), es la que engloba en mayor medida las sub-categorías correspondientes a este ámbito. Por tanto, la Figura V.7 desvela que las UA más representativas tienden a las sub-categorías *III.E3 evocación* y *III.G3 dibujo figurativo + signos*; aquí no se logran extraer muchas UA sobre la representación pictórica de Tomás, dado que realiza una aplicación de los diferentes procesos que suceden dentro de un ecosistema pero, en general, no está plasmando el concepto de ecosistema como tal. El hecho de representar pictóricamente al ecosistema desde una red trófica desvela la fuerte influencia de dicha temática, que fue reiterativa en los talleres dirigidos desde el libro de texto.

El panorama permite concluir que el instrumento pedagógico-didáctico tan usado en las aulas de clase permea fuertemente en las concepciones de Tomás, dado que guardan algunas relaciones con las imágenes analizadas de los libros de texto, y que para éstos la iconicidad idónea para entender una imagen es la *III.G3 dibujo figurativo + signos*, sub-categoría que fue altamente representada en las imágenes de los libros de texto analizados en este estudio.

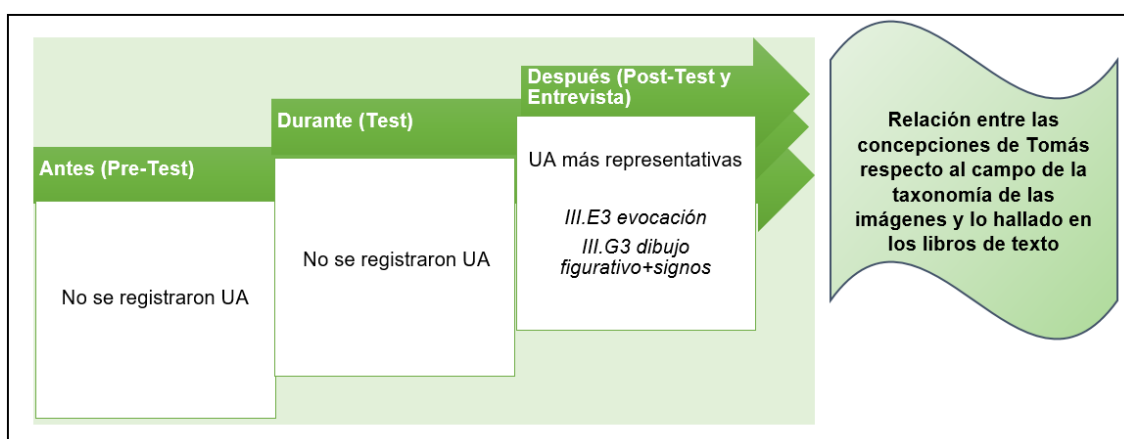


Figura V.7. Resultante de las concepciones de Tomás para el ámbito III

V.3. Discusión de las concepciones y evolución de Luciana según los Ámbitos

a) Ámbito I: Conocimiento y concepciones sobre estrategias instruccionales para enseñar y aprender ciencias

Delineando el progreso de la enseñanza y aprendizaje de Luciana, trasladamos a la Figura V.8 la frecuencia de las UA más representativas en los instrumentos (Pre-test, Test, Pos-Test y Entrevista) respecto al ámbito I. Se detecta que las UA destacadas tienden a las sub-categorías *I.B1 observación de imágenes* y *I.B3 talleres dirigidos* siendo estos para Luciana los posibles facilitadores de una acomodación conceptual para generar su evolución conceptual. Acorde al progreso de aprendizaje que va teniendo Luciana, podemos afirmar que su aprendizaje tuvo una fuerte influencia de los talleres dirigidos y la observación de imágenes del libro de texto.

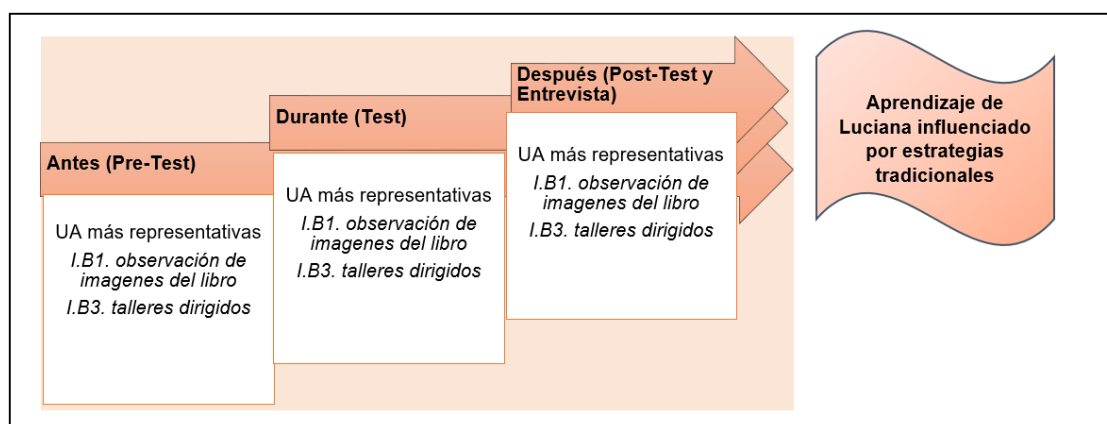


Figura V.8. Resultante de las concepciones del aprendizaje de Luciana

b) Ámbito II: Componentes que hacen parte de la ecología conceptual

Esbozando el cambio o evolución conceptual de Luciana bajo el contraste de los instrumentos aplicados en los diferentes momentos (antes, durante y después-entrevista) trasladamos en la Figura V.9 la reiterada frecuencia de UA enfocadas a la sub-categoría *II.C1 anomalías*. Respecto a lo anterior, detallamos la frecuencia de los resultados: en el Pre-Test surgen seis UA enmarcadas en *II.C1 anomalías*, en el Test surge una UA y en el Post-Test y la entrevista surgen dos

UA. Por tanto es observable que la cantidad de UA enmarcadas en dicha sub-categoría, disminuyen paulatinamente a medida que progresa la enseñanza y aprendizaje del ecosistema.

Igualmente surgen UA durante la aplicación del Pre-Test enmarcadas en la sub-categoría *II.C7 experiencias pasadas* que a su vez está ligada a la sub-categoría *II.C1 anomalías*, ya que algunas anomalías proceden de experiencias pasadas de los participantes (ver Figura V.10), además éstas operan de manera directamente proporcional, es decir, al presentarse experiencias pasadas desfavorables pueden surgir anomalías desfavorables y al presentarse experiencias pasadas favorables, pueden surgir anomalías favorables. Igualmente, durante la aplicación del Pos-Test y Entrevista surge la sub-categoría *II.C3 compromisos epistemológicos* que alude a otros aspectos fuera del conocimiento específico, como lo es la parsimonia, la economía y la elegancia; esta UA relacionada con dicha sub-categoría surge porque Luciana ofrece un argumento con parsimonia (ver línea 60 de Anexo III.4).

Siguiendo esta discusión, aunque no se recoge un número significativo de sub-categorías que puedan conformar la ecología conceptual como lo plantea Posner et al. (1982), encontramos durante el contraste de los resultados obtenidos con los diferentes momentos un progreso considerablemente coherente, lo que permite concluir que en Luciana hay una evolución conceptual del ecosistema.

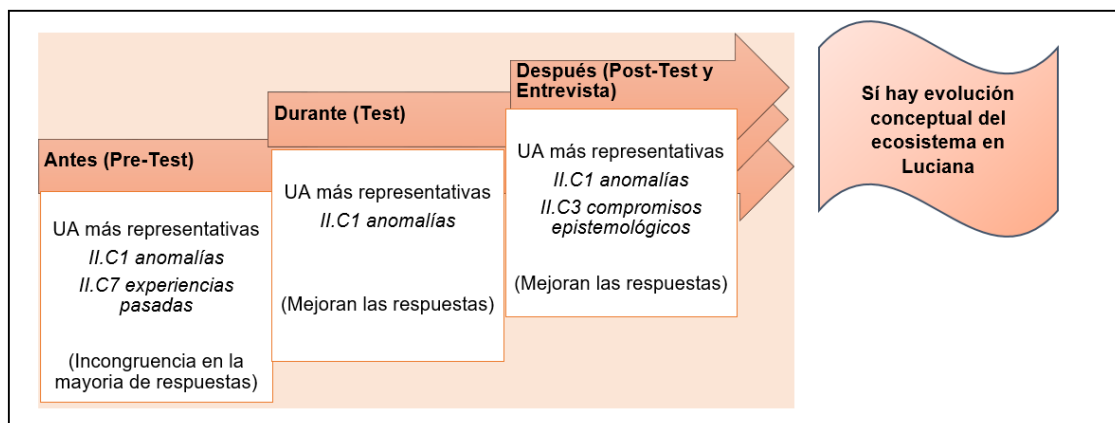


Figura V.9. Resultante de la evolución conceptual del ecosistema en Luciana

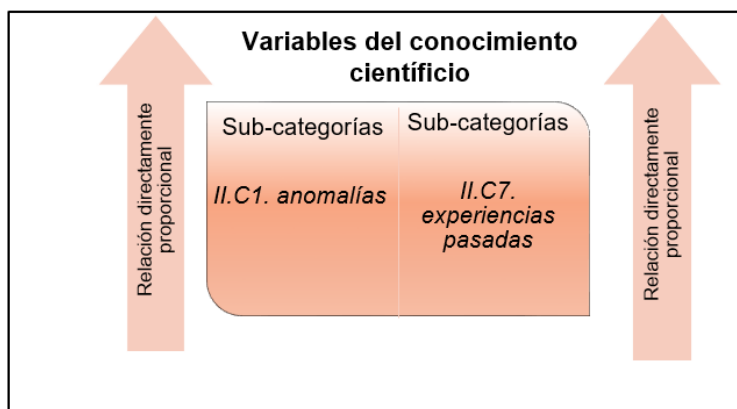


Figura V.10. Concurrencia entre la sub-categoría *II.C1* con *II.C7*

c) **Ámbito III: Taxonomía de las imágenes en los libros de texto**

Para este ámbito, no se cuenta con datos en los primeros momentos de la intervención de los instrumentos, dado que, la entrevista que se encuentra en la etapa final denominada “Después”, específicamente la última pregunta que se realiza (representar un ecosistema a través del dibujo), es la que contiene en mayor medida las sub-categorías correspondientes a éste ámbito. Por tanto, en la Figura V.11. se aprecia que las UA más destacadas en el último momento corresponden a las sub-categorías *III.E1 evocación*, *III.F1 sin etiquetas*, *III.G3 dibujo figurativo + signos*, *III.E1 imagen de ciencia conceptual* y *III.I1 percepción de ecosistema excluyente*, detalladas en el apartado IV.1.3.

En este sentido, la representación pictórica de Luciana presenta una fuerte permeabilidad de lo que se observa en las ilustraciones de los libros de texto objeto de nuestro estudio, dado que para esta estudiante la iconicidad idónea que facilita la lectura de una imagen es *III.G3 dibujo figurativo + signos*, iconicidad altamente representada por los libros de texto que se analizaron, aunque para los libros la mayor representación está dada por la *III.G1 fotografía*. Asimismo sucede con la *III.I1 percepción del ecosistema excluyente*, porque Luciana, en sus representaciones lingüísticas y pictóricas, nunca incluye al hombre, situación que concuerda con las imágenes de los libros que se analizaron ya que el 96% de éstas también omiten al hombre.

Revisando lo anterior, podemos trazar como resultante una relación existente entre lo encontrado en los libros de texto y las concepciones de Luciana en el campo de la taxonomía de las imágenes.

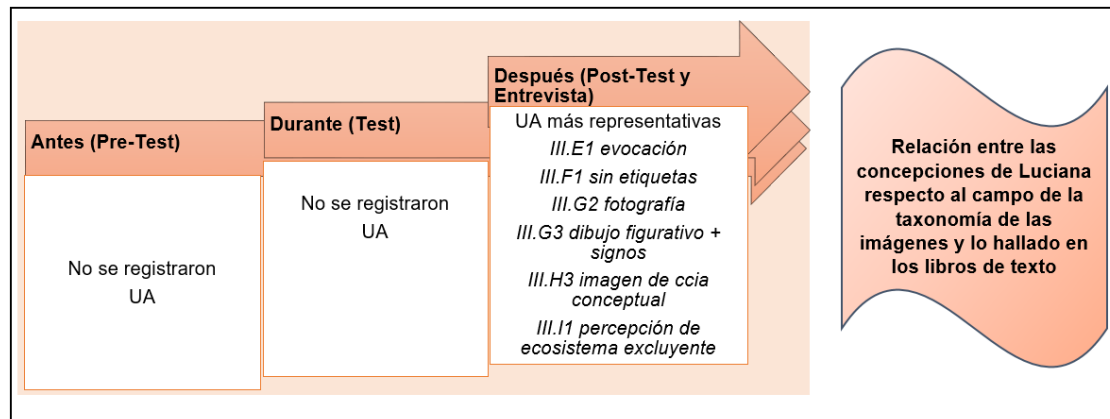


Figura V.11. Resultante de las concepciones de Luciana para el ámbito III

V.4. Discusión de las concepciones y evolución de Camilo según los Ámbitos

a) Ámbito I: Conocimiento y concepciones sobre estrategias instruccionales para enseñar y aprender ciencias

La Figura V.12 traza las UA más representativas enfocadas en las sub-categorías *I.B1 observación de imágenes del libro* y *I.B3 talleres dirigidos* extraídas de las concepciones declaradas por Camilo en los instrumentos (Pre-test, Test, Pos-Test y Entrevista). Estas concepciones concuerdan con las concepciones de los demás participantes relacionados en anteriores párrafos; revelándose que al parecer su aprendizaje está influenciado por los talleres de clase y la observación de imágenes del libro de texto. Adicionalmente Camilo desvela, finalizando el proceso de enseñanza-aprendizaje, una sub-categoría que no ha sido evidenciada en ninguno de sus compañeros *I.B4 ninguna de las estrategias aquí mencionadas parecen lograr una evolución conceptual*. Ello porque al revisar las respuestas en los diferentes momentos acerca de los “productores dentro del ecosistema”, se evidenció de principio a fin que Camilo sostuvo la concepción alternativa de identificación (reconoce quiénes son los productores) sin interpretación de proceso (sus justificaciones pueden ser verdaderas, pero no implican concretamente al núcleo importante del porqué se nominan productores) (ver línea 12 de Anexo IV.1, IV.2 IV.3). Por tanto, las estrategias que Camilo desvelan que han servido de refuerzo en el mejoramiento

de su aprendizaje para otros conceptos con integración del ecosistema no representaron eficazmente la subsunción del concepto “productor”.

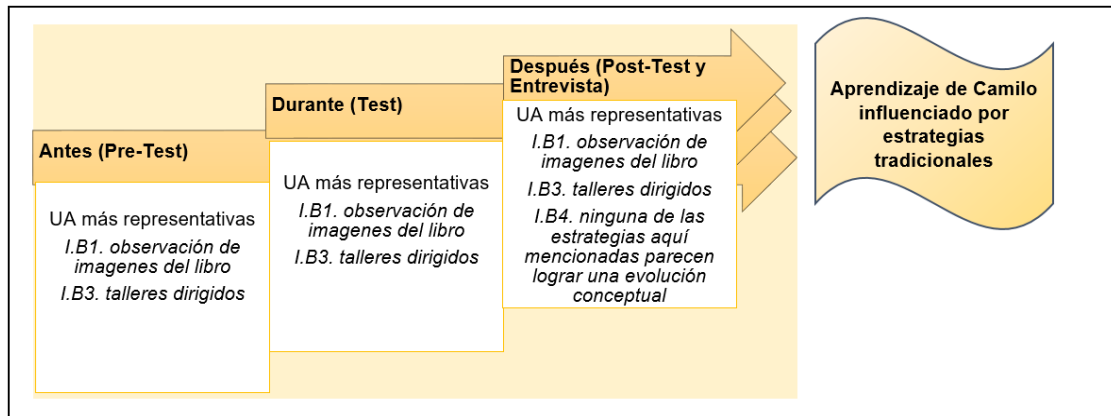


Figura V.12. Resultante de las concepciones del aprendizaje de Camilo

Respecto a lo anterior encontramos una divergencia entre la sub-categoría *I.B4* con las demás sub-categorías del ámbito I (ver Figura V.13). Dicha oposición se mantiene ya que las primeras tres sub-categorías *I.B1*, *I.B2*, *I.B3* son extraídas de declaraciones y acciones que giran en función de una posible ayuda hacia la generación del cambio o evolución conceptual en los estudiantes, mientras que la *I.B4* se extrae de acciones y declaraciones que operen en sentido contrario.

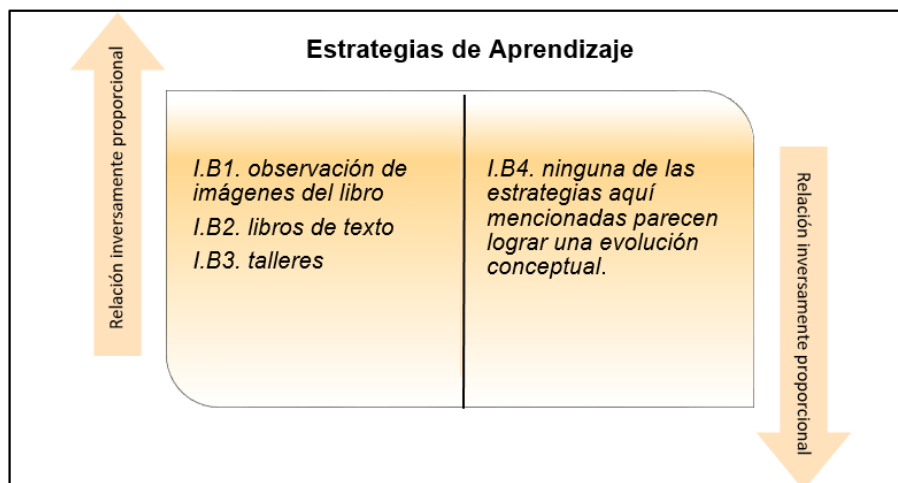


Figura V.13. Oposición de las sub-categorías *I.B1*, *I.B2*, *I.B3* respecto a *I.B4*

b) Ámbito II: Componentes que hacen parte de la ecología conceptual

Las concepciones de Camilo en relación con el ámbito II, desvelaron que las UA más representativas están orientadas a la sub-categoría *II.C1 anomalías* para los tres momentos en que se aplicaron los respectivos instrumentos (ver Figura V.14). Sin embargo, hay que tener presente que estas UA enmarcadas con la sub-categoría *II.C1 anomalías* van disminuyendo gradualmente a medida que se avanza en el proceso de la enseñanza y aprendizaje del ecosistema. Por ello en la etapa que se aplica el Pre-Test se extraen cuatro UA, del Test tres UA y del Post-Test y la entrevista, se obtiene solo una UA.

Lo anterior, junto con el contraste de las respuestas de Camilo que se ejemplificaron en el capítulo IV.1.4 desde los diferentes momentos, permitieron observar una progresión adecuada de las concepciones conceptuales de Camilo. En principio, a pesar de declarar datos adecuados, no eran contextualizados directamente con la imagen que proporcionaba la información para que generara sus respuestas. Posteriormente, en medio del proceso, hasta su final, Camilo manifestó la contextualización de sus datos, permitiéndonos concluir que sus concepciones sobre ecosistema evolucionaron.

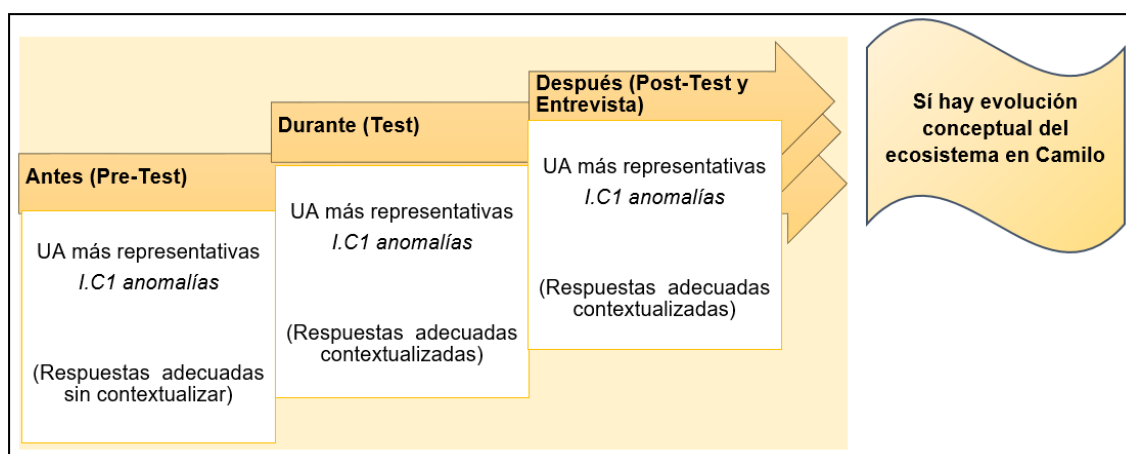


Figura V.14. Resultante de la evolución conceptual del ecosistema en Camilo

c) Ámbito III: Taxonomía de las imágenes en los libros de texto

No se registraron UA en los primeros momentos de la intervención de los instrumentos, dado que, la entrevista que se encuentra en la etapa final denominada “Después” y, en concreto, la última pregunta que se realiza

(representar un ecosistema a través del dibujo) está diseñada para extraer en mayor medida las sub-categorías correspondientes a este ámbito. Por tanto, en la Figura V.15 se desvela las UA que surgen encaminadas a las sub-categorías *III.E1 evocación*, *III.E2 definición*, *III.F1 sin etiquetas*, *III.H3 imagen de ciencia conceptual*, *III.I1 excluyente* y *III.I2 semi-incluyente*. En este sentido, se exterioriza la resultante de la relación de algunas sub-categorías con lo encontrado en las imágenes de los libros de texto (ver ejemplo en capítulo IV.1.4. p. 239). Esto confirma la incidencia que pueden tener las ilustraciones de los libros de texto en los procesos de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes.

Consideramos interesante discutir en concreto las UA encaminadas a *III.I2 semi-incluyente* extraída de una intervención verbal que realizó Camilo en la clase al incluir el hombre dentro de una cadena alimentaria, como a su vez la sub-categoría *III.I1 excluyente* donde Camilo omitió al ser humano en su representación pictórica (ver capítulo IV.1.4. p.242). Esta progresión momentánea de aprendizajes memorísticos, en parte, puede deberse a la divergencia arraigada entre lo natural y lo social, porque como afirma García (2003) no se puede enseñar por separado la ecología de lo que ha construido el hombre. De igual forma, factores como, por ejemplo, los intrínsecos del estudiante o de la profesora posiblemente inciden también en dicho aprendizaje momentáneo. Así ocurre en el caso de los reflejados por la profesora cuando muestra en sus acciones una posición enmarcada a la imagen de ciencia absoluta, pretendiendo en sus estudiantes un consumismo del conocimiento conceptual que ella suministra, en un alto porcentaje, a través del libro de texto.

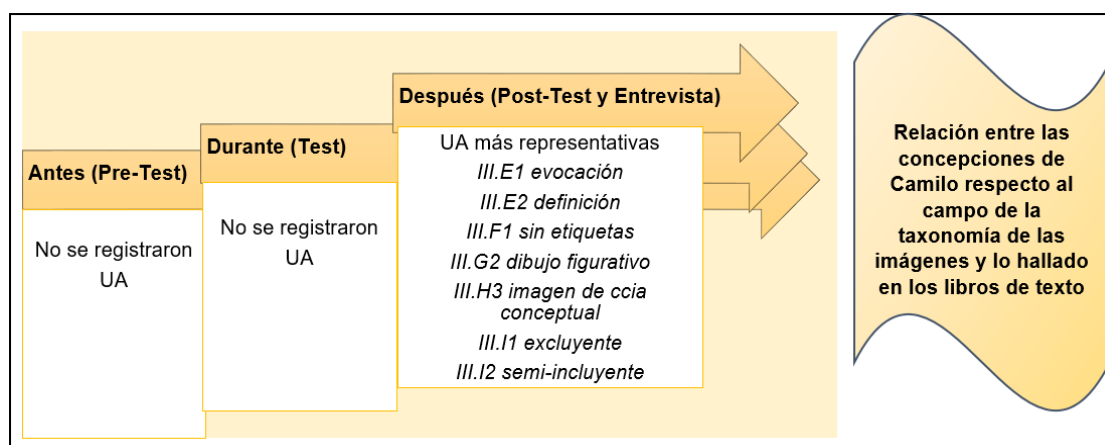


Figura V.15. Resultante de las concepciones de Camilo para el ámbito III

V.5. Discusión de la participación del grupo según los Ámbitos I y II

Examinar la participación del grupo durante las clases respecto a los tres ámbitos, permite contrastar los resultados de los participantes. Es así como en la Figura V.16 se perfila una relación relativamente análoga en los resultados de la participación del grupo con las concepciones declaradas que manifestaron Diana (D), Tomás (T), Luciana (L) y Camilo (C). Todo ello porque se extrajeron del grupo 10 UA enfocadas a *I.B3 talleres dirigidos* y de los individuos D-T-L-C se extrajeron 76 UA enfocadas a *I.B1 observación de imágenes del libro* y 69 UA enfocadas a *I.B3 talleres dirigidos*, a pesar de que la sub-categoría *I.B1* supera a *I.B3* por siete UA, decimos que es relativamente análoga la relación, dado que la frecuencia de UA fue muy representativa. Así que la estrategia que permitió al parecer el aprendizaje del ecosistema en los estudiantes son los talleres dirigidos debido a su alta frecuencia.

Concertamos, de igual manera, una divergencia entre la participación del grupo y las concepciones extraídas de Diana (D), Tomás (T), Luciana (L), Camilo (C) respecto al ámbito II. Ello porque a nivel del grupo, la frecuencia más representativa de UA tendía al *II.D3 campo social e institucional* resultado lógico ya que el objetivo era observar la interacción del grupo en el contexto, es decir, que recogía situaciones extrínsecas de manera global. Mientras que a nivel de cada estudiante la frecuencia más representativa de UA tendía a las *II.C1 anomalías*, resultado de igual manera coherente porque precede de la búsqueda de concepciones conceptuales de una manera intrínseca (ver Figura V.17).

El ámbito III no registra UA debido a que al grupo no se le realiza la entrevista, instrumento que fue diseñado para la extracción de las sub-categorías de dicho ámbito.

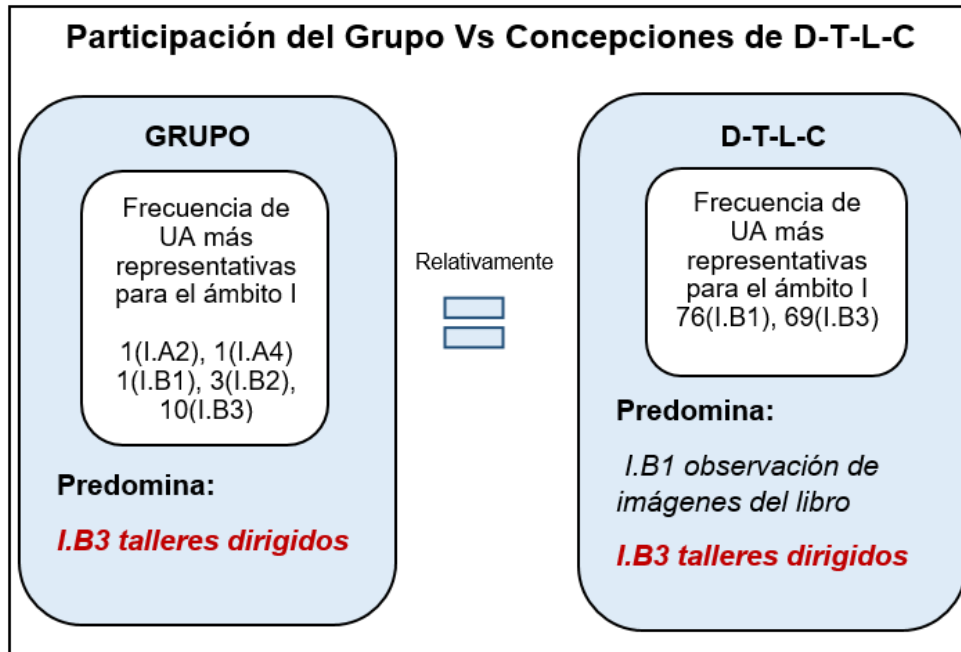


Figura V.16. Relación análoga para el ámbito I por frecuencia de UA

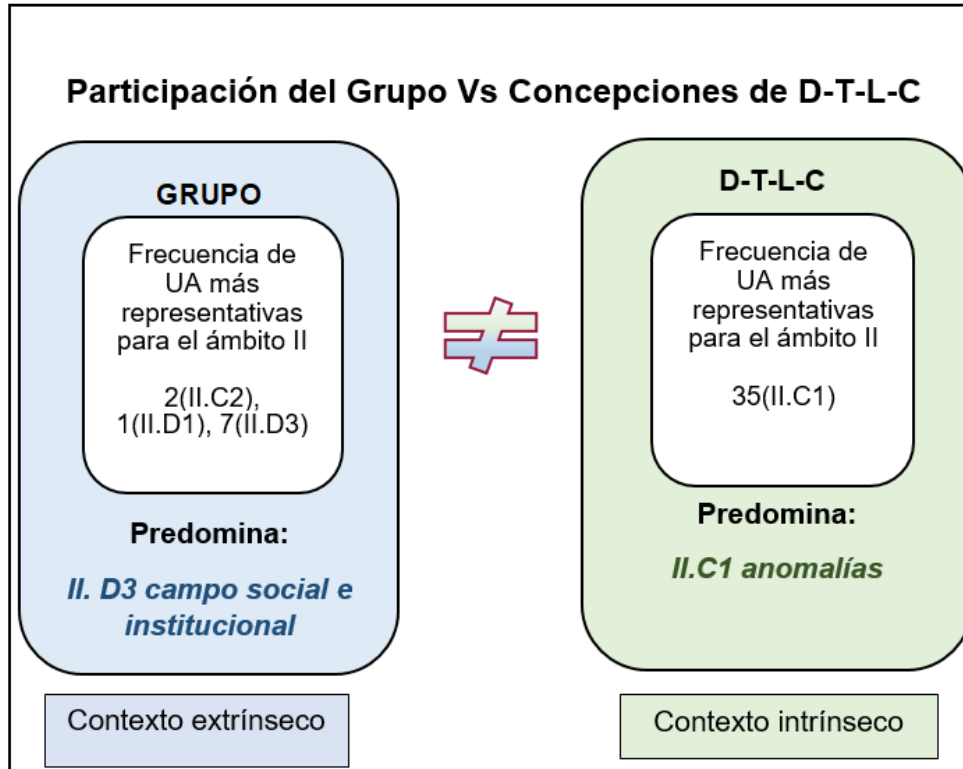


Figura V.17. Divergencia para el ámbito II por frecuencia de UA

V.6. Discusión de las concepciones declaradas y de la práctica de aula de la Profesora según los ámbitos

a) **Ámbito I: Conocimiento y concepciones sobre estrategias instruccionales para enseñar y aprender ciencias**

Discutiendo las UA obtenidas que hacen referencia al ámbito I, encontramos en la Figura V.18 una vinculación significativa entre las categorías *I.A* y *I.B* dado que al retomar lo mencionado en el capítulo IV.1.6, percibimos la consistencia entre la concepción que la profesora tiene del aprendizaje y sus concepciones sobre las estrategias de enseñanza, resultado que concuerda con los de Mellado, Blanco y Ruiz (1999). Así se evidencia, por ejemplo, que la sub-categoría *I.A2 recursos didácticos* (estrategia de enseñanza) se vincula significativa y coherentemente con la subcategoría *I.B3 talleres dirigidos* (estrategia de aprendizaje), vinculación desvelada en las siguientes UA:

UA318-**I.A2**-PGSE *“el ejemplo que viene en el libro es el pez payaso, ¿sabéis quién es el pez payaso?”*

UA360-**I.B3**-PGSE *“a ver, copiad el ejercicio de la actividad, realiza la clasificación de los biomas que comienza en la página 227 del libro”*

Efectivamente el *I.A2 recurso didáctico* que más emplea la profesora es el libro de texto, esto es coherente en las declaraciones (ver apartado IV.1.6) y en la práctica de aula, como podemos observar en la primera UA extraída de la grabación de clase. Por tanto la sub-categoría anterior es convergente con *I.B3 talleres dirigidos*, ya que éstos están fundamentados directamente desde el contenido científico del libro de texto.

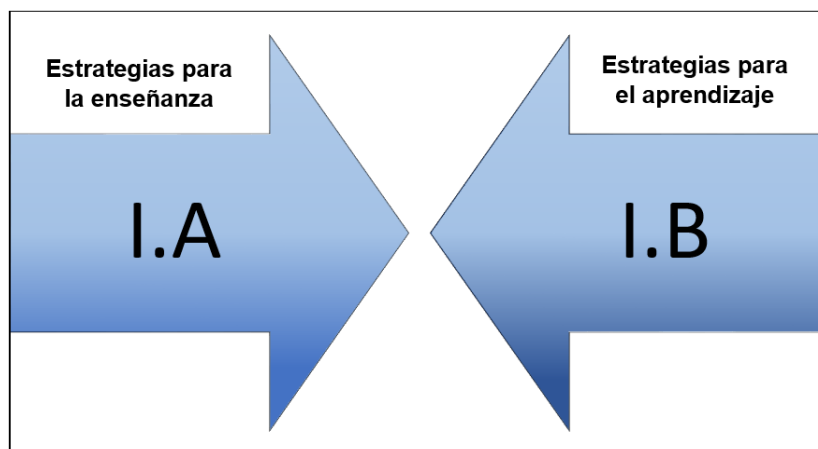


Figura V.18. Vínculo significativo entre categorías del ámbito I

Del mismo modo, en la Figura V.19 se extrae que la sub-categoría *I.A4 tradicional* es la más reiterativa en los diferentes instrumentos (observación-entrevista-grabaciones de audio) durante todo el proceso de enseñanza y aprendizaje del ecosistema. Adicionalmente, al contrastar los instrumentos se manifiesta que las concepciones de la profesora declaradas en la entrevista, convergen en un 42% con la práctica de aula, ya que de 15 UA extraídas de la entrevista respecto al ámbito, se presentan seis UA enfocadas en la sub-categoría *I.A4 tradicional* y, por el lado de la observación y las grabaciones de clase, se registraron 168 UA, de donde 72 UA están enfocadas en la sub-categoría *I.A4 tradicional*.

Lo anterior nos indicaría estadísticamente que un 58% de las concepciones declaradas y de la práctica de aula de la profesora divergen de lo tradicional; sin embargo, aunque se registren UA en otras sub-categorías éstas de igual forma están impregnadas de la posición tradicional que sostiene la profesora durante todo el proceso de enseñanza-aprendizaje de los ecosistemas. De ahí que haya convergencia entre las declaraciones de la profesora y la práctica de aula, porque en una de las respuestas de la entrevista (ver capítulo IV.1.6. p. 259) desvela que aparte de usar el libro de texto como herramienta esencial también declara que usa otras herramientas como internet. Efectivamente, también lo usa, pero de una manera técnica que no permite el pensamiento crítico ni reflexivo.

Es así como el conocimiento y concepciones sobre estrategias instruccionales para enseñar y aprender ciencias reflejado por la profesora no permite ni

estimula las interacciones entre los estudiantes en el aula, obstaculizando el proceso autónomo que debe tener un estudiante para el mejoramiento de su capacidad cognitiva, entre otras.

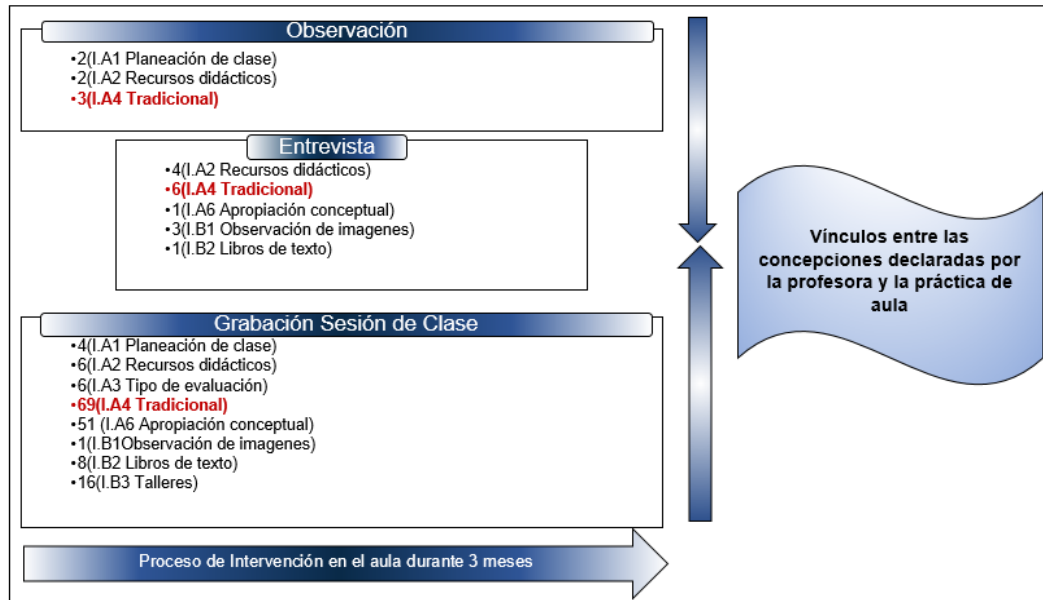


Figura V.19. Relación entre las concepciones declaradas de la Profesora y la práctica de aula

b) Ámbito II: Componentes que hacen parte de la ecología conceptual

Al detallar las UA orientadas a los componentes que hacen parte de una ecología conceptual, podemos ver en la Figura V.20 que durante la entrevista no surge ningún dato, debido a que este instrumento no permitía extraer UA para este ámbito. Contrastando los otros instrumentos se manifiesta que la sub-categoría *III.C2 analogías y metáforas* es bastante usual en las concepciones de la profesora, obteniéndose siete UA encaminadas a dicha sub-categoría. Esto puede ser porque recurre a éstas cuando los estudiantes al parecer no están comprendiendo su explicación, lo que se puede ver ejemplificado en el capítulo IV.1.6 p.259. Del mismo modo se deja ver la relación estrecha que hay entre *III.C2 analogías y metáforas* y *III.C6 ejemplares e imágenes* que la emplea de manera superpuesta, es decir, que al usar una analogía puede traer un ejemplo concreto o viceversa como se refleja en las siguientes UA:

UA321-II.C6-PGSE/ UA322-II.C2PGSE “*mira como es el liquen de la foto del libro, ve que tiene un color verde, que es raro, verde oscuro, bueno*

*pues ahí van los líquenes, en el campo ahora mismo que forman unas manchas en el suelo y **son como alfombras de muy finitas***

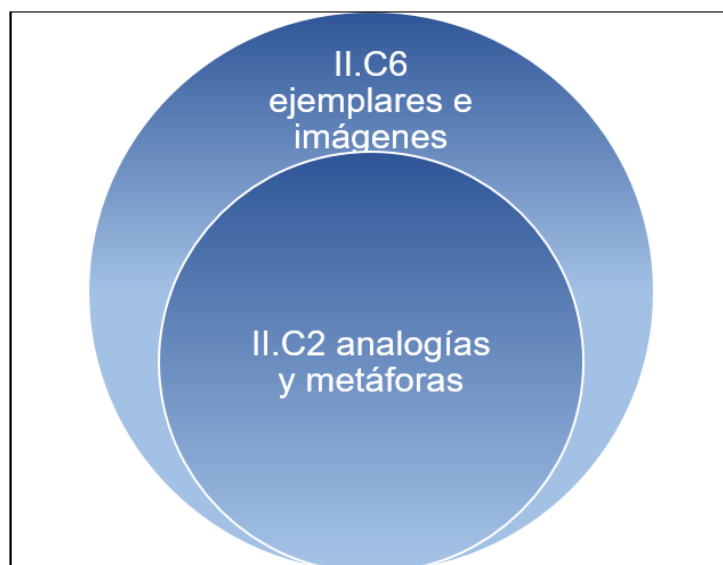


Figura V. 20 Superposición entre sub-categorías del ámbito II

Examinamos de manera breve que para este ámbito la profesora exterioriza seis UA enmarcadas en *II.C2 analogías y metáforas*, dos UA en *II.C6 ejemplares e imágenes*, una UA en *II.C7 experiencias pasadas*, una UA en *II.D2. metas y* cuatro UA en *II.D3 campo social e institucional*. Las tres sub-categorías con mayor UA reiterativas en este ámbito (II.C2, II.C6, II.D3), guardan una relación continua o de efecto dominó, porque si se activa una, intrínseca o extrínsecamente se activa la siguiente. Para mostrar lo analizado traemos un ejemplo:

UA258-II.C2-PGSE “¿qué pasa si se apaga el sol Carlos, así como cuando apagamos la luz? La primera consecuencia de que se apague el sol porque ya lo tenemos listo, es porque... no sabes ¿no? Por estar hablando, luego no me digas que es que no te enteras porque yo expliqué é (no se entiende)... si se apaga el sol, los productores mirad la foto, no podrían sobrevivir, no, si no sobreviven las plantas, que les pasa a los herbívoros?...”

UA259-II.C6-PGSE “a ver vosotros, cuando yo hablo de productores y consumidores, de plantas, herbívoros y carnívoros os vais directamente al ecosistema terrestre y lo entendéis perfectamente, pues que sepáis que en el acuático) hay productores hay plantas, hay eee herbívoros que se alimentan del fitoplancton, hay carnívoros, ¿de qué se alimentan los carnívoros? De lo mismo que en el terrestre pero aquí no hay ciervos”

UA 381-II.D3-PGSE te he llamado la atención tres veces, que te metas en lo tuyo, que lo que estás haciendo que te estoy viendo, vale, te he llamado la atención tres veces, a partir de aquí te voy hacer el parte, te has enterado y con un parte, no mires para abajo cuando te estoy viendo ehh, prohibido mirar para atrás, te has enterado, contesta, te has enterado? (tono muy fuerte, gritado)”

Las anteriores UA reflejan una *II.C2 analogía* realizada por la profesora de manera intuitiva y poco estructurada, ya que el hecho de comparar el sol con la luz artificial puede repercutir en vacíos de los procesos que pueda cumplir éste dentro del ecosistema. También dentro de ese primer fragmento se percibe una desatención por parte de Carlos, situación que hace parte del clima de aula, empezando a traslucirse un campo social desde el punto de vista dispersivo y no favorable para el aprendizaje.

A continuación se observa que el segundo fragmento manifiesta una *II.C6 ejemplificación* del ecosistema terrestre para entender el modelo acuático. Es imprescindible aludir a que todo esto está narrado de manera retórica y solo se cuenta con el apoyo visual del libro de texto.

Finalmente se desencadena la UA que desborda el clima de aula *II.D3 campo social e institucional*, recordando que entendemos esta sub-categoría como el ambiente predominante del salón o institución que puede facilitar u obstaculizar el aprendizaje, para este caso, entendemos que dicha situación afecta emotivamente a los participantes directos en mayor medida y al grupo en general debido a las tensiones que se generan.

Esta desatención del alumnado, nos permite concluir que las primeras componentes de la ecología conceptual de la profesora (analogías y ejemplificaciones) no están siendo lo suficientemente atractivas ante el grupo de clase, desembocando una componente de la ecología conceptual impropia para el aprendizaje *II.D3 campo social e institucional*. Efecto que puede suceder de manera inversa, es decir, si hay un clima impropio debido a otros factores extrínsecos o intrínsecos, pero la profesora presenta analogías y

ejemplificaciones desde una perspectiva dinámica y atractiva para los estudiantes, posiblemente el clima de aula sea favorable para el aprendizaje.

Es así como un componente de la ecología conceptual puede nutrir o debilitar a otro componente, situación que hace de ésta un campo complejo de localizar de manera conjunta en un individuo y es por esto que el cambio conceptual suele ser tan complejo de lograr. Así que una nominación menos radical puede ser evolución conceptual.

En consonancia a lo discutido entendemos que el conjunto de componentes de la ecología conceptual (variables del conocimiento científico y variables afectivas) localizado en la profesora está representando el núcleo duro de sus concepciones fuertemente arraigadas al enfoque tradicional. Simultáneamente pensamos que integrar procesos reflexivos y críticos a los componentes del CDC-Ec, o en otras palabras a la práctica de aula de la profesora, quizás ayuden en la desestabilización de algunas componentes de la ecología conceptual.

Lo anterior puede significar un proceso laborioso, pero factible para el inicio del agrietamiento al núcleo duro, avistando vísperas en la evolución conceptual de los diversos dominios del CDC-Ec, escenario idóneo que trasciende en la mejora directa de los resultados de los estudiantes. En la Figura V.21 sintetizamos todo lo anteriormente dicho, dejando claro que las componentes más reiterativas de la Ecología conceptual declaradas por la profesora son las que están en color rojo y en tono claro las menos reiterativas. Dicha figura surge de acuerdo a los resultados enmarcados fuertemente en el enfoque tradicional, extraídos del componente en concreto del CDC (ver Figura V.21 color rojo) que es de nuestro interés. De ahí la urgencia de integrar procesos reflexivos en la práctica de aula de la profesora que ayuden al desarrollo del CDC-Ec incitando el efecto acción-reacción. Planteamiento que puede servir para otra investigación.

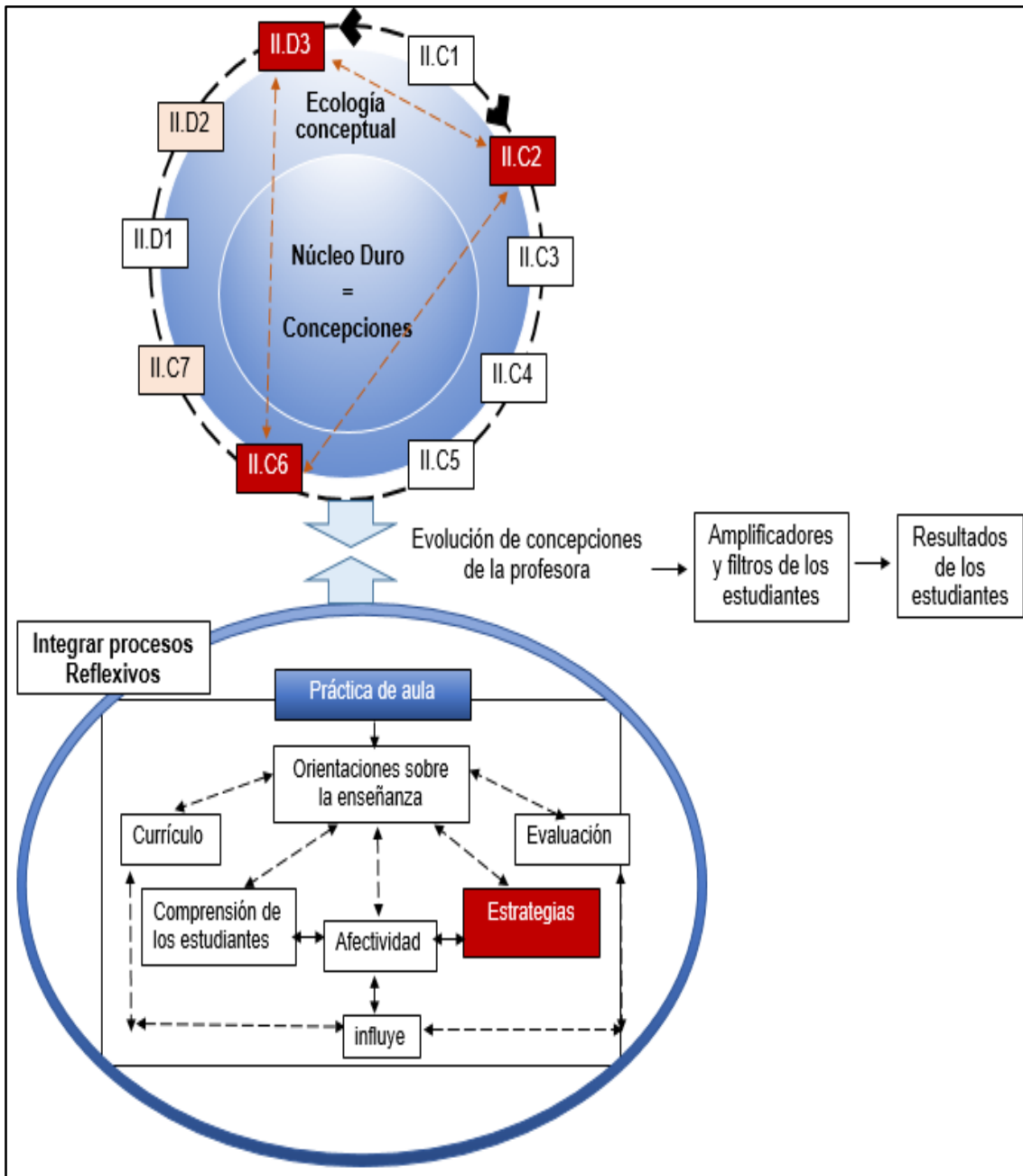


Figura V.21. Proceso para la evolución de las concepciones de la profesora

Prosiguiendo la discusión, consideramos que en los docentes el desarrollo del CDC-Ec desde la perspectiva planteada para esta investigación presenta un desarrollo análogo al de la ecología conceptual propuesta por Posner et al. (1982). Esto es porque un componente puede nutrir o debilitar otro u otros componentes, al tiempo o en tiempos diversos para ambos procesos. Además,

para que haya un cambio conceptual se requiere del cambio de toda esa ecología conceptual que está constituida por diez componentes, donde a su vez el CDC-Ec del profesor requiere de reflexiones continuas que pueden modificar cada uno de los dominios o componentes y de esta manera observar el desarrollo y evolución del mismo, inyectando calidad y efectividad en su práctica de aula.

c) **Ámbito III: Taxonomía de las imágenes en los libros de texto**

Al contender las UA de la profesora referidas al ámbito III, entendemos que hay una divergencia entre las concepciones declaradas con su práctica de aula (ver Figura V.22). Ello se debe a que en la entrevista se manifiesta la importancia y el uso frecuente del *III.G3 Dibujo figurativo+Signos*, además de las ventajas que trae dicha implementación en las clases, un ejemplo breve se puede ver en la siguiente UA:

UA223-III.G3-PE *“el dibujo figurativo+signos es el que más uso porque representa la realidad y los signos te ayudan a entender el concepto (ver línea 68 de Anexo V.3)... “para mí es importante la mentalización de una imagen para entender el concepto” (ver línea 24 de Anexo V.3)*

Otra característica que se desvela en la entrevista es el papel que la imagen desempeña para la profesora, indiscutiblemente es de tipo *III.E7 identificación como lo vemos en la siguiente UA:*

UA227-III.E7-PE *“El impacto es que ellos **identifican** y se fijan más, que en el colorido, que en el tamaño, en algún elemento de la imagen, por ejemplo un tipo de animal raro” (ver línea 89 de Anexo V.3)*

En este sentido, a pesar de que en la entrevista no hubo un registro reiterativo de UA respecto a este ámbito, se alcanza a percibir esa divergencia entre el querer hacer y el hacer, al integrar de manera global estos resultados con el entorno de los demás ámbitos. De ahí que en su práctica de aula se desvela poco uso de representaciones icónicas en la pizarra y de las ilustraciones que vienen en el libro de texto, aclarándose que las pocas veces que las usa se limita a la identificación sin realizar una mediación previa entre la imagen y el estudiante. Situación que concuerda con investigaciones como las de Tapia y Arteaga (2012) que sustentan el descuido de la función que los docentes tienen como mediadores entre los estudiantes.

La práctica de aula también arrojó una UA enmarcada en la sub-categoría *III.12 semi-incluyente* y una enmarcada en *III.13 incluyente* porque en su discurso presenta un ejemplo verbal que exterioriza al ser humano en el ecosistema (ver capítulo IV.1.6 p.256).

Por consiguiente, la profesora reconoce la importancia de las imágenes para el aprendizaje de los estudiantes, pero no posee esa pericia del uso idóneo de las mismas, aspecto que limita el uso minoritario de estas en su clase. Resultados que concuerdan con Gess-Newsome (2015), cuando afirma que el que un docente considere una instrucción adecuada no es condición necesaria para que posea la habilidad establecida para implementarla correctamente.



Figura V.22. Divergencia entre las concepciones declaradas de la Profesora y las representadas en su práctica de aula según el ámbito III.

Para cerrar la discusión respecto a las concepciones declaradas y práctica de aula de la profesora, vemos necesario reflejar que concertamos como las declaraciones en la participación del grupo de clase fortalece en la profesora el enfoque tradicional para la enseñanza de las ciencias, que ha sido manifestado a lo largo de esta discusión. Aspecto que refuerza la validación de los resultados para perfilar no solo el componente del CDC-Ec que nos interesa en esta

investigación, en concreto el Conocimiento y concepciones acerca de estrategias instruccionales para la enseñanza del ecosistema (ver Figura V.23 color rojo), sino también perfilar otros componentes del CDC-Ec (ver Figura V.23 representación incolora) fundamentados desde la teoría y de lo observado, analizado e interpretado durante el proceso investigativo en campo y fuera de éste.

Consecuentemente con lo anteriormente mencionado, hemos validado que el componente de las Orientaciones hacia la enseñanza del ecosistema es el que presenta mayor relación con las estrategias instruccionales, que fueron directamente objeto de esta investigación. Esto es porque ambos van de la mano con el enfoque de la enseñanza de las ciencias que tenga el profesor (ver Figura V.17).



Figura V.23. Síntesis de la Relación dinámica de los resultados

V.7. Discusión de las imágenes del ecosistema en los libros de texto 1, 2, 3, 4

La línea principal de la discusión en este apartado se encamina al hallazgo de concurrencias entre las categorías del ámbito Taxonomía de las imágenes en los libros de texto que puedan ser facilitadoras de la enseñanza y aprendizaje del ecosistema y de oposiciones entre las mismas que pueden actuar obstaculizando dichos procesos. Es importante tener en cuenta que las concurrencias y oposiciones aquí presentadas surgen de acuerdo a la frecuencia

de UA reiterativas, resaltando las que consideramos imprescindibles en los procesos de alfabetización visual. En busca de sintetizar lo más posible, remitiremos las ejemplificaciones directamente implicadas a la descripción desde la representación lingüística y, las que consideremos necesarias para esclarecer el vínculo o la divergencia, las remitiremos a su representación icónica.

Estas concurrencias y oposiciones se obtienen bajo el contraste de los datos tomados a través de las rejillas utilizadas como instrumentos de análisis de las ilustraciones de los libros de texto, que pueden consultarse en los siguientes anexos (VI.1, VI.2, VI.3, VI.4 y VI.5).

Por tanto, pretendemos ofrecer una claridad a los docentes cuando seleccionen una imagen o la construyan, discutiendo por qué es más viable o menos viable vincular una sub-categoría con otra u otras, de acuerdo a los resultados que arrojó este estudio.

Dando continuidad, presentamos en la Figura V.24 la concurrencia múltiple que se despliega de la categoría *III.E función de la secuencia didáctica en la que aparecen las ilustraciones en el libro de texto* (representada por el color amarillo) con las demás categorías III.F (color azul), III.G (color burdeos), III.H (color verde), III.I (color purpura).

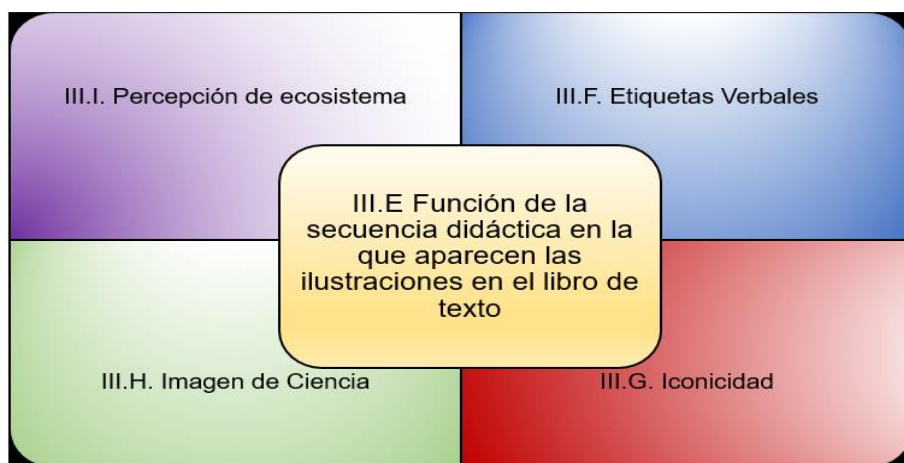


Figura V.24. Concurrencia múltiple entre la categoría III.E y las categorías III.F, III.G, III.H, III.I

De la anterior figura, entendemos que en gran medida cada una de las categorías depende de la función de la secuencia didáctica en la que aparecen las ilustraciones en el libro de texto, por tanto, se procede a representar las

conurrencias y oposiciones halladas en cada una de las imágenes de los libros 1, 2, 3, 4 teniendo presente como eje central, la categoría III.E.

En síntesis, la ruta a seguir trabaja las conurrencias y oposiciones entre:

- Las subcategorías de *III.E* y las subcategorías de *III.F*
- Las subcategorías de *III.E* y las subcategorías de *III.G*
- Las subcategorías de *III.E* y las subcategorías de *III.H*
- Las subcategorías de *III.E* y las subcategorías de *III.I*

V.7.1. Conurrencias y oposiciones entre III.E Función de la secuencia didáctica con III.F Etiquetas verbales.

Las etiquetas verbales que suelen acompañar a las imágenes han sido tema que en años anteriores era bastante criticado debido a que brillaban por su ausencia en los libros de texto, sin embargo podemos ver cómo en este caso, actualmente no es predominante, con lo que sí hay que tener cuidado es la manera como están siendo incorporadas, es por esto que en este apartado consideramos las relaciones y oposiciones entre la secuencia de la función didáctica y las etiquetas verbales presentes en imágenes de los Libros 1, 2, 3, 4 donde interpretamos lo viable o inviable de representar una imagen con etiqueta o sin etiqueta, dependiendo de la función que los docentes pretendan abordar según el objetivo requerido para sus clases.

a) Conurrencia entre la Sub-categoría III-E1 Evocación y la sub-categoría III.F3 Relacionales

En la Figura V.25. desvelamos que, de todos los libros aquí analizados, solo en el Libro 3 se halla una conurrencia sobre *III.E1 evocación*, que está estrechamente correspondida con una etiqueta de tipo *III.F3 relacional*. Lo anterior significa que, de todos los libros analizados, solo el Libro 3 presenta dos imágenes que se caracterizan por evocar conceptos utilizando la ayuda de la etiqueta relacional, permitiendo recrear y contextualizar al lector a través de narraciones. A continuación, presentamos un ejemplo en concreto. Hay una ilustración de alta montaña recubierta de nieve, asimismo se representan diversos animales, su etiqueta verbal es la siguiente:

“En la montaña, el biotopo presenta grandes diferencias de temperatura entre el verano y el invierno, llegando a quedar cubierto de nieve en los meses más fríos. La escasez de alimento es la causa de que muchos animales migren durante el invierno a zonas más cálidas” (ver Libro 3 p.104).

Al respecto, entendemos que la imagen referida pretende informar al lector de datos nuevos (biotopo) a través de un recuerdo familiar desde su experiencia cotidiana que se supone conocida, en concreto las **estaciones de verano e invierno**. Para lograr lo anterior es primordial el uso de etiquetas verbales relacionales, ya que permiten extender la retórica impregnando la evocación que se pretende. Así que interpretamos que esta concurrencia encontrada en el Libro 3 puede ser favorecedora para el aprendizaje por imágenes.

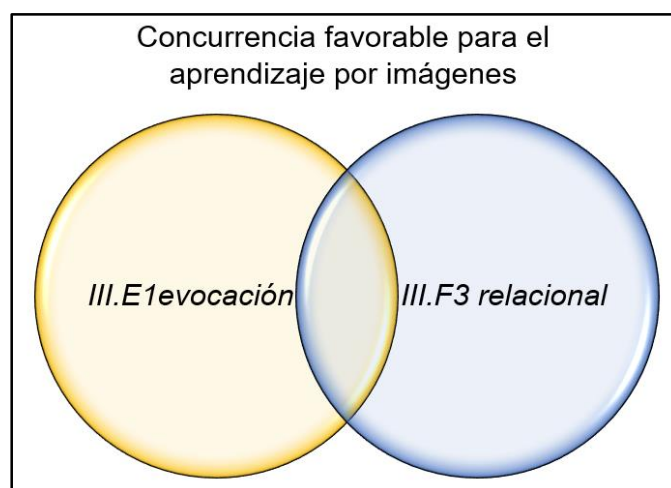


Figura V.25. Concurrencia entre III.E1 y III.F3 del Libro 3

a) Concurrencia entre la sub-categoría III-E2 Definición y la sub-categoría III.F2 Nominativas.

Revisando los datos obtenidos del análisis de las imágenes podemos decir que las imágenes que representaron su función central dentro de la secuencia didáctica enmarcada a la sub-categoría *III.E2 definición* presentaban una tendencia a poseer etiquetas verbales de tipo *III.F2 nominativas*. Por ello la Figura V.26 exterioriza una concurrencia entre dichas sub-categorías para los

Libros 1, 2, 4, ya que para el Libro 3 no se caracterizó ninguna imagen tendiente a la *III.E2 definición*.

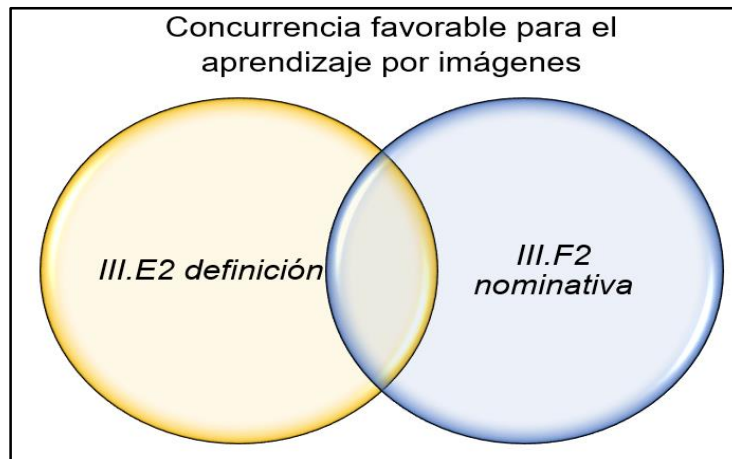


Figura V.26. Concurrencia entre III.E2 y III.F2 del Libro 1, 2, 4

Para esclarecer lo anterior traemos un ejemplo: Hay una imagen del Libro 2 que cumple una función didáctica para la definición de conceptos, pretendiendo establecer significados de varios términos nuevos dentro del contexto teórico.

Es decir, que dichas definiciones (representaciones lingüísticas) están integradas de cierto modo a la representación icónica, sin embargo, son externas de la etiqueta verbal. En otras palabras, la etiqueta verbal de tipo nominativa es "*niveles tróficos en un ecosistema*" porque usa directamente el rótulo sintético que reúne todas las definiciones que están pretendiendo ser representadas (ver Figura V.27).

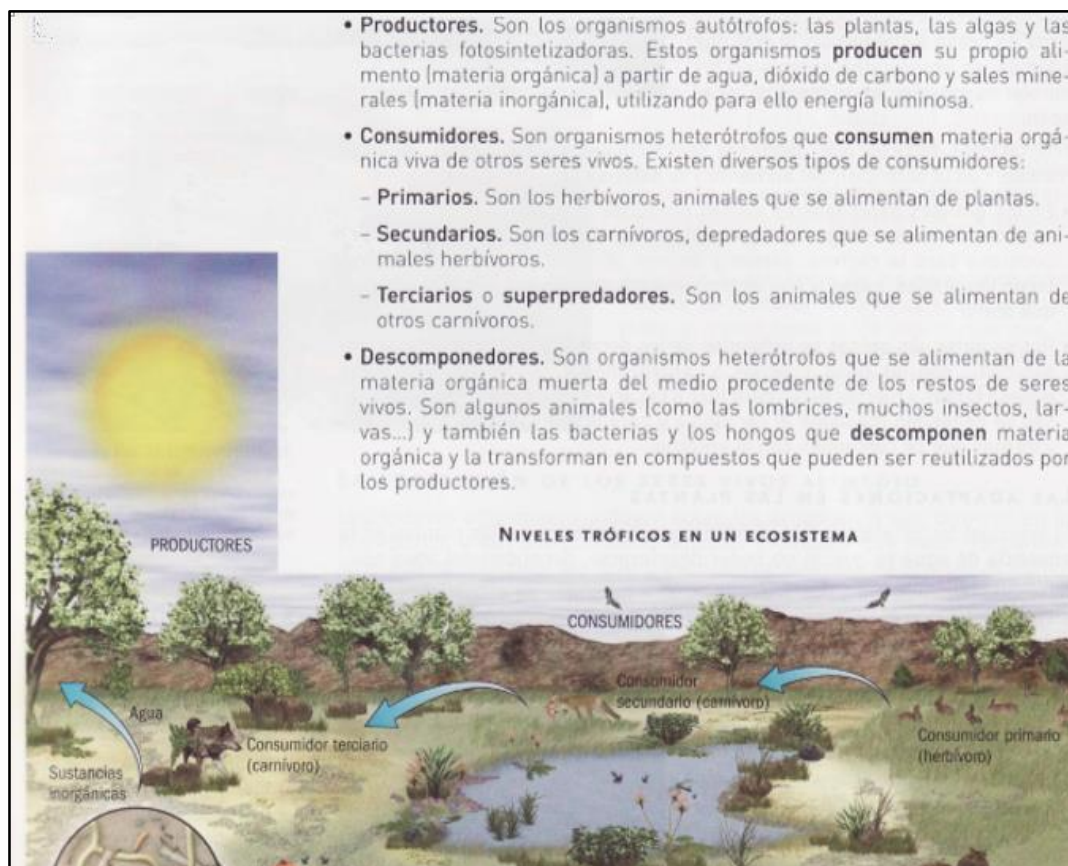


Figura V.27. Imagen que representa la concurrencia entre III.E2/F2 (Libro 2 p.76)

De ahí que la concurrencia hallada en los libros 1, 2, 4 tiene lógica secuencial porque si se pretende definir varios conceptos que están integrados en una imagen global, no tendría sentido etiquetarla de manera relacional ya que su extensión sería más de lo recomendado para el caso de una etiqueta de este tipo. Por consiguiente, sí el propósito es definir cada elemento representado, creemos que optar por un rotulo sintético que involucre todo, parece ser una opción recomendable, cuando el propósito lleve a una definición.

b) Concurrencia entre la sub-categoría III-E3 Aplicación y la sub-categoría III.F3 Relacionales

Entretejiendo este apartado de discusión de los resultados, encontramos que las imágenes de los cuatro libros cuya función principal marcaba una tendencia a la

III.E3 aplicación, estaban acompañadas de una etiqueta verbal *III.F3 relacional*, por ello lo que presentamos en la Figura V.28 un fuerte y significativo vínculo, dado que cuando la imagen pretende mostrar con ejemplos la consolidación de una definición, ayuda a esto una etiqueta de tipo relacional que describa los elementos de la ilustración. Conforme a lo anterior, el Libro 1 presenta una imagen del pez payaso junto con la actina que está pretendiendo ejemplificar el mutualismo, de modo que para dar un sólido argumento de dicho ejemplo es necesario integrar una etiqueta relacional (ver Libro 1 p.221).

En consecuencia, una imagen con esta concurrencia puede ser coadyuvante del aprendizaje. Sin embargo, hay que tener presente que esta concurrencia por sí sola no guarda significados para la enseñanza de la ciencia, dado que son varias las conexiones que se deben tener integradas en el momento de diseñar, elegir e interpretar una imagen. De manera metafórica consideramos que la extracción que hacemos de las concurrencias actúa como piezas de puzle, permitiendo la construcción progresiva para llegar al todo.

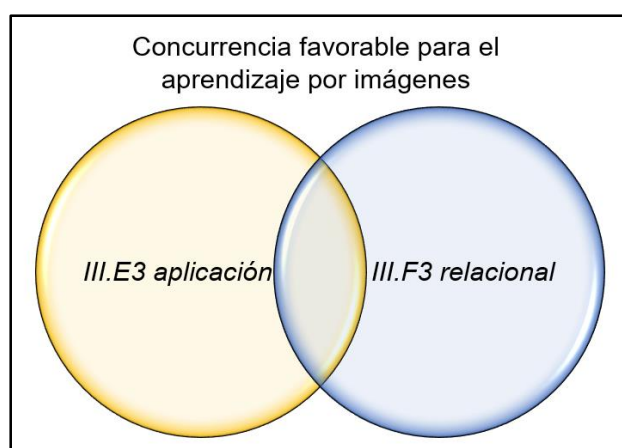


Figura V.28. Concurrencia entre III.E3 y III.F3 del Libro 1, 2, 3, 4

c) Concurrencia y Oposición entre la sub-categoría III-E4 Descripción y las sub-categorías III.F2 Nominativas y III.F3 Relacionales.

Revisando los resultados hemos encontrado que en los cuatro libros de texto cuando las imágenes operan para describir conceptos o sucesos que lleven a dicha conceptualización, hay una tendencia a estar acompañadas de etiquetas *III.F2 nominativas* y otras de etiquetas *III.F3 relacionales*.

La Figura V.29 representa, por un lado, la concurrencia hallada en los cuatro Libro con imágenes que refieren sucesos o hechos ajenos al lector, de modo que lleguen a la contribución de un contexto necesario, denominado *III.E4 descripción* bajo la utilización de etiquetas verbales de tipo *III.F3 relacional*, siendo estas últimas las que proveen o complementan la imagen de dicho contexto necesario.

Por otro lado, también se observa en la Figura V.29 la oposición hallada en el Libro 1 y 3 debido a que las imágenes de tipo *III.E4 descripción*, en mayor tendencia emplearon etiquetas *III.F2 nominativas*, aspecto que vemos opuesto o divergente porque puede obstaculizar la interpretación de las imágenes del ecosistema, ya que si el objetivo primordial de las imágenes es describir, necesariamente se requiere que la etiqueta trascienda la nominación.

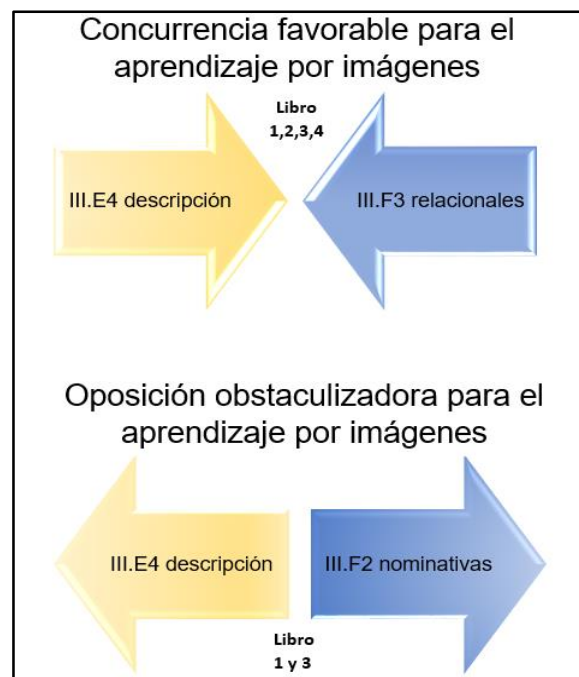


Figura V.29. Concurrencia entre III.E4/III.F3 y Oposición entre III.E4/III.F2 del Libro 1, 2, 3, 4

La Figura V.30 representa un ejemplo concreto de la concurrencia entre E4/F3, es una imagen extraída del Libro 4 que representa un tiburón en medio de un banco de peces en búsqueda de su alimento, donde su papel es descriptivo porque hace referencia a datos curiosos que pueden ser de interés para los

lectores. En resumen, está impregnando el contexto característico de los tiburones y adicionalmente acarrea una etiqueta *III.F3 relacional*.

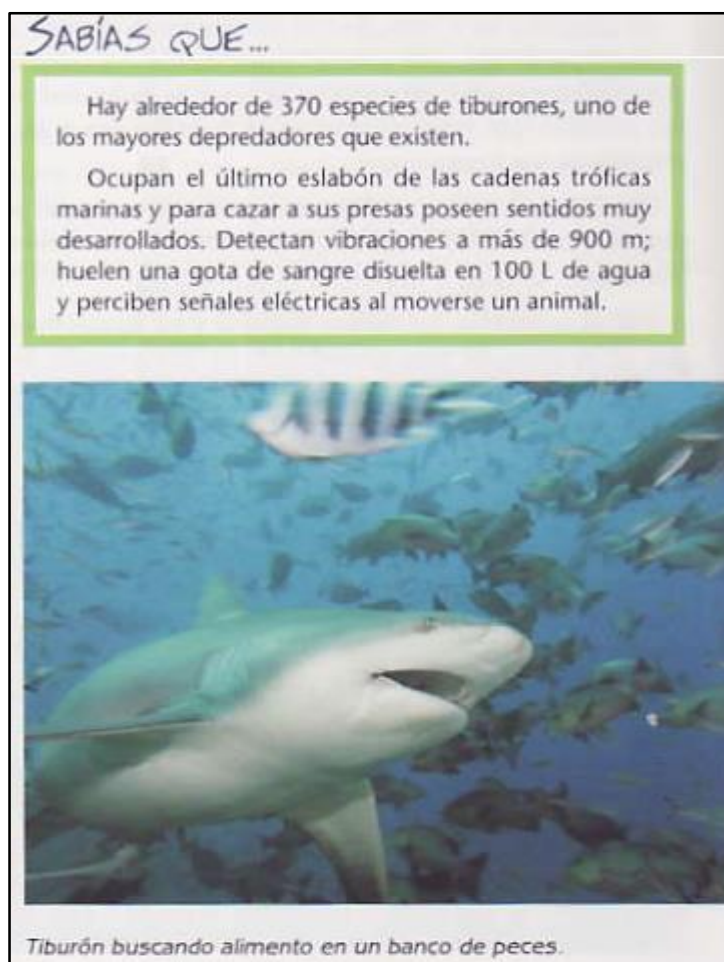


Figura V.30. Imagen que representa la concurrencia entre E4/F3

d) Concurrencia y Oposición entre la sub-categoría III-E5 Interpretación y las sub-categorías III.F2 Nominativas y III.F3 Relacionales

Para este caso, encontramos que las imágenes con una afinidad a la función de *III.E5 interpretación* estaban acompañadas de una etiqueta *III.F3 relacional*, concurrencia que acogemos favorablemente de los Libros 1, 2, 3 (ver Figura V.31). Para esclarecer lo hallado, traemos un ejemplo extraído del Libro 1 donde se representa una cadena trófica que está cumpliendo la función didáctica de *III.5 interpretación* dado que exterioriza pasajes explicativos de conceptos teóricos que ayudan a la descripción de las relaciones entre acontecimientos experimentales.

Adicionalmente, la imagen que referimos presenta un elemento a destacar, ofrece una pista para la interpretación, informando al lector sobre el significado de signos: *“en una cadena trófica las flechas nos indican el sentido en el que fluye el alimento”* (ver Libro 1. p.223). Para este caso dicha imagen está acompañada de una etiqueta *III.F3 relacional*.

Relacionando lo anteriormente dicho, coincidimos con investigaciones como la de López-Manjón y Postigo (2016) quienes indagaron en imágenes embebidas en las actividades de los libros de texto, encontrando muy pocas que enseñan sobre la imagen en la actividad. Aunque nuestro estudio no pretende indagar dicho criterio, fue satisfactorio encontrarnos con ese detalle sencillo, pero altamente significativo, en los procesos para una alfabetización visual.

Por otro lado, la Figura V.30 también revela una oposición hallada en el Libro 1 y 4 para las imágenes que pretenden llevar al lector a la interpretación del ecosistema usando etiquetas de tipo nominal, dirección totalmente opuesta, porque una etiqueta de este corte es totalmente escueta para un tipo de función de la secuencia didáctica de mayor nivel.

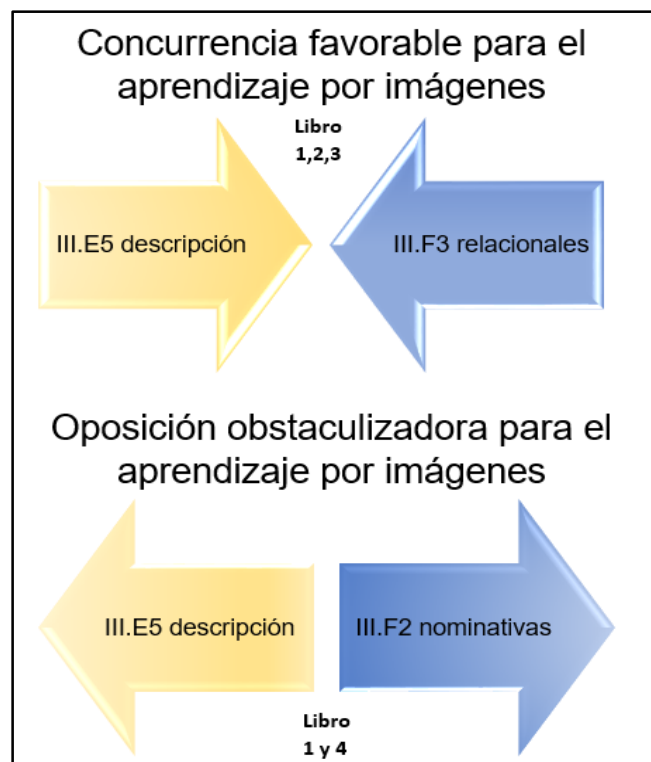


Figura V.31. Concurrencia entre III.E5/F3 y Oposición entre III.E5/III.F2 de los Libros 1, 2, 3, 4

e) Concurrencia y Oposición entre la sub-categoría III-E6 Problematicación y las sub-categorías III.F1 Sin etiqueta, III.F2 Nominativas y III.F3 Relacionales.

Nos remitimos a la Figura V.32 para representar primeramente la concurrencia hallada en los Libros 1,2,3 cuando las imágenes de estos pretenden problematizar sobre el ecosistema, empleando rótulos descriptores de asociaciones entre los elementos de la ilustración, es decir, etiqueta *III.F3 relacional*. Cabe señalar que lo anterior arroja como resultante que dicha concurrencia puede facilitar la interpretación de la misma.

De igual manera, la Figura V.32 plantea dos oposiciones frente a la función de la secuencia didáctica *III.E6 problematización*, es decir, que en imágenes tendentes a ésta se encontraron etiquetas nominativas o simplemente no poseían etiqueta. Al respecto, dicha función en la imagen es de un alto nivel que amerita una etiqueta significativa, pero que en el Libro 1 y 4 no se representó ninguna etiqueta *III.F1 sin etiquetas*. Situación impropia porque recordemos que una imagen que no presente rotulación no facilita la contextualización de la misma y esto puede generar obstáculos para su interpretación.

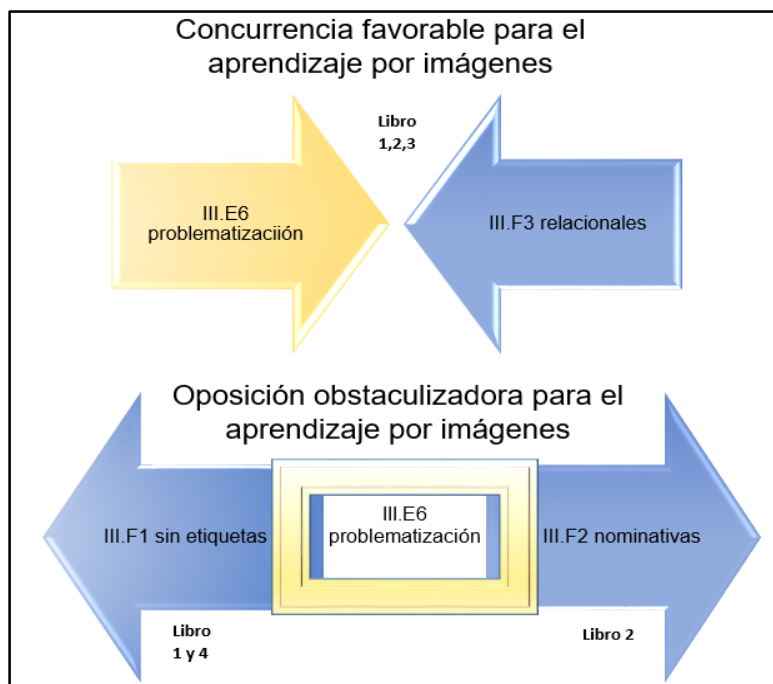


Figura V.32. Concurrencia entre III.E6/III.F3 y Oposición entre III.E6/III.F1-III.F2 del Libro 1, 2, 3, 4

En síntesis, la Figura V.32 muestra que los Libro 1, 2, 3 presentan una concurrencia favorable para el aprendizaje por imágenes; en los Libros 1 y 4 destacan ilustraciones que pretenden llevar a los discentes a problematizar sobre el ecosistema sin llegar a utilizar etiquetas, y también se encontraron ilustraciones en el libro 2 que pretenden problematizar al lector empleando etiquetas nominativas, factor que no permite llegar a esta problematización, dado que falta el apoyo y soporte de la representación lingüística que oriente a esas imágenes.

Para esclarecer lo mencionado, la Figura V.33 representa un ejemplo concreto de la concurrencia entre E6/F3. Se evidencia que la imagen incluye dos gráficas en una misma representación pictórica, desvelándose la función didáctica de tipo *III.E6 problematización*, dado que se plantean interrogantes no retóricos que no pueden resolverse con los conceptos que se han definido con anterioridad, en otras palabras, se pone a prueba el interés y la capacidad de contextualizar temáticas en diferentes situaciones.

Continuando en esta línea, apreciamos que la imagen en cuestión posee representaciones lingüísticas a su alrededor que hacen referencia a los datos estadísticos de las gráficas sobre la población de alces y la población de lobos. Sin embargo, consideramos que es necesario adjudicarle una etiqueta generalizadora y, a su vez, unas sub-etiquetas, ya que son gráficas que necesitan contextualizar mínimamente los ejes horizontales y verticales.

Igualmente podemos apreciar que el contexto al que hace alusión la ilustración, Estados Unidos, como ocurre con las relaciones que presentamos más adelante, concuerdan con Bermúdez et al. (2014) al hallar que los libros de texto rara vez usan ejemplos con especies nativas y suelen emplearse especies exóticas como también podemos observar en nuestro caso.



Figura V.33. Imagen que representa la concurrencia entre E6/F3 (Libro1 p.280)

De ahí que sea importante destacar que el Libro 1 utilizado por la profesora durante la enseñanza y aprendizaje del ecosistema incorpora vínculos y divergencias respecto a las imágenes de tipo problematizado. En este sentido, la interpretación idónea de las imágenes con estas características, en su mayor parte, recae en el uso que la profesora pueda hacer de éstas y a su vez, como afirman Perales y Jiménez (2004), de las necesidades y concepciones previas que puedan tener los estudiantes.

f) Concurrencia entre la sub-categoría III-E7 Identificación y las sub-categorías III.F2 Nominativas y III.F3 Relacionales.

Para este caso hemos encontrado que las imágenes de los Libros 1, 2, 3, 4 que cumplen el papel de *III.E7 identificación*, en gran medida estaban acompañadas de etiquetas de tipo *III.F3 relacional* y los Libros 3, 4 también representaban una frecuencia alta de imágenes con etiquetas III.F2 nominativas (ver Figura IV.34). Resultados que consideramos una concurrencia dual favorable para el aprendizaje por imágenes.

Por tanto, concluimos que para este caso se puede llegar a una identificación a través de las etiquetas mencionadas, teniendo en cuenta que los libros que emplean las etiquetas relacionales, pueden ampliar una identificación de mayor número de elementos, aspecto que refuerza el fuerte vínculo que hay entre lo que la imagen quiera que el lector identifique y su etiqueta verbal.

Lo anteriormente explicado se refleja por ejemplo en el Libro 3 en la p.108 donde encontramos 17 imágenes, todas pretenden la *III.E7 identificación* de un suceso del ecosistema marino y cada imagen se apoya de etiquetas nominativas, en concreto, hay dos imágenes globales y las otras son extraídas de la imagen global para “identificar mejor el elemento” (animales y plantas acuáticas).

En relación al ejemplo que presentamos, entendemos que quizás el extraer las imágenes de la ilustración global puede ser un causal distractor que actúa como decoración amplia, dado que el hecho de visualizar una cantidad tan elevada de imágenes en una página de un libro de texto podría ser obstaculizante para entender el ecosistema como un todo, llevando a conjeturas fragmentadas o sectorizadas. Además, porque una buena solución para evitar que las ilustraciones que han sido aisladas no sean consideradas como simple decoración y que mitiguen esa visión fragmentada del ecosistema, es adicionando signos (flechas) y etiquetas (nominativas) a la imagen global para identificar los otros elementos que la componen.

Nuestra interpretación respecto a que quizás muchas de las imágenes de las referidas en el ejemplo anterior están cumpliendo un papel decorativo, concuerda con la investigación de López-Manjón y Postigo (2016) ya que encontraron que la editorial que para nuestro caso es el Libro 3 representó mayor número de actividades con imágenes decorativas.

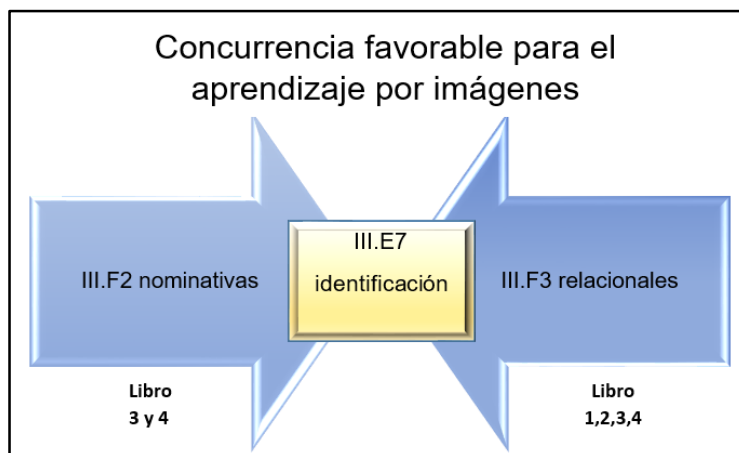


Figura V.34. Concurrencia entre III.E7/III.F2 y E7/III.F3 del Libro 1, 2, 3, 4

V.7.2. Concurrencias y Oposiciones entre las sub-categorías de III.E Función de la secuencia didáctica en la que aparecen las imágenes en el libro de texto con III.G Iconicidad

La iconicidad refleja el nivel o grado de realidad que alcanza una imagen, ya que ésta, como representación pictórica, presenta propiedades analógicas que requieren de un procesamiento complejo. Hemos detectado que para algunas situaciones o hechos puede operar eficazmente una iconicidad u otra. Por tanto, en esta sesión consideramos relevante destacar los vínculos y divergencias encontrados, con la finalidad de facilitar a los docentes el uso idóneo del nivel icónico respecto al papel de la imagen que considere necesario y le ayude en el propósito de sus clases.

a) Concurrencia entre la sub-categoría III-E1 Evocación y la sub-categoría III.G2 Dibujo Figurativo

En la Figura V.35 se puede ver la concurrencia hallada en el Libro 3, entre *III.E1 evocación* y *III.G2 dibujo figurativo*, los otros libros no representaron imágenes que pretendieran evocar.

Respecto a lo anterior creemos que esta vinculación es favorable porque para referirse a un hecho o suceso cotidiano *III.E1 evocación* puede darse mediante este nivel de iconicidad *III.G2 dibujo figurativo* que, aunque no es el que más se acerca a la realidad, puede recrear objetos o sucesos temáticos que evocan por el simple hecho de observar un dibujo, ya que éste siempre ha sido asociado con

infantes. En este caso los libros analizados son del segundo curso de la ESO, por tanto a estos estudiantes que ya son mayores, podría remitirlos a realizar asociaciones con el pasado. Aquí es pertinente anotar que las imágenes despiertan infinitas emociones, dependiendo de muchos factores, solo por mencionar uno tenemos a los extrínsecos como por ejemplo el color y a los intrínsecos como por ejemplo la temática. De ahí que cuando requerimos que la imagen evoque sucesos que ayuden en la retención de un nuevo concepto hay que tener cuidado con estos aspectos extrínsecos e intrínsecos para impactar en un grado mayor de manera positiva sobre lo que pretende. Así que creemos que dicha concurrencia puede ser favorable para el aprendizaje por imágenes.

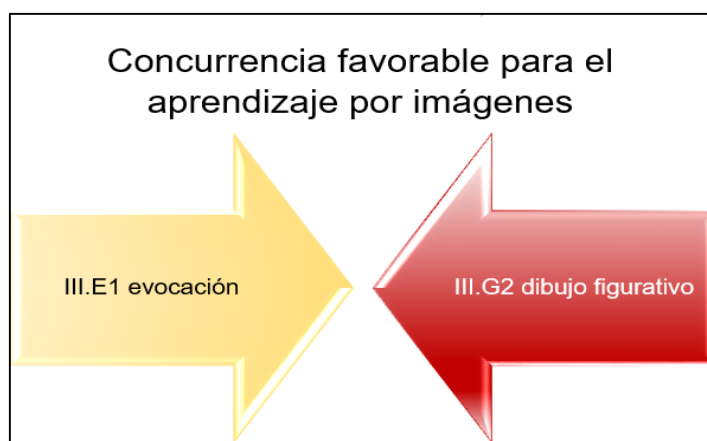


Figura V.35. Concurrencia entre III.E1 Evocación, y III.G2 Dibujo figurativo, hallada en el Libro 3

b) Concurrencia entre la sub-categoría III-E2 Definición y la sub-categoría III.G3 Dibujo Figurativo + Signos

Revisando nuestros resultados, encontramos que el Libro 3 no representa imágenes características del papel de la imagen desde *III.E2 definición* y las imágenes de los Libros 1, 2, 4 que presentaron una caracterización desde su función didáctica *III.E2 definición*, destacaron por una frecuencia alta de estar representadas con la iconicidad *III.G3 dibujo figurativo+signos*.

En este sentido, la Figura V.36 pretende exteriorizar que de los Libros 1, 2, 4 hallamos una relación bastante estrecha entre *III.E2 definición* y *III.G3 dibujo figurativo + signos*, dado que cuando las ilustraciones pretenden establecer el significado de un término nuevo dentro de un contexto teórico, es altamente

gratificante para el lector, observar signos que puedan esclarecer aspectos de manera abstracta, que quizás estén implícitos.

Para esclarecer lo anterior, traemos un ejemplo del Libro 1 (libro utilizado por la profesora): hay una imagen que está definiendo el recorrido de la materia en los niveles tróficos a través del dibujo figurativo + signos, representación acorde, porque ya hemos dicho que los signos ayudan a exteriorizar de cierto modo procesos imperceptibles a nuestros ojos, como lo es en este caso el ciclo de la materia (ver Libro1 p.225).

De igual forma hemos detectado que la imagen sobre el ciclo de la materia que estamos ejemplificando debe ir acompañada de la representación del flujo de energía, como expresan González-García et al. (2015), ya que el ciclo de la materia, aunque presenta características diferentes en su recorrido (ciclo cerrado que puede reciclarse), está condicionado por el flujo de energía (ciclo abierto de energía que se degrada y no se recupera).

En síntesis, podemos decir que dicha concurrencia es favorable para la enseñanza por imágenes, es decir, que la vinculación (III.E2/III.G3) por sí sola es significativa, como hemos expuesto en los anteriores párrafos, pero es necesario aclarar que cuando analizamos la imagen sobre el ciclo de la materia incorporando otras variables, la imagen en concreto que referimos puede incurrir en una conceptualización impropia.

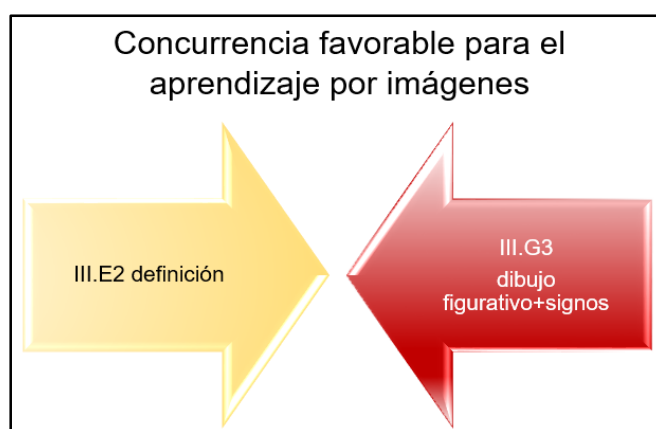


Figura V.36. Concurrencia entre III.E2 y III.G3 de los Libro 1, 2, 4

c) Concurrencia entre la sub-categoría III-E3 Aplicación y la sub-categoría III.G1 Fotografía

Revisando los resultados encontramos que las imágenes de los Libros 1,2,3,4 que pretendían una *III.E3 aplicación* o ejemplificación marcaron una tendencia a estar representadas por una iconicidad de tipo *III.G1 fotografía*. Relación que consideramos favorable para el aprendizaje por imágenes (ver figura V.37).

Esto se puede evidenciar en el Libro, en la representación pictórica de un oso cazando un pez, donde su etiqueta de tipo relacional proporciona el contexto que le da la connotación de ser una imagen que muestra ejemplos para extender o consolidar una definición, en este caso, la relación interespecífica depredación, su etiqueta refiere textualmente lo siguiente:

“Un organismo, el depredador caza y da muerte a otro, la presa, para alimentarse. Las águilas son depredadoras de las liebres, y las caballas, de las medusas.” (ver Libro 1 p.221)

Respecto a lo anterior, entendemos que para ejemplificar lo ideal es a través de una imagen que se aproxime a lo real y, como decíamos antes, la fotografía es la que más lo hace. Sin embargo, dependiendo del concepto o temática que se quiera ejemplificar también encontramos que puede ser más útil representar mediante un dibujo figurativo, por ejemplo, cuando hablamos de procesos internos en las hojas de las plantas.

Por consiguiente, podríamos concretar que la iconicidad empleada para las ilustraciones de los libros de texto, aunque dependa en gran parte de la secuencia de la función didáctica, no es relación suficiente para predecir que pueda facilitar la lectura de dichas ilustraciones, ya que, según Perales y Jiménez (2004), las imágenes como cualquier otra representación gráfica, no expresan nada en sí mismas, porque son las personas las que determinan el significado en función de las concepciones previas y de sus necesidades de información.

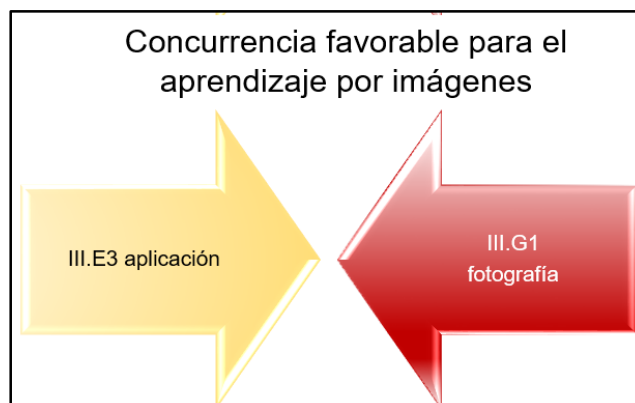


Figura V.37. Concurrencia entre III.E3 y III.G1 del Libro 1, 2, 3, 4

d) Concurrencia entre la sub-categoría III-E4 Descripción y las sub-categorías III.G1 Fotografía y III.G3 Dibujo Figurativo + Signos

Contrastando las imágenes analizadas hemos encontrado que cuando tenían su finalidad marcada en la *III.E4 descripción* fueron representadas frecuentemente a través de una iconicidad de tipo *III.G1 fotografía* en los Libros 2, 3, 4 y *III.G3 dibujo figurativo + signos* en el Libro 1, vinculaciones que nos parecen pertinentes para un aprendizaje por imágenes (ver Figura V.38).

Del Libro 2 podemos extraer un ejemplo que ayuda a visualizar lo expuesto en el anterior párrafo para la relación *III.E4/III.G1*. Hallamos la representación icónica sobre un águila imperial a través de la fotografía y su pasaje descriptivo es el siguiente:

“El águila imperial (Águila adalberio) es una de las rapaces más amenazadas de la fauna mundial. En la actualidad solo unas 200 parejas sobreviven en el tercio suroeste de la península, su envergadura es impresionante, alrededor de dos metros, y su peso oscila entre 2,5 y 4 kilos. Su hábitat natural es el bosque mediterráneo, en cuyos árboles construye los nidos. Se alimenta fundamentalmente de conejos, pero también actúa como superpredador capturando otros predadores como zorros, comadreja o cernícalos” (ver Libro 2 p. 95).

Todo esto parece confirmar que la alusión a sucesos no cotidianos para el lector, permite proporcionar un contexto necesario. En esta línea una representación idónea es la iconicidad de mayor nivel, es decir, la fotografía, ya que si es un suceso poco familiar, una buena estrategia es acercar al estudiante a la realidad

y la fotografía ayuda en gran parte a esto. Asimismo, un dibujo figurativo + signos se corresponde estrechamente con pretender describir.

Conforme a lo que hemos planteado, nuestras apreciaciones son favorables como aportes significativos que se deben tener en cuenta dentro del diseño, interpretación y selección de imágenes. Sin embargo, hay que dejar claro que el efecto de la fotografía en el aprendizaje es un proceso complejo, como dicen Leivas y Roth (2003) hay que considerar la forma en que son producidas y la forma en que son recibidas por el lector.

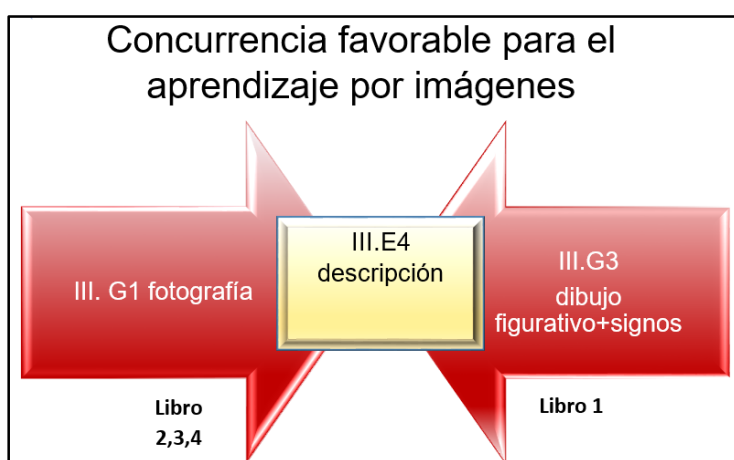


Figura V.38. Concurrencia entre III.E4/III.G1y III.E4/III.G3 del Libro 1, 2, 3, 4

e) Concurrencia entre la sub-categoría III-E5 Interpretación y la sub-categoría III.G1 Fotografía

Para detallar los resultados que vincularon las sub-categorías correspondientes a este apartado, hemos observado que las imágenes de los Libros 1, 2, 3, 4 que tienen tendencia a *III.E5 interpretación*, en mayor medida estaban representadas por *III.G1 fotografía*.

Un ejemplo de este vínculo es extraído del Libro 1, cuando la *III.G1 fotografía* enfocaba la parte superior de los árboles y el cielo luminoso. Su etiqueta relacional literalmente decía:

“la luminosidad es de gran importancia, porque la energía luminosa del Sol es utilizada por las algas y por las plantas para realizar la fotosíntesis” (ver Libro 1 p. 219).

Esto nos muestra que la imagen pretende explicar el concepto de luminosidad buscando la descripción de relaciones entre acontecimientos experimentales y, para esto, utiliza la iconicidad de tipo *III.G1 fotografía*. Al respecto consideramos que constituye una concurrencia significativa y directamente proporcional (ver Figura V.39) que está soportada desde investigaciones como la de Perales y Jiménez (2002), a mayor iconicidad (Fotografía), mayor puede ser la interpretación por parte del lector porque las imágenes que son menos realistas (menor iconicidad) exigen un alto conocimiento del código simbólico utilizado.

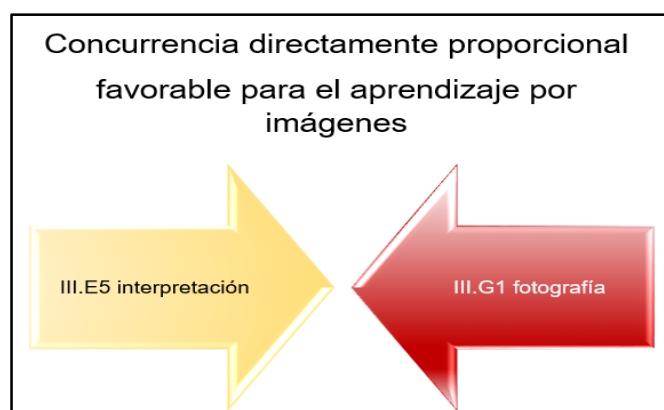


Figura V.39. Concurrencia entre III.E5 y III.G1 de los Libros 1, 2, 3, 4

f) Concurrencia entre la sub-categoría III-E6 Problematicación y todas las sub-categorías de Iconicidad.

Prosiguiendo la deliberación para la sub-categoría *III.E6*, podemos contemplar en la Figura V.40 que las imágenes de corte problematizadora pueden ser representadas en los distintos niveles de iconicidad, de acuerdo al planteamiento de interrogantes que ésta use para llegar al estudiante a poner a prueba sus ideas.

En este sentido, como resultante obtenemos que hay una mayor relación entre *III.E6 Problematicación* con *III.G4 Dibujo esquemático*, porque éste no guarda similitud con elementos reales y prima la representación de las relaciones, siendo el caso más popular, las representaciones graficas o los mapas conceptuales que suelen ser constantes en cualquier prueba o test académico. En otras palabras, la iconicidad de tipo esquemático parece ser muy indicada en las imágenes con una función problematizadora, ya que ayuda en planteamientos que no se resuelvan con los conceptos definidos.

De lo anterior, deducimos que los Libros 2 y 4, al representar las imágenes problematizadoras desde una iconicidad esquemática, cooperan en la alfabetización para familiarizar a los estudiantes en las pruebas académicas que puedan enfrentarse en un futuro.

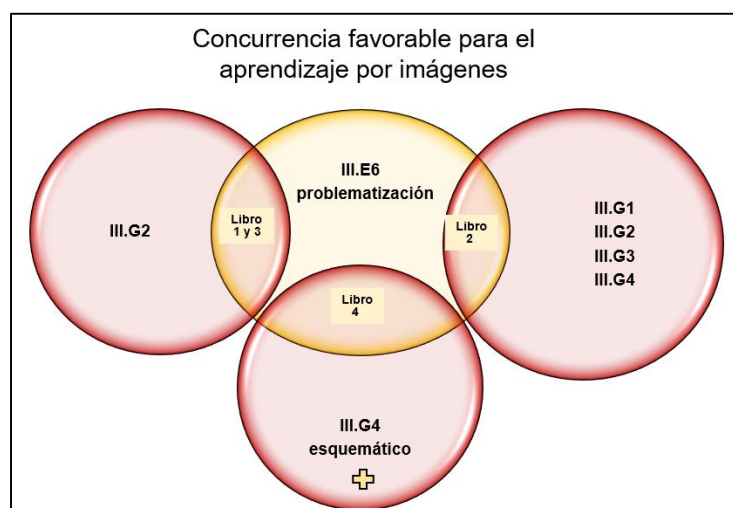


Figura V.40. Concurrencia entre III.E6 y todas las sub-categorías de Iconicidad de los Libros 1, 2, 3, 4

Un ejemplo de la concurrencia referida entre *III.E6 problematización* y *III.G4 esquemático* la podemos extraer del Libro 4, donde hay una gráfica que no está mostrando ningún elemento relacionado con la realidad y el planteamiento de sus preguntas no son retóricas, incluso se pregunta lo mismo de manera diferente, situación que ayuda a visualizar si hay coherencia y comprensión de las respuestas proporcionadas por los estudiantes. El texto acompañante de la imagen que referenciamos es el siguiente:

“¿qué nos muestra ésta gráfica?, ¿cuáles son los límites de temperatura tanto inferior como superior en los que puede vivir esta especie de peces?, ¿cuál es la temperatura óptima o más adecuada?, ¿cuál es el número máximo que se alcanza en el lugar estudiado?” (ver Libro 4 p.189)

g) Concurrencia y oposición entre la Sub-categoría III-E7 Identificación y las sub-categorías III.G1 Fotografía y III.G2 Dibujo Figurativo

En la Figura V.41 podemos determinar que la sub-categoría *III.E7 identificación* presenta, por un lado, una concurrencia con la iconicidad *III.G1 fotografía*, ya que cuando la intención predominante en las imágenes de un libro de texto está focalizada a la identificación, lo más acorde para lograrlo es representándola bajo una iconicidad alta, como lo es la fotografía, caso que concuerda con Parcerisa (1996), quien sustenta que las imágenes informativas deben ser lo más realistas posibles, sin embargo este tipo de imagen puede pretender informar variabilidad de cosas, por tanto creemos que también otra iconicidad muy relacionada con esto es la del dibujo figurativo + signos, que no está representada en la Figura V.41, puesto que no se obtuvieron resultados sobresalientes de los libros de texto que son de interés en esta pesquisa, pero que para nosotros es importante mencionar en este apartado, ya que este nivel de iconicidad sería muy útil cuando se quiere identificar aspectos abstractos como el caso de los procesos que ocurren dentro del ecosistema o en una célula. Esto es porque los signos y símbolos son de gran ayuda para identificar elementos o procesos que no son perceptibles a nuestros ojos.

Por el otro lado, en la Figura V.41 también se revela una posición encontrada en el Libro 2 y 3 entre *III.E7 identificación* y *III.G2 dibujo figurativo*, surge debido a que el nivel de iconicidad es menor, posiblemente dificultando una correcta identificación sobre los ecosistemas.



Figura V.41. Concurrencia entre *III.E7/III.G1* y oposición entre *III.E7/III.G2* de los Libros 1, 2, 3, 4

Un ejemplo de la concurrencia entre III.E7/G1 lo extraemos del Libro 4, donde se evidencia una fotografía de un ratón en medio de la hierba, acompañada del siguiente pasaje:

“Los herbívoros, como este ratón de campo, representan la segunda etapa en el recorrido de la materia en un ecosistema” (ver Libro 4 p.184)

Efectivamente, se puede identificar que en concreto dicho animal es un ratón y que es herbívoro, sin embargo consideramos que a dicha fotografía si se le adicionan algunos signos puede ayudar a que la identificación sea más profunda, es decir, que se pueda identificar también por qué el ratón representa la segunda etapa en el recorrido de la materia en un ecosistema. La Figura V.42 presenta la imagen original que hemos referido y la Figura V.43 la imagen que hemos modificado impregnando signos y símbolos que quizás permita una identificación mejor.



Figura V.42 Imagen que representa la concurrencia entre III.E7/III.G1 (Libro 4 p.184)



Figura V.43 Imagen propuesta para mejorar la concurrencia entre III.E7/III.G1 del Libro 4

V.7.3. Concurrencias y oposiciones entre las sub-categorías de III.E Función de la secuencia didáctica en la que aparecen las imágenes en el libro de texto con III.H Imagen de ciencia.

Coincidimos con lo hallado en la literatura, cuando se habla de que cada libro construirá su propia estructura según sea la función didáctica que se quiera proyectar (Llorens y Jaime, 1995) y por esto desglosamos cada categoría asociándola siempre a dicha función didáctica (III.E), teniendo en cuenta que en este apartado nos referimos a la función didáctica que cumplen las imágenes del libro de texto frente a las diversas perspectivas que pueden generar sobre la naturaleza de la ciencia (NdC de aquí en adelante).

Entendemos NdC como un metaconocimiento que integra aspectos sobre qué se entiende por ciencia, cómo se construye y qué métodos emplea para validar y divulgar la producción del conocimiento (Acevedo-Díaz, 2008). En otras palabras, integra aspectos sobre el conocimiento de las características de la ciencia.

Hay que dejar claro que las imágenes, objeto de esta investigación, no representan explícitamente los asuntos sobre NdC, por ello hemos considerado que éstos pueden ser inferidos de manera implícita y consiguientemente en la Tabla III.4 del apartado de la metodología están los descriptores que asociamos

desde el concepto disciplinar de los ecosistemas, dado que hay investigaciones como las de Ryder, Leach y Driver (1999) que asumen que los aspectos sobre NdC pueden entenderse mejor por los estudiantes si éstos son integrados en los temas de ciencia planteados desde el currículo.

Iniciamos entonces, según vínculos y divergencias entre la función didáctica de la imagen y la perspectiva de la NdC desvelada por las ilustraciones.

a) Concurrencia entre la sub-categoría III-E1 Evocación y la sub-categoría III.H3 Conceptual

Como hemos podido ver en las imágenes que analizamos en los diversos libros, solo dos imágenes del Libro 3 presentaron la tendencia a estar enmarcadas en la sub-categoría de *III. Evocación*, los demás libros no presentaron ninguna imagen en esta tendencia. Por tanto, la Figura V.44 refleja que cuando las ilustraciones cumplen la función de *III.E1 evocación* desvelan una imagen de ciencia *III.H3 conceptual*, vínculo que creemos favorable para la enseñanza por imágenes.

Asimismo, encontramos que lo anterior guarda relación con la literatura, puesto que según Perales y Jiménez (2000), la evocación alude a cuando recordamos algo muy cotidiano o un concepto que se cree conocido; por tanto, una imagen que pretenda esto puede revelar fácilmente una imagen de ciencia de tipo conceptual, porque para dicha evocación pueda requerirse de algunos conceptos teóricos.

Desvelar una imagen de ciencia conceptual puede hacer parecer que el conocimiento es absoluto y que es verdadero, donde todo lo que está en los libros de texto suele ser percibido por docentes y estudiantes como representaciones de conocimiento sólido y por tanto totalmente verdadero. Para mitigar dicha concepción, el docente debe tener unas bases mínimas sobre la epistemología de las ciencias, y así disponer de un tacto mágico al hacer uso de imágenes que tiendan a dicha vinculación, que de igual manera puede ser favorecedora para el aprendizaje por imágenes, teniendo presente ciertas salvedades.

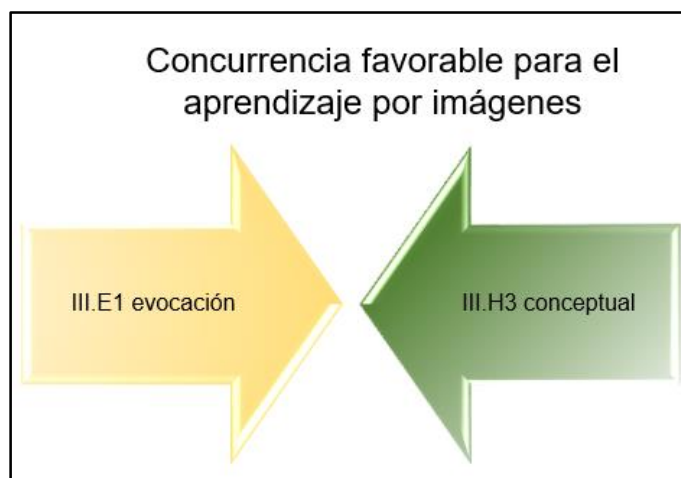


Figura V.44. Concurrencia entre III.E1 y III.H3 del Libro 3

b) Concurrencia entre la sub-categoría III.E2 Definición y las subcategorías III.H3 Conceptual y III.H4 Contextual

Las imágenes que mostraron una tendencia a estar caracterizadas dentro de la subcategoría *III.E2 definición* presentan una percepción de NdC que marca a la sub-categoría *III.H3 conceptual* y *III.H4 contextualizada*. Entendemos que estas percepciones de la ciencia van de la mano, dado que cuando la función didáctica de la ilustración pretende definir teóricamente un concepto nuevo, perfectamente se puede entender una imagen de ciencia contextualizada o conceptual, ya que se debe incorporar en la imagen todos los aspectos (denotativos y connotativos) que permitan llegar a la definición del mismo.

En relación a lo anterior, creemos que hay que tener cuidado de la forma en cómo se expresan las definiciones, ya que ciertos pasajes retóricos de las imágenes pueden impregnar una percepción de que la ciencia es un proceso absoluto e inmutable, aspecto que puede combatirse contextualizándose, es decir, llevando el concepto a la práctica, a un suceso de la vida cotidiana preferiblemente de la actualidad. Ello puede hacer que el proceso sea equiparable entre lo teórico y lo práctico, caso que pasa a proyectar una imagen de ciencia pragmática desvelando que el conocimiento está en construcción a la espera de una nueva teoría que con argumentos sólidos refute y quizás elimine la teoría de la que se esté trabajando en el momento con los estudiantes.

Un ejemplo de lo que queremos dar a entender podemos verlo en la Figura V.45 extraída del Libro 2. Ésta representa el vínculo entre *III.E2 definición* y *III.H4 conceptual*.



Figura V.45. Imagen que representa la concurrencia entre *III.E2/III.H3* (Libro 2 p.77)

La imagen que traemos para ejemplificar nuestra concurrencia nos está revelando que su intención principal es definir qué es una red trófica. Al observar solo la parte subrayada en verde podríamos afirmar que desvela rotundamente una imagen de ciencia conceptual marcada en la verdad absoluta. Sin embargo, el pasaje explicativo que está más abajo sin negrilla, deja una mirada evolutiva de los ecosistemas, mitigando un poco la naturaleza estática de la ciencia. Adicionalmente observamos que está involucrando al ser humano, pero desde una posición catastrófica cuando alude a "eliminar una planta o animal dañino".

Posición que nos hace caracterizarla específicamente como una imagen conceptual.

Por tanto proponemos que para trascender esa perspectiva conceptual es necesario contextualizarla, pero de una manera diferente que mitigue dicha posición catastrófica: las acciones de los seres humanos (consumidores de cualquier nivel trófico) han aportado grandes descubrimientos en el campo de la medicina alternativa, ¿Cómo crees que debe actuar el ser humano si necesita la obtención de muchas plantas para sus desarrollos medicinales?... El ser humano dentro de sus desarrollos ha utilizado las plantas en diversas maneras, una de ellas son los transgénicos. Por ejemplo ¿la manipulación genética de las frutas cambiaría su posición dentro de la red trófica?...

Prosiguiendo nuestra discusión, consideramos que resulta complejo plasmar en un epígrafe de la imagen los diferentes pensamientos que surgen en esta investigación para mitigar esa imagen de ciencia, que se percibe desvirtuada en algunas imágenes, y de esta manera favorecer el enriquecimiento de la concurrencia hallada entre III.E2/III.H3 adicionando III.H4. De ahí que estemos en acuerdo con investigaciones como las de Bell y Matkins (2003) cuando refieren que una buena opción para la comprensión de los procesos de la NdC es la incorporación de los asuntos sociocientíficos a las temáticas conceptuales del currículo entendiéndolo que es imprescindible en los docentes la formación en epistemología de las ciencias.

Asimismo, la Figura V.46 representa que las ilustraciones del Libro 4 que cumplían la función didáctica *III.E2 definición* tendían a manifestar una imagen de ciencia *III.H3 conceptual*.

Los Libros 1, 2 por su lado, desvelan una concurrencia con dos sub-categorías de imagen de ciencia, *III.H4 contextual* y *III.H3 conceptual*, entre ilustraciones que pretenden una *III.E2 definición* respecto a algún concepto ligado al ecosistema. Hay que aclarar que si la concurrencia dual (*III.H3 conceptual-III.H4 contextual / III.E2 definición*) ocurriera en una misma imagen, pensamos que sería favorable para aminorar y trascender lo absoluto y estático que desvela la imagen de ciencia conceptual cuando está sola, pero esto no sucedió en nuestro estudio. Respecto al Libro 3, recordemos que no presentó imágenes dentro de la sub-categoría *III.E2 definición*.

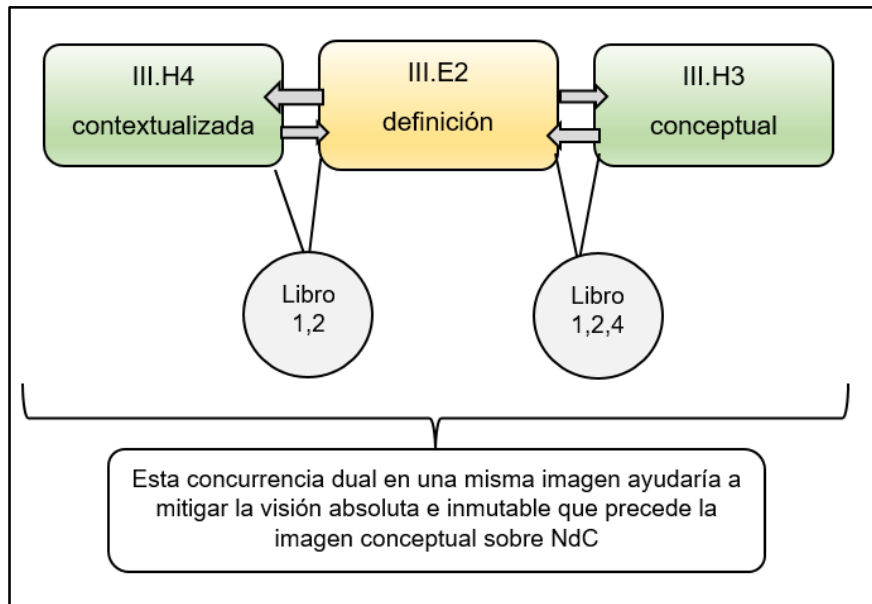


Figura V.46. Concurrencias entre III.E2 /III.H3 y III.E/III.H4

c) Concurrencia y oposición entre la sub-categoría III.E3 Aplicación y las sub-categorías III.H3 Conceptual y III.H4 Contextualizada

La Figura V.47 sintetiza que del análisis realizado a las ilustraciones en los cuatro Libros se halló una fuerte relación entre *III.E3 aplicación* y *III.H4 contextualizada*, dado que esta primera sub-categoría “es un ejemplo que extiende o consolida una definición” (Perales y Jiménez, 2002, p.375). Estamos de acuerdo en que las ilustraciones enmarcadas en este rango, deberían transmitir una imagen de ciencia contextualizada, donde incorpore en su representación lingüística, todos los elementos de la imagen en cuestión, para que de esta manera se contextualice al lector y se extienda o consolide la definición.

De igual forma, se localiza en la Figura V.47 una divergencia respecto a las imágenes que frecuentemente se caracterizaron dentro de la sub-categoría *III.E3 aplicación*, debido a que en el Libro 3 se presentan algunas imágenes que muestran una imagen de ciencia *III.H3 conceptual*, caso con el que no concordamos porque cuando una imagen ejemplifica (aplicación) es para ampliar la definición y la mejor manera de lograr esto, es revelando una perspectiva de la ciencia contextualizada.

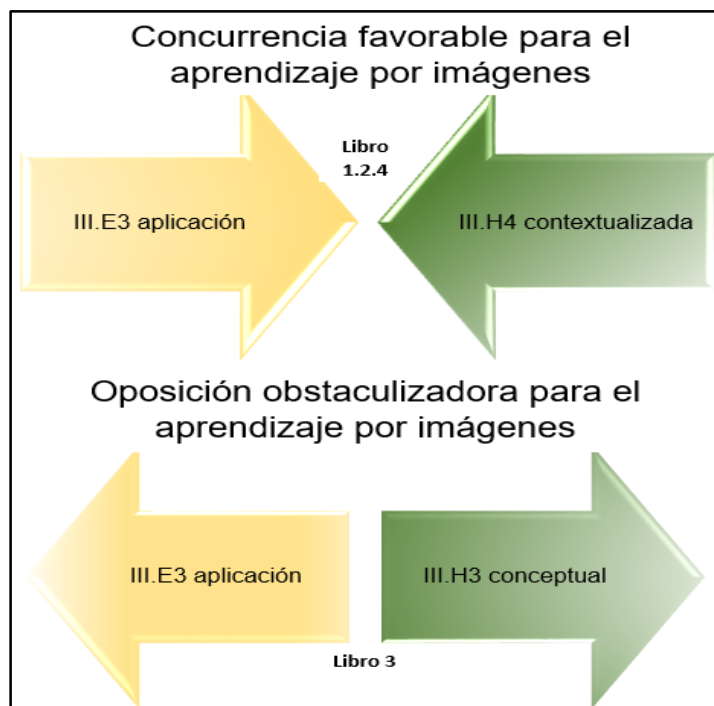


Figura V.47. Concurrencia entre III.E3/III.H4 y Oposición entre III.E3/H3 de los Libros 1, 2, 3, 4

Para aclarar la concurrencia entre III.E3/III.H4 traemos un ejemplo extraído del Libro 4 (ver Figura V.48), donde la función didáctica actúa como una *III.E3 aplicación* puesto que se está extendiendo y consolidando la definición del comensalismo con un ejemplo en concreto, la relación interespecífica entre el pez payaso y la anémona. De igual forma se puede observar cómo su etiqueta está contextualizando la representación lingüística con la representación pictórica.

Lo anterior evidencia la concurrencia que planteamos, sin embargo hemos detectado que el ejemplo directo utilizado en el Libro 4 para el comensalismo, es erróneo, dado que la relación entre el pez payaso y la anémona se conoce como mutualismo porque ambos organismos se benefician, el pez payaso gracias a un urticante que poseen sus escamas se puede refugiar en los tentáculos de la anémona sin tener daño alguno y así evita ser comido por sus depredadores, por otra parte, la anémona según Holbrook y Schmitt (2005) también resulta beneficiada gracias a la excreción de amonio del pez payaso. Adicionalmente al estar el agua enriquecida con nitrógeno favorece la abundancia de las algas

endosimbióticas de la anémona que le proporcionan productos fotosintéticos ricos en energía.

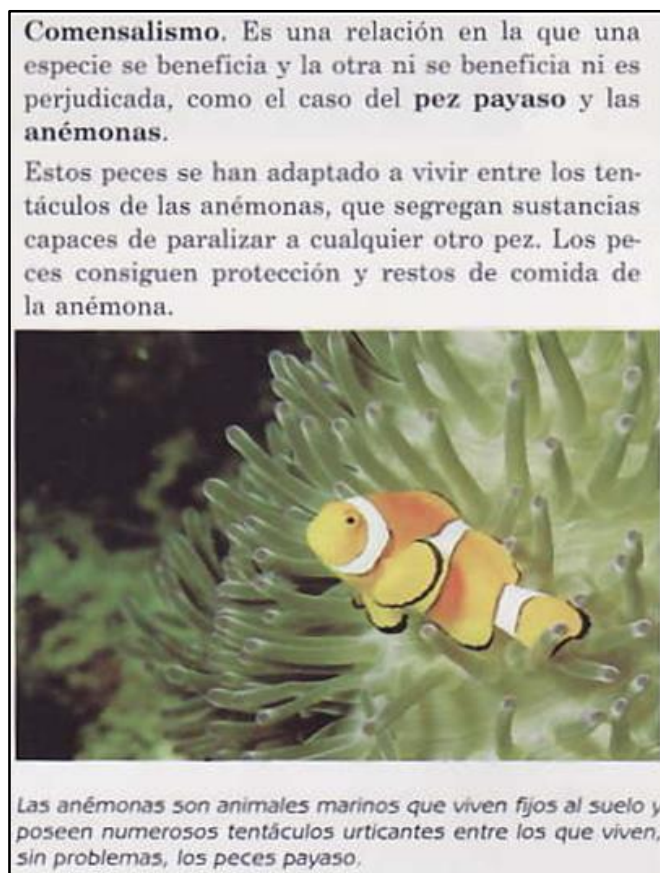


Figura V.48. Imagen que representa la concurrencia entre III.E3/III.H4 (Libro 4 p.181)

d) Concurrencia y Oposición entre la sub-categoría III.E4 Descripción y las subcategorías III.H3 Conceptual, III.H4 Contextualizada y III.H5 Descontextualizada

Esbozamos en la Figura V.49 que las ilustraciones que fueron objeto de esta investigación presentan una relación estrecha entre *III.E4 Descripción* y *III.H4 Contextualizada* porque al observarse que una ilustración “se refiere a hechos o sucesos no cotidianos que se suponen desconocidos por el lector y que permiten aportar un contexto necesario” (Perales y Jiménez, 2002. p.375); implícitamente está llevando a que dicha ilustración refleje una imagen de ciencia contextualizada donde lo pictórico debería ser reflejado en lo lingüístico.

Asimismo, en la Figura V.49 se representa que las imágenes de los Libros 1 y 3 presentan una oposición que consideramos puede actuar como obstáculo para el aprendizaje por imágenes, ya que cuando las imágenes cumplían la función *III.E4 descripción*, reflejaron una imagen de ciencia *III.H3 conceptual* y *III.H5 descontextualizada*. En otras palabras, no hay representación de lo pictórico en los pasajes lingüísticos que acompañan las imágenes, dato imprescindible para referirse a sucesos desconocidos que puedan ayudar a poner en contexto al lector.

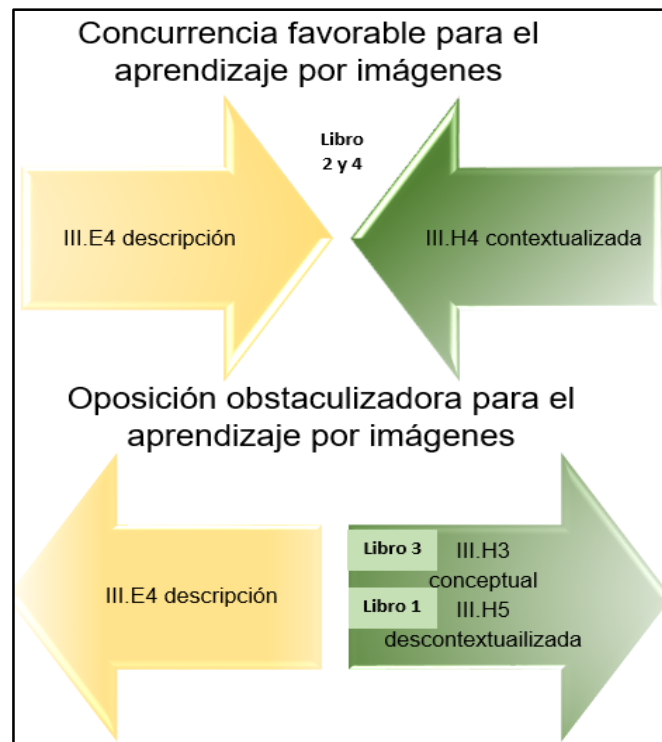


Figura V.49. Concurrencia entre III.E4/III.H4 y Oposición entre III.E4/III.H3, III.H5 de los Libros 1, 2, 3, 4

e) Oposición entre la sub-categoría III.E5 Interpretación y las subcategorías de III.H3 Conceptual y III.H4 Contextualizada

Para este caso, la Figura V.50 representa que las imágenes de los cuatro Libros que estaban enmarcadas en la sub-categoría de la *III.E5 interpretación* reflejaron una imagen de ciencia *III.H3 conceptual* y también una imagen de ciencia *III.H4 contextualizada*. Es necesario aclarar que una misma imagen evidencia solo una imagen de ciencia, ninguna reveló una imagen de ciencia que incorporara las

dos sub-categorías (III.H3 y III.H4), concurrencia que es la que encontramos favorable para el aprendizaje por imágenes cuando de interpretaciones se trate. Aunque la concurrencia dual que referimos no es la que se presenta en nuestro estudio, es importante resaltarlo para que los docentes puedan entender el vínculo que creemos conveniente. En este caso la justificación es similar a la que precisamos al inicio del apartado donde se relacionan las sub-categorías embebidas en la NdC. En concreto, para su interpretación debemos tener en cuenta conceptos y a su vez verlos contextualizados, es decir, que se requieren de ambas sub-categorías al presentar una ilustración que su finalidad esté destinada a la *III.E5 interpretación*. Adicionalmente, creemos que una vinculación gratamente significativa que ayudaría a la interpretación de los conceptos de una manera complementaria es la Imagen de ciencia *III.H2 pragmática*, dado que pone en práctica todo lo teórico; esta no está representada esquemáticamente porque no se reflejó en nuestros resultados.

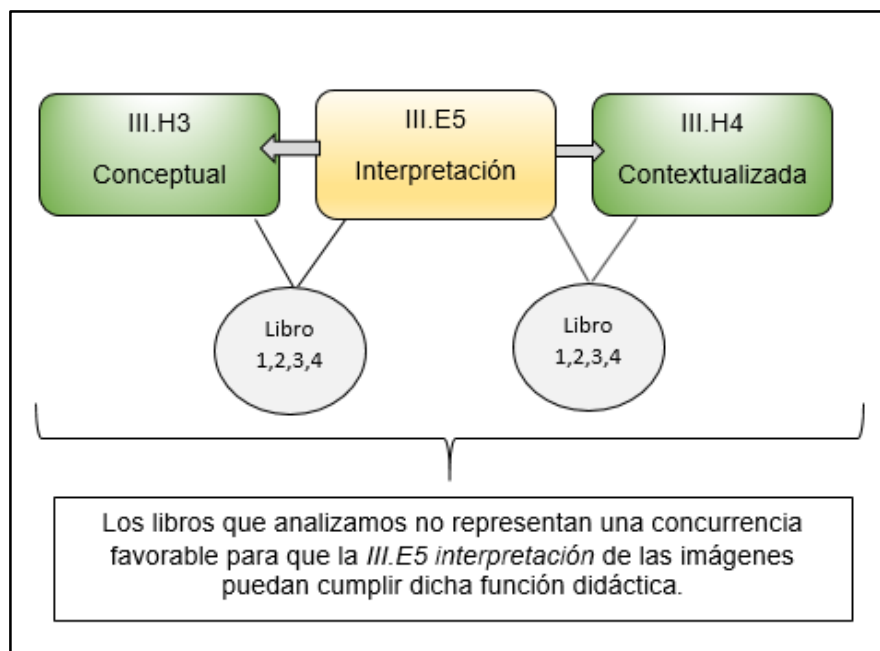


Figura V. 50. Oposición entre III.E5/III.H3 y III.E5/III.H4 de los Libros 1, 2, 3, 4

- f) **Concurrencia y Oposición entre la sub-categoría III.E6 Problematicación y las sub-categorías III.H1 Empírico, III.H2 Pragmático, III.H3 Conceptual, III.H4 Contextualizada, III.H5 Descontextualizada, III.6 Problemática e histórica, respectivamente.**

En este caso, nos encontramos la concurrencia múltiple (ver Figura V.51) indicando que los cuatro Libros presentaron una función didáctica tendiente a la *III.E6 problematización*, dejando ver diferentes imágenes de ciencia.

Entonces tenemos que el Libro 1 en sus imágenes de problematización, desvela una imagen de ciencia pragmática, conceptual y problemática e histórica, mientras que el Libro 2 manifiesta en sus imágenes de problematización, la imagen de ciencia contextualizada, descontextualizada, problemática e histórica y empírica. Para el libro 3, hallamos que sus imágenes de problematización relacionan una imagen de ciencia pragmática y contextualizada. Por su parte, el Libro 4 en sus imágenes de problematización representa la imagen de ciencia conceptual y empírica.

De lo anterior podemos concluir que el Libro 2 presenta mayor cantidad de imágenes donde su función didáctica pretende la problematización, además extraemos la importancia de problematizar las imágenes mediante esta herramienta pedagógica en los diferentes momentos de enseñanza y aprendizaje del ecosistema.

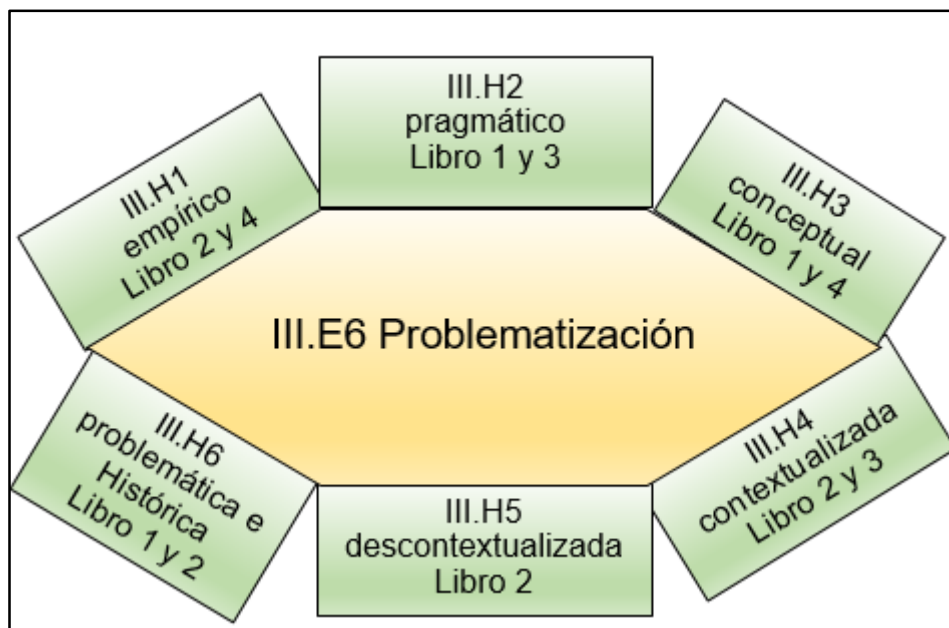


Figura V.51. Concurrencia múltiple entre III.E6 /III.H1, III.H2, III.H3, III.H4, III.H5, III.H6 de los Libros 1, 2, 3, 4

Del mismo modo, se puede llegar a la conclusión de que las ilustraciones del libro 1 y 2 facilitan la enseñanza y aprendizaje del ecosistema en mayor medida

que los libros 3 y 4, porque según hemos visto durante los referentes teóricos, como los aportados por Cuéllar, Pérez y Quintanilla (2005) es importante resaltar la historia y epistemología de las ciencias para estructurar el constructo de ecosistema y facilitar la mitigación de la visión ahistórica y descontextualizada de la NdC.

Como hemos observado, son varias las perspectivas sobre NdC que hemos detectado en las imágenes que pretenden problematizar, por tanto solo presentaremos un ejemplo de una de las concurrencias, extraído del Libro 1, en concreto III.E6/III.H2 (ver Figura V.52).

EL ARCA DE NOÉ

Imagina que el Sol comienza a apagarse. Los supervivientes de la Tierra deben emigrar para colonizar un nuevo mundo en otro sistema solar. Para ello han construido una nave espacial inmensa, como una nueva Arca de Noé, y de esta manera embarcar al mayor número posible de organismos terrícolas. Es un viaje hacia un planeta desconocido que puede durar cientos de años y varias generaciones. No pueden prever ni almacenar la cantidad de alimentos que necesitarán; no obstante, pueden producir energía, prácticamente de forma ilimitada, mediante reactores nucleares.



a) ¿Cómo podrían resolver la necesidad de producir alimentos durante el viaje?

b) ¿Qué deberían hacer con los desechos producidos en la nave?

c) ¿Qué condiciones mínimas debe presentar el nuevo planeta para que pueda ser colonizado por los seres terrícolas?

d) ¿Qué tipo de organismos deberían transportar para colonizar el nuevo planeta? Haz una pequeña lista con al menos 10 organismos que consideres imprescindibles.

Figura V.52. Imagen que representa la concurrencia entre III.E6/III.H3 (Libro 2 p.71)

El ejemplo que presentamos cumple la función didáctica de *III.E6 problematización*, dado que genera preguntas no retóricas que pueden incitar al estudiante a tener interés por los ecosistemas e incluso por otras temáticas. En síntesis la imagen pretende indagar conocimientos previos que a su vez puede servir como engranaje para la formulación de preguntas que les lleve al desarrollo de proyectos de investigación dentro de su clase y que pongan en práctica los conocimientos que ellos mismos pueden ir construyendo. Esta situación que permite tener una perspectiva *III.H2 pragmática* acerca de la NdC. Por tanto, consideramos que esta imagen posee un vínculo significativo para la enseñanza por imágenes.

g) Concurrencia y Oposición entre la sub-categoría III.E7 Identificación y las subcategorías III.H3 Conceptual, III.H4 Contextualizada, III.H5 Descontextualizada

Las imágenes de los Libros 1, 2, 4 que cumplían la función de la *III.E7 identificación* presentaron una amplia frecuencia a desvelar una imagen de ciencia *III.H4 contextualizada* (ver Figura V.53). Ello permite incorporar todos los aspectos pictóricos en la representación lingüística acompañante de la ilustración, ofreciendo mayor información que permite esa Identificación, concurrencia que consideramos favorable para el aprendizaje por imágenes.

Sin embargo, los Libros 1 y 4 no solo dejan a la luz una concurrencia, también dejan ver una oposición cuando las imágenes cumplen un papel de *III.E7 identificación*, esto dado que algunas mostraron una imagen de ciencia *III.H5 descontextualizada*. Por lo tanto, las ilustraciones que están enmarcadas en esta oposición pueden ser obstaculizadoras de la enseñanza y aprendizaje del ecosistema, dado que, al ser una imagen de ciencia descontextualizada, es decir, que no hay representación de lo pictórico en las representaciones lingüísticas, es complejo identificar el objeto o proceso de la temática por los lectores.

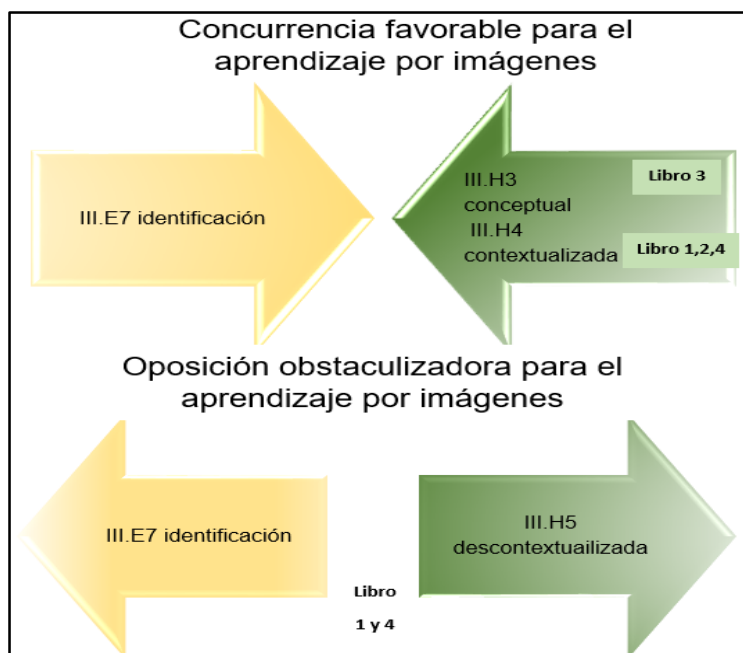


Figura V.53. Concurrencia entre III.E7/III.H3, III.H4 y Oposición entre III.E7/III.H5 de los Libros 1, 2, 3, 4

V.7.4. Concurrencias y Oposiciones entre las sub-categorías de III.E Función de la secuencia didáctica con III.I Percepción de ecosistema.

Este apartado pretende encontrar los vínculos o divergencias respecto a cómo es percibido el ser humano en las ilustraciones del ecosistema según la función didáctica que presenten las imágenes analizadas de los libros de texto.

En la literatura hemos encontrado cómo el ser humano ha brillado por su ausencia en las representaciones icónicas del ecosistema (Bermúdez et al., 2014), además de su visión catastrófica reflejada en las distintas afirmaciones (García, 2003). A pesar de un avance significativo, continúa siendo necesario realizar ajustes que permitan visualizar al hombre dentro de éste sin proveerlo como un agente de destrucción.

Por tanto, consideramos que todas las sub-categorías de la función de la secuencia didáctica (III.E1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) deberían ser concurrentes con la percepción de ecosistema Incluyente (III.I3).

Por todo ello, partiendo del contraste de los instrumentos respectivos, establecemos a continuación las posibles relaciones u oposiciones al respecto para los cuatro libros.

a) Oposición entre la sub-categoría III-E1,2,3,4,5,6,7 y la sub-categoría III.I.1 Incluyente

Para este caso, se observa en la Figura V.54 una oposición múltiple hallada en todos los libros de texto, porque las imágenes, independientemente de la función didáctica que estuvieran cumpliendo, excluyeron en un 96% el ser humano.

Lo anterior permite concluir que todos los libros irradian por la ausencia del hombre cuando de función didáctica se trata, dimensión que no coopera a la comprensión correcta del ecosistema.

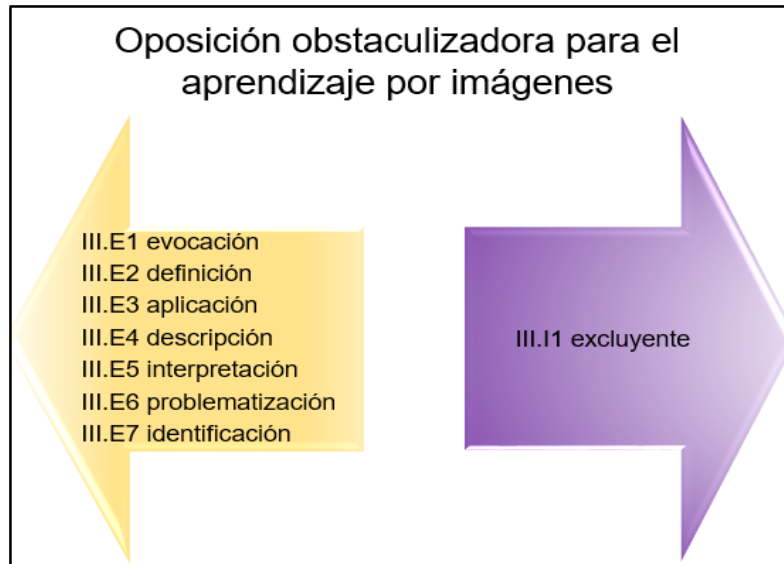


Figura V.54. Oposición entre III.E1,2,3,4,5,6,7/III.I1 de los Libros 1, 2, 3, 4

La Figura V. 55 representa la ejemplificación de una imagen que es *III.I2 semi-incluyente* porque incorpora el ser humano en el ecosistema, solo en su etiqueta verbal y además como agente destructor.



Figura V.55. Imagen que representa la semi-inclusión del ser humano (Libro 4 p.176)

Esperamos que los libros incorporen en el futuro al ser humano como agente dinámico y participe del ecosistema desde una contribución constructiva y no destructiva, que favorezca sinergias entre lo social y natural, así Travé, Pozuelos y Soto (2016) muestran que algunas editoriales han empezado a hacer caso a las sugerencias que se han realizado en las investigaciones.

En vísperas de un nuevo amanecer para las imágenes de los ecosistemas, hay que recordar la importancia de integrar los sub-conceptos que competen directamente al ecosistema y que el ser humano está en medio de todos directa o indirectamente. Por ello, cuando se requiera plantear una imagen del ecosistema coincidimos con las recomendaciones de Rey-Cao (2010) cuando afirma lo imprescindible de lograr una integración desde los contenidos culturales necesarios para contextualizar, en nuestro caso, el ser humano como puente vital para el desarrollo sostenible inmediato.

V.8. Recapitulación de los datos discutidos

En todo lo anterior sesión encontramos correlaciones y contraposiciones respecto a la síntesis de datos obtenidos, donde discutimos resultantes propiamente enfocadas al punto de vista facilitador y obstaculizador para la enseñanza y aprendizaje del ecosistema, que, al encontrar soporte desde

referentes teóricos, permitieron entretener el acercamiento a nuestras conclusiones.

En este sentido, trazamos una ruta de las discusiones, que va desde las concepciones declaradas por los estudiantes, pasando por las reflejadas en la profesora y el grupo, finalizando por las imágenes representadas en los Libros 1, 2, 3, 4.

Empecemos sintetizando las concurrencias y oposiciones halladas en los estudiantes:

Resumimos en la Figura V.56 los datos precisos que nos permiten predecir el progreso activo de la evolución conceptual del ecosistema en Diana, Tomás, Luciana y Camilo de acuerdo a la disminución de la frecuencia de anomalías en todo el proceso.

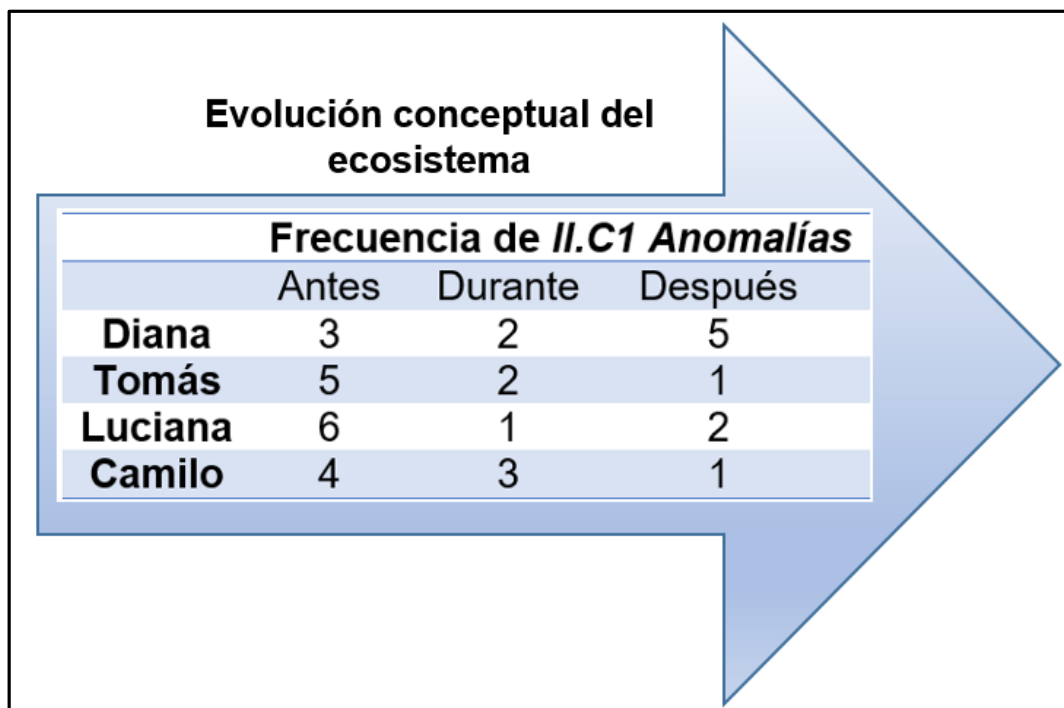


Figura V.56. Representación general del proceso evolutivo en los estudiantes

Los cuatro estudiantes de interés en esta investigación guardan cierta relación en las concepciones que declaran, ya que para todos se produce una evolución o cambio conceptual, exceptuando a Diana, quien al presentar cambios fraccionados, es decir que en unos sub-conceptos del ecosistema presentaba

progreso en las definiciones pero al momento de justificar, omitía o retomaba su concepción alternativa con la que inició el proceso. Ello propició que finalizando el proceso de enseñanza-aprendizaje aumentara su frecuencia respecto a las anomalías (ver Figura V.56) que no dejan activar el progreso positivamente del concepto del ecosistema.

Para Tomás, Luciana y Camilo se observó que en los diferentes momentos (antes-durante-después) también se presentaron anomalías, sin embargo, éstas fueron disminuyendo a medida que avanzó el proceso de enseñanza-aprendizaje, situación que nos permite concretar que en estos estudiantes hubo evolución conceptual sobre el ecosistema.

A continuación, sintetizamos en la Tabla V.1 las similitudes halladas en los estudiantes.

Tabla V.1. Síntesis de los resultados hallados en los participantes

Similitudes	Participantes			
	Diana	Tomás	Luciana	Camilo
Ecología conceptual poco representativa	x	x	x	x
Concepción simplista sobre cadenas tróficas, omitiendo la relación entre flujo de energía	x	x	x	x
Concepción biocéntrica	x	x	x	x
Aprendizaje por Talleres dirigidos y observación de imágenes del libro	x	x	x	x

Conforme a las similitudes, consideramos que la ecología conceptual, poco representativa en los cuatro estudiantes, es un indicador de su poca capacidad argumentativa en procesos orales y escritura a pesar de estar catalogados como los más “listos” de la clase según la profesora. Situación que corrobora una vez más que las estrategias de enseñanza usadas por la profesora no facilitan ni potencian el desarrollo crítico y reflexivo que ayudaría en la mejora de la capacidad argumentativa de los estudiantes que, aunque no es objeto de esta investigación, estamos convencidos que son fundamentos básicos en el desarrollo del conocimiento científico.

En consonancia con los escasos componentes de la ecología conceptual activados, no podríamos hablar de un cambio conceptual propiamente dicho, ya que, incluso llegando a ser extensos los argumentos de los estudiantes, es complejo detectar en concreto los 10 componentes de la ecología conceptual propuestos por Posner et al. (1982) y más aún observar que cambian progresivamente. En este sentido, teniendo en cuenta las características intrínsecas del caso y de acuerdo a los resultados obtenidos, consideramos que para nuestro caso el termino evolución conceptual parece ser más preciso.

Respecto a las concepciones de los estudiantes podemos resumir que presentan una concepción simplista sobre cadenas tróficas, donde omiten la relación condicionada de éstas con el flujo de energía.

En esta misma línea podemos decir que los estudiantes presentan una concepción biocéntrica del ecosistema, aspecto que ha sido reforzado desde la posición que traen los libros de texto.

Adicionalmente, los cuatro estudiantes declaran que la estrategia de los talleres empleada por la profesora junto con la observación de las imágenes que trae el libro de texto trabajado habitualmente en clase, es buena y ayuda al aprendizaje. Lo anterior empieza a perfilar uno de los componentes del CDC-Ec que la profesora posee (Estrategias instruccionales para la enseñanza y el aprendizaje del ecosistema).

Vinculando el párrafo anterior con las concepciones declaradas por la profesora, encontramos que guardan relación directa con las que presentan los estudiantes cuando se refieren a las estrategias empleadas por la profesora, y cuando a su vez las consideran significantes. En vísperas de la contrastación realizada entre los instrumentos y los diferentes momentos, tenemos como resultante que hay un vínculo fuerte entre las concepciones declaradas y la práctica de aula de la profesora, pero a la vez encontramos una divergencia (ver Tabla V.2).

Tabla V.2. Síntesis de los resultados hallados en la Profesora

	Vínculo	Divergencia
Concepciones declaradas	Estrategias de enseñanza y aprendizaje tradicional	Uso frecuente de Imágenes
Práctica de aula	Estrategias de enseñanza y aprendizaje tradicional	Uso minoritario de imágenes

El estrecho vínculo encontrado es respecto a las estrategias de enseñanza y a las estrategias de aprendizaje, dado que ambas tienden a estar fuertemente arraigadas a un enfoque tradicional. Por su lado, la divergencia está focalizada en la frecuencia de uso de las imágenes, indistintamente si son o no del libro de texto, ya que en sus concepciones declaradas fue manifestada la importancia de éstas para el aprendizaje de los estudiantes y por ende su uso reiterativo en la clase. Sin embargo, la práctica de aula mostró lo contrario dado que el uso fue minoritario y poco significativo porque no trascendió el papel nemotécnico de identificación que le fue otorgado a la imagen por la profesora.

Es así que concluimos que las estrategias instruccionales para la enseñanza y aprendizaje del ecosistema están fundamentadas desde un enfoque tradicional, identificadas como: la realización de talleres dirigidos, el dictado, explicación a través de analogías y metáforas, además, actividades guiadas desde el libro de texto.

Dando paso en la ruta de la discusión a las imágenes del ecosistema que traen los Libros 1, 2, 3, 4 podemos decir que se hallaron concurrencias y oposiciones entre las diversas categorías empleadas para el análisis de éstas.

En relación a lo anterior, hay que tener presente que la función didáctica que vincula o diverge con el nivel icónico, la etiqueta verbal, la imagen de ciencia y la perspectiva del ser humano representada en el ecosistema.

Continuando en esta línea, consideramos necesario destacar que desde la literatura se observaron dos concepciones sobre las imágenes en los libros de texto a lo largo de esta discusión. La primera radica en lo facilitadoras que pueden ser, demostrando su ingenuidad del procesamiento complejo de la imagen. La segunda radica en lo obstaculizantes que pueden ser, porque saben de lo complejo de su procesamiento (Fanaro et al., 2005).

De ahí que, encontremos que todos los libros aquí analizados presentan vínculos significativos que pueden ser favorecedores para el aprendizaje por imágenes, pero también hallamos divergencias u oposiciones que posiblemente actúen como obstaculizadores del aprendizaje. En consecuencia, todos los libros presentan de una u otra manera imágenes que pueden operar en ambas concepciones soportadas desde la literatura científica.

Ante este análisis concordamos con Zhang (1997) cuando alude a que, Independientemente de la complejidad o no de las imágenes para ser procesadas, éstas deben ser tenidas en cuenta dentro de nuestro contexto escolar para ampliar la memoria, ya que son piezas esenciales de muchas tareas

cognitivas. Pero, a la vez, tomamos distancia porque no solo creemos en su fuerte impacto nemotécnico, también consideramos que pueden potenciar procesos de desarrollo crítico y reflexivo siempre y cuando su uso esté fundamentado en criterios para la alfabetización visual.

Es por esto que el engranaje de la discusión sobre las imágenes en los libros de texto desencadena un andamiaje enriquecido que puede incidir en la realización de materiales expertos sobre la alfabetización de la imagen, ya que traslucir esa dependencia entre las diversas categorías empleadas del instrumento destinado para su análisis ayuda a visionar de manera fluida un procesamiento acorde o no para la enseñanza y aprendizaje del ecosistema.

Por tanto, es relevante iniciar proyectos inmediatos en los centros educativos que incidan en los procesos del desarrollo de habilidades de alfabetización visual, porque, como afirma Lowe (2000), leer imágenes del periódico requiere de habilidades diferentes a las requeridas en trabajos científicos. Por fortuna hoy día al parecer está tomando fuerza la necesidad de concienciarse de lo complejo que puede llegar a ser interpretar las representaciones pictóricas (Lowe, 2007 y López-Majón y Postigo, 2016).

Para finalizar este capítulo, queremos destacar la resultante de resultantes, originaria de la relación dinámica de múltiples datos que se han abordado a lo largo de este capítulo, la configuración del CDC-Ec (ver capítulo II). En otras palabras, dicha configuración surge de la evolución de las concepciones declaradas por los estudiantes, la participación del grupo y las declaraciones y acciones representadas por la profesora durante este proceso investigativo. Todo esto cohesionado mediante la herramienta didáctica altamente empleada aún en nuestras aulas de clase, el libro de texto, que ha sido considerado como un aliado contemporáneo dentro de esta investigación, dado que “una imagen vale más que mil palabras”, pero entendemos que dicha alianza depende de criterios competentes, que a pesar de estar ausentes en la profesora objeto de estudio, intentamos construirlos con el apoyo teórico (ver apartado implicaciones para la enseñanza de las ciencias).

De este modo, la configuración del CDC-Ec inspirado en la profesora objeto de este estudio pretende servir como referente evaluativo para los profesores, en concreto, que pueda orientar y nutrir constantemente el CDC-Ec que cada docente posea, ya que éste se desarrolla de manera personal en cada profesor.

Es por ello que en el capítulo del marco teórico hemos dedicado un apartado especial sobre el CDC-Ec y recordamos que, gracias a los resultados obtenidos,

particularmente el del componente del “conocimiento y concepciones sobre estrategias instruccionales sobre la enseñanza y aprendizaje del ecosistema” se despliegan otras componentes del CDC-Ec que están basadas en el modelo de Magnusson et al. (1999) pero que a su vez toman posición frente a éste, impregnando pinceladas del modelo de Park y Oliver (2008) y de Gess-Newsome (2015). Es preciso esclarecer que dicha configuración del CDC-Ec está dada bajo datos experimentales que se trabajan en esta investigación, pero que además presenta alternativas teóricamente modificantes del CDC-Ec de la profesora Celeste; esta amalgama de práctica y teórica resulta atractiva por quienes investigan ya que está soportada desde la literatura científica.

CAPÍTULO VI . CONCLUSIONES



Contenido general del Capítulo VI

VI.1. Conclusiones generales según el problema de investigación

VI.1.1. Validación de Supuestos

VI.1.2. Articulando los diferentes objetos de estudio

VI.2. Limitaciones asociadas con la investigación

VI.3. Perspectivas futuras de investigación

VI.4. Implicaciones didácticas de la investigación

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES

Hemos llegado al desenlace de nuestro estudio. Para ello, abordamos en principio las conclusiones finales sobre el problema central de la investigación con los respectivos sub-problemas que atañen a la misma. En consonancia con éstos, mostramos los supuestos que nos planteamos, emitiendo juicios de negación o aceptación parcial o total. Siguiendo esta línea pasamos a presentar la articulación dinámica entre los objetos del estudio.

Posteriormente, planteamos las limitaciones que emergen durante nuestro trabajo, acción que nos centra en la necesidad de reflexionar para continuar como investigadores activos después de finalizar este proceso de alto rigor e intenso compromiso.

Asimismo, damos cabida a las perspectivas futuras de investigación que concierne a nuestro estudio, para posteriormente cerrar este capítulo esbozando las implicaciones didácticas que emergen de nuestra investigación, consolidadas en una propuesta fundamentada para la enseñanza del ecosistema en la ESO.

VI.1. Conclusiones generales según el problema de investigación

- a) Pregunta General.** ¿El uso que se les da a las imágenes de los libros de texto, potencia o limita la alfabetización visual en la enseñanza y el aprendizaje del ecosistema?

Esta pregunta general del estudio acoge a los sub-problemas y, por tanto, se desarrolla en función de ellos y de la articulada triangulación de los objetos de este estudio, imágenes de los libros de texto, profesora y estudiantes. Por ello procedemos a desglosar cada uno de los ya mencionados a fin de ofrecer en el último apartado de estas conclusiones (VI.1.2) una respuesta que englobe de modo preciso la médula del problema

- b) Sub-Problema I.** ¿Qué conocimiento y concepciones sobre estrategias instruccionales posee el docente del ecosistema y cómo facilitan la configuración teórica de los otros componentes del CDC-Ec?

Comenzaremos por recordar, de forma sucinta, que entendemos el CDC como un conocimiento que surge de la transformación de otros dominios y se desarrolla mediante el acto intencional de los profesores para reconstruir conocimiento de habilidad o destreza profesional sobre una temática específica, permitiendo de alguna manera adaptarse a un contexto.

En concreto, el dominio indagado en esta investigación hace referencia a las estrategias instruccionales para enseñar y aprender los ecosistemas. Para ello, hemos planteado dos categorías, la primera relativa a las estrategias para la enseñanza y la segunda sobre las estrategias para el aprendizaje, respecto al tópico de nuestro interés, el ecosistema.

Primera categoría. Estrategias para la enseñanza del ecosistema.

Se halla determinada bajo seis pilares: (1) la planeación de clase; (2) los recursos didácticos; (3) el tipo de evaluación y dos enfoques para la enseñanza de las ciencias: (4) el tradicional y (5) el constructivista; al igual que; (6) la apropiación conceptual o dominio del mismo.

En este orden de ideas, la profesora manifiesta una desatención a su planeación de clase, teniéndose en cuenta que suele usar siempre los mismos recursos didácticos para su desarrollo: el libro de texto, los talleres dirigidos, el mapa conceptual y explicaciones verbales apoyadas por analogías y metáforas, al igual que, la observación en algunas ocasiones de las imágenes del libro. El tipo de evaluación utilizado ha estado fundamentado en la memorización y reproducción automática.

En esta línea se torna un enfoque tradicional dirigido a la transmisión de conocimientos verbales (Pozo y Gómez, 2013), donde se destaca una acción pasiva y poco propositiva, impregnada de una serie de conceptualizaciones que guían los objetivos netamente conceptuales, dado que los procedimentales y actitudinales no se perciben en ninguna de las sesiones

Es preciso calificar la apropiación conceptual o dominio de la profesora de manera positiva, sin embargo en algunos casos se traslucieron vacíos conceptuales debido a sus ejemplificaciones reiterativas en un mismo caso particular.

De ahí que detectemos en la profesora la necesidad inmediata de desarrollar la competencia meta-representacional con el fin de facilitar la transposición didáctica del saber científico. Proceso considerablemente favorable para el

acceso a un enfoque constructivista donde el actuar de profesora plantee conflictos y guíe soluciones desde una posición activa y dinámica.

Segunda categoría. Estrategias para el aprendizaje del ecosistema

Se halla determinada bajo cuatro pilares: (1) observación de imágenes; (2) libros de texto; (3) talleres dirigidos; y (4) ninguna de las anteriores, donde esta última significa que ninguna de las estrategias (1, 2, 3) permiten el aprendizaje del ecosistema.

Sobre estas determinaciones, consideramos que las concepciones de la profesora en relación a las estrategias para aprender los ecosistemas presentan una alianza con el mismo enfoque tradicional, ya que para la profesora el estudiante aprende fácilmente cuando se le proporciona una situación simple de manera analógica.

Así mismo, la observación de imágenes es considerada por la profesora significativa para el aprendizaje del ecosistema, sin embargo éstas son entendidas como poseedoras de verdades absolutas y fáciles de concebir por los estudiantes, en otras palabras la profesora contempla las imágenes como estrategias de bajo nivel cognitivo.

Con respecto a los libros de texto y los talleres dirigidos, son considerados para la profesora como herramientas que ayudan a reforzar los conocimientos conceptuales por medio de asociaciones mentales.

En consonancia, hemos observado un paralelismo entre las concepciones declaradas por la profesora sobre las estrategias de enseñanza y las que pretende sean objeto de aprendizaje, resultados que concuerdan con investigaciones como las de Mellado, Blanco y Ruiz (1999).

Se ha podido comprobar que las estrategias instruccionales del ecosistema guardan una fuerte relación con las orientaciones sobre la enseñanza del ecosistema (componente del CDC-Ec), ya que, para nuestro caso, ambos componentes consolidan una alianza con el enfoque tradicional.

Por tanto, esos paradigmas y concepciones que están instaurados fuertemente en la profesora se deben a factores externos como la formación académica, el ambiente institucional, experiencias pasadas, entre otras. De igual manera, existen factores internos que repercuten en dicho arraigo, como por ejemplo la motivación de impartir clase a 25 estudiantes. Igualmente intervienen las metas personales y profesionales que se haya propuesto y, que junto con los factores

mencionados, hacen referencia directa a todos los componentes de la ecología conceptual de la profesora. Ecología que según Posner et al. (1982) debe ser modificada para que sea plausible el cambio en las concepciones.

Teniendo claro lo anterior, estamos convencidos, que iniciar procesos reflexivos en la práctica de aula de la profesora facilitaría una nutrida ampliación de dominios que pueden congregarse y consolidar el CDC-Ec de la profesora. Acción directa que repercute en la modificación de las componentes de la ecología conceptual, logrando una evolución de las concepciones sobre las estrategias instruccionales en la profesora.

Es aquí cuando este armazón de concepciones declaradas versus la práctica de aula permitió, no solo la configuración de uno de los componentes del CDC-Ec (estrategias instruccionales), sino también establecer ciertos vínculos y contradicciones en ambas escenas, así como referentes teóricos, que desembocaron en la configuración de las otras cinco componentes que conforman el CDC-Ec según el modelo creado para esta investigación. Configuración que se trasluce directamente en el capítulo del marco teórico.

c) Sub-problema II. ¿Cómo el uso de las imágenes contribuye a la evolución conceptual de los estudiantes?

La evolución conceptual de los estudiantes está basada en el progreso de sus concepciones, permitiendo en los cuatro estudiantes observar el descenso de las anomalías que fueron detectadas en un primer momento. En este orden de ideas y, a raíz de los respectivos análisis y discusiones, debemos resaltar dicho progreso desde las relaciones que se generan en el ecosistema

En este sentido, de acuerdo a la hipótesis de progresión planteada por García (2003), que oscila entre un nivel (1) de no relación o concepción aditiva; hasta un nivel (3) de relaciones complejas y dinámicas conforme a los diversos niveles tróficos que se presentan o concepción de cadena trófica flexible. Por tanto, podríamos definir que, en nuestro estudio, los estudiantes presentaron una evolución de las concepciones declaradas del ecosistema hasta el nivel (2) de relaciones simples y cadenas lineales o concepción de cadena trófica rígida. Sin embargo, retroceden al nivel (1) en sus representaciones pictóricas.

De acuerdo con De Alba (2010) resaltamos el poder heurístico que tienen las representaciones pictóricas, ya que hace visible otras formas de expresión de los sujetos. Por tanto, aunque en los estudiantes en la manera pictórica no se

evidencia el antes, durante y después, la representación final nos permitió validar que en sus concepciones aún persiste la exclusión participe del ser humano en los ecosistemas. Asociado lo anterior a las imágenes de los libros de texto, se torna evidente una fuerte influencia de éstas en las concepciones de los estudiantes, puesto que refuerzan esa perspectiva excluyente del ser humano, aspecto que ampliaremos en el subsecuente sub-problema.

Adicionalmente hemos encontrado que en los estudiantes las representaciones de las cadenas tróficas se han visto permeadas por las imágenes del libro de texto, ya que todos los estudiantes, a excepción de Tomás, representan la dirección de las flechas en sentido presa-depredador. Dirección que puede indicar la comprensión del proceso del flujo de energía, pero para nuestro caso los estudiantes en ningún momento alcanzan un nivel (3). Por tanto, verificamos que dicha representación reiterativa en los estudiantes es atribuida a las imágenes del libro, dado que ésta representa sus flechas en dirección presa-depredador.

De ello también deducimos que las imágenes, cuando actúan en la función didáctica de identificación de elementos y procesos, y de igual manera son usadas desde esta perspectiva, encontramos que facilitan realizar asociaciones de recuerdo, proceso clave para la comprensión del concepto. De ahí la importancia de la conjugación de estrategias de memorización con estrategias de comprensión.

Sobre las ideas expuestas, concluimos que, a pesar del uso minoritario de las imágenes en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los ecosistemas, se percibe la influencia que pueden tener éstas en los procesos cognitivos. Para nuestro caso las imágenes actuaron favoreciendo las asociaciones mentales del recuerdo, permitiendo el avance en algunas conceptualizaciones y a la vez obstaculizando otras. Calidad atribuida al tratamiento que se brinda desde el aula y los libros de texto.

d) Sub-problema III. ¿Qué clase de imágenes podemos encontrarnos en los libros de texto?

Lograr describir rasgos y aspectos importantes de una ilustración mediante una categorización validada con adaptaciones pertinentes a la temática, facilita la clasificación de las ilustraciones ecosistémicas del libro de texto y, a su vez, permite reafirmar que dichas categorías pueden ser útiles en el estudio de otras

disciplinas diferentes a las ciencias experimentales. En otras palabras, el instrumento es replicable a otros estudios.

En este sentido los hallazgos nos permiten clasificar las ilustraciones en cinco grandes dimensiones: función de la secuencia didáctica, etiquetas verbales, iconicidad, imagen de ciencia y percepción ecosistémica.

Por tanto, en respuesta al sub-problema III, en los siguientes párrafos desgranamos cada una de las dimensiones que han demarcado nuestros análisis, destacando los más significativos para la enseñanza y aprendizaje del ecosistema.

Respecto a la **función de la secuencia didáctica**, entendemos que las imágenes de los libros de texto pueden utilizarse para distintas tareas: evocar, definir, aplicar, describir, interpretar, problematizar e identificar, asumiendo como señalan Perales y Jiménez (2002), que la exposición de éstas obedecen a un plan establecido que hace viable su aprendizaje, es decir, la secuencia didáctica establecida por cuatro fases: (1) exploración, (2) introducción, (3) estructuración y (4) aplicación.

A la luz de los hallazgos consideramos que los papeles que pueden adquirir las imágenes, no necesariamente tienen una relación dependiente con la secuenciación de los contenidos.

Atendiendo a estos parámetros, interpretamos que para casos particulares, teniéndose en cuenta los contextos, el concepto disciplinar y otros aspectos extrínsecos e intrínsecos de las imágenes, el orden de la función que cumple la imagen en la secuencia didáctica del libro de texto no altera el resultado, porque quizás sea más conveniente presentar una imagen problematizadora para explorar ideas, que utilizarla en la aplicación del concepto.

Para cerrar esta dimensión destacamos que para los cuatro libros de texto la función de la imagen que más se representó fue de identificación, otorgado por el 54% del total de imágenes (241) analizadas en este estudio.

Respecto a las **etiquetas verbales**, los resultados conciertan con Perales y Jiménez (2002) y Pereira y Romualdo (2017), siendo evidente que, a pesar del número elevado de imágenes halladas en los libros de texto, algunas no contemplan un vínculo con el texto que las acompaña

Lo idóneo es encontrar imágenes con etiquetas de tipo relacional, sin quitar importancia a las nominativas, ya que estamos convencidos de que la importancia radica efectivamente en mantener sinergias entre las

representaciones icónicas y las lingüísticas. En otras palabras, las imágenes y las etiquetas verbales representan una indiscutible simbiosis.

En el cierre de esta dimensión resaltamos que para el total de imágenes analizadas (241), las etiquetas nominativas se encontraron en un 51%, las relacionales en un 45% y las sin etiqueta en un 4%.

En relación a la **iconicidad**, recordemos qué entendemos este término como el nivel de simbolización que nos acerca a la realidad o nos aleja de ella, donde a mayor nivel de iconicidad mayor realismo.

No obstante, según este estudio interpretamos que el grado de iconicidad no siempre será mayor en una fotografía, ya que, de acuerdo al contexto y al concepto científico que se pretenda representar, esto puede variar. En concreto, hay conceptos como el campo magnético terrestre invisible e intangible que, naturalmente, impide la obtención de imágenes fotográficas (Pereira y Romualdo, 2017), así mismo hay procesos como el flujo de energía y el ciclo de la materia que requieren de un nivel icónico divergente a la fotografía, es decir, que para cada caso particular el acercamiento a la realidad puede ser distinto.

Culminamos esta dimensión destacando que la fotografía fue la que en mayor medida se representó en los libros de texto, con un 49% del total analizado (241), a excepción del Libro 3 que presento en mayor frecuencia a los dibujos figurativos.

En relación a la **imagen de ciencia**, haciendo un rastreo global del tópico de los ecosistemas estudiado en los cuatro libros, hallamos que los aspectos epistemológicos e históricos están mínimamente representados. Ante esto podemos reflexionar sobre la importancia de incluir aspectos de esta índole al contexto de las imágenes representadas en los libros de texto, dado que, de acuerdo con Acevedo-Díaz (2008), facilitan el análisis de las cuestiones tecnocientíficas que actualmente atañe a nuestra cultura.

En consonancia con lo anterior, nuestros resultados coinciden parcialmente con los de Solaz-Portolés (2010), al referirse a que los libros de texto, al presentar un vacío de la historia de los conceptos, distorsionan la imagen de ciencia. En concreto porque algunas de las imágenes que analizamos revelaron mínimamente indicios de la historia.

Asimismo, detectamos que las ilustraciones de nuestro estudio pueden desencadenar una perspectiva de la naturaleza de la ciencia inmutable y rígida, estando representada en gran medida (39% del total de imágenes) una imagen

de ciencia conceptual y contextual (29% del total de imágenes), dado que ambas tendían a estar cumpliendo una función de definición de conceptos. Caso que se da por sentado como si la ciencia representara una verdad absoluta.

En cuanto a la **percepción del ecosistema**, podemos decir que de las 241 imágenes estudiadas, el 96% omitió la representación del ser humano en los ecosistemas y el 4% restante se refería a éste como agente de destrucción, hallazgos que se asemejan a los de Bermúdez et al. (2014).

En síntesis, hemos encontrado que las imágenes de los cuatro libros de texto presentan de manera equiparada características favorecedoras y obstaculizadoras para el aprendizaje. Entendiendo por esto que, quizás uno de los libros represente un número mayor de imágenes que desvirtúen el concepto, independiente del rasgo específico que contribuya a ello. Pero a la vez es equiparado con los otros libros, porque también representa imágenes que contribuyen de manera positiva al aprendizaje del concepto.

Lo anterior nos lleva a reflexionar sobre la importancia de realizar investigaciones profundas en las imágenes de los libros, dado que son altamente fructíferas y contribuyentes al campo de la didáctica. Sin embargo, estos hallazgos revelan que la profesora podía haber trabajado con cualquiera de los cuatro libros de texto aquí analizados y los resultados en los estudiantes hubieran sido similares, debido al uso poco operativo otorgado por la profesora en esta investigación, quizás por la necesidad de una expresa alfabetización visual.

e) Sub-problema IV. ¿Cómo se percibe el ser humano en la representación de las imágenes del ecosistema en los libros de texto?

Siguiendo esta línea, en párrafos anteriores, hemos venido proporcionando algunos indicios que nos abren el camino a la consolidación de la respuesta a este sub-problema.

De este modo, nuestros hallazgos revelaron una exclusión máxima del ser humano en las imágenes del ecosistema, caso que encontramos digno de reflexión, ya que la anulación del mismo en dichas representaciones pictóricas puede ser la causa de las acciones insostenibles de los ciudadanos, como se están realizando actualmente en nuestro planeta.

En síntesis, apostamos por una inclusión del ser humano en los ecosistemas desde una perspectiva neutral, sin caer en lo catastrófico ni en lo reverente. Acción dinámica que, en el caso de los estudiantes, favorece el verse como parte

del ecosistema, resaltando en este aspecto la activación del sentido de pertenencia.

De ahí que, quizás el hecho de una visión tan bifurcada entre lo social y lo ecológico, como se ha evidenciado en este estudio y en otros como el de García-Gómez y Martínez-Bernat (2010), puede causar el desvirtuar las emociones de los estudiantes, consiguiendo que éstos se consuman consumiendo, es decir que actúen de manera desmedida con los recursos naturales y vivencien desde su propia experiencia las consecuencias.

Estas reflexiones permiten hacer una llamada urgente a los diferentes agentes educativos, a fin de repensar el currículo y actuar de manera activa en busca de soluciones que contribuyan a una consolidación de la enseñanza del ecosistema desde una perspectiva sostenible.

VI.1.1. Validación de Supuestos

Durante el primer capítulo se presentaron cinco supuestos alineados según la literatura revisada sobre la enseñanza y aprendizaje de los ecosistemas, el CDC, el cambio o evolución conceptual y las imágenes en los libros de texto, además, también se tomó como referente el trabajo de máster realizado en años anteriores. Por tanto, los resultados obtenidos permiten discutir los supuestos para cada uno de los participantes contemplados en esta investigación.

a) Primer supuesto

Esperamos un escaso conocimiento iconográfico del docente y un uso minoritario de las imágenes del libro de texto, adjudicándoles, en todo caso, el papel nemotécnico. Proceso que posiblemente limita el desarrollo de la competencia visual en la enseñanza y el aprendizaje del ecosistema.

Este supuesto se confirma desde la entrevista realizada a la profesora, ya que ella en todo momento considera las imágenes como herramienta visual que ayuda a memorizar conceptos (nemotecnica), estrategia que fue comprobada en la práctica de aula a través de su uso minoritario durante el desarrollo normal de sus clases. Cabe señalar que las ilustraciones a las que recurre como apoyo para comprender el concepto del ecosistema están en el libro de texto que utilizó en sus clases.

Al respecto, consideramos que el papel otorgado a la imagen desde un foco nemotécnico es válido, ya que como señala Biggs (2005) la memorización está al servicio de la comprensión. Sin embargo, es necesario resaltar que su efectividad en el aprendizaje, depende del tópico y del contexto que se dote al mismo.

No obstante, el uso unilateral de la imagen en torno a una única función, es limitante de la alfabetización visual sobre los ecosistemas.

b) Segundo supuesto

El conocimiento y concepciones sobre estrategias instruccionales de la docente posiblemente sea orientado al enfoque tradicional y guarde relación con cada uno de los otros componentes del CDC, permitiendo una estructuración teórica de éstos, particulizando en un tema como lo es el ecosistema.

Este supuesto se comprueba en las declaraciones de la profesora al igual que en su practica de aula, resaltando el continuo uso del libro de texto como eje central del desarrollo de sus clases. Al respecto consideramos importante aclarar que el enfoque tradicional, aunque ha sido muy cuestionado, posee algunas estrategias que se contemplan eficaces en algunos contextos y favorece aprendizajes significativos. Ello se ha visto en investigaciones como la de Azpiroz-Nuñez (2017), que encontró estudiantes permeados de estrategias de memorización y reproducción automática con índices de aprendizajes críticos y reflexivos.

En consonancia con ello, apelamos por la integración de enfoques según las necesidades y situaciones que surgan en la práctica educativa, ya que existen muchos factores intrínsecos y extrínsecos que repercuten en el aprendizaje de los estudiantes.

Atendiendo a estas consideraciones, la literatura educativa recomienda fuertemente realizar una transición entre las estrategias tradicionales hacia las estrategias de corte constructivista, donde se habla de transición porque se reconoce que cuando hay predominancia de un enfoque didáctico, es complejo romper paradigmas para aceptar nuevas estrategias de enseñanza y aprendizaje.

Continuando nuestra línea, hemos comprobado que las estrategias instruccionales de la profesora se relacionan con cada uno de los otros

componentes del CDC segun los referentes teoricos, aunque no era objeto de nuestro interés indagar en los que constituyen y consolidan el CDC. En este sentido, hallar esta convergencia divulgada por la literatura, nos permitió realizar la configuración del CDC-Ec.

c) Tercer supuesto

Las imágenes pueden contribuir de manera significativa en los procesos de cambio conceptual, siempre que sean utilizadas de manera idónea, porque ellas por sí solas no alcanzan el valor agregado que pueden proporcionar los estudiantes que a su vez depende de los saberes previos.

Para este supuesto los resultados proporcionaron evidencia de su validación. Atendiendo a que el estudio se llevó en un contexto donde hubo escaso uso de las representaciones icónicas, destacamos que los estudiantes presentaron una evolución del ecosistema proporcionando en algunas ocasiones atributos del mismo derivados del recuerdo que proporcionaron las imágenes del libro de texto.

Lo anterior guarda una relación particular con la función didáctica que tiene como propósito, identificar elementos, estructuras y procesos. Función vinculada directamente con la memorización.

En esta línea visualizamos que las imágenes pueden alcanzar significativamente una contribución mayor al cambio conceptual del ecosistema, si se presta atención a funciones complementarias a la memorización. Por tanto, como señala Waldrup y Prain (2012), los estudiantes necesitan de una alfabetización visual para lograr la alfabetización científica.

d) Cuarto supuesto

Las imágenes de los libros de texto posiblemente desvelen algunas inconsistencias didácticas que para la docente pueden pasar desapercibidas, debido a su escaso conocimiento iconográfico.

Este supuesto coincide con los resultados de nuestra investigación porque se hallaron imágenes que carecían de elementos fundamentales para entender el contexto que la etiqueta relacional se encontraba adjudicando, un ejemplo claro puede verse en la Figura IV.6 p. 298. Esta concordancia escasa entre lo pictórico y lo lingüístico puede representar una naturaleza de la ciencia desvirtuada en

algunos casos. Asimismo, se encontraron representaciones con niveles icónicos que merecían otros niveles de representación debido a su función didáctica atendida.

Es así como, en concreto, para la docente pasan desapercibida las etiquetas verbales de imágenes que en algunas ocasiones se mostraron descontextualizadas con la representación pictórica.

e) Quinto supuesto.

En el ecosistema que representan las imágenes de los libros de texto, el ser humano suele percibirse de manera excluyente y cuando se asume su participación dentro de aquel, está dada en términos de una posición adversa.

Este supuesto es validado en esta investigación, ya que las imágenes reflejan la fragmentación entre lo social y lo natural. Ello se evidencia cuando las ilustraciones de los ecosistemas omiten de manera pictórica, al igual que en las etiquetas verbales, la participación dinámica de la que el hombre, efectivamente, hace parte.

VI.1.2. Articulando los diferentes objetos de estudio

Atendiendo a las conclusiones que se han venido desglosando, establecemos que para pretender que los centros de formación inicien procesos del desarrollo de la competencia visual, es necesario que la triangulación centro educativo, docentes y libro de texto, estén convencidos de la inmediata necesidad en incorporar al currículo los procesos de alfabetización visual. En este sentido, estamos de acuerdo en que el libro de texto, aunque por muchos criticado y por otros venerado, continúa en la escala número uno de las herramientas más empleadas en las clases (Perales y Vilchez, 2012; López y Travé, 2013; Lazarowitz, 2014; Rodríguez, De las Heras, Romero y Cañal, 2014; Travé, Estepa y Delval, 2017). Por tanto, es merecedor de un contenido altamente didáctico que sea flexible y adaptado a las nuevas generaciones que traen consigo necesidades diferentes.

De este modo, si aspiramos a que la competencia visual comience a arraigarse en nuestro gremio educativo, una posible estrategia es el sustrato mágico y potente que se puede obtener de la representación idónea de una imagen en el libro de texto y de integrar actividades que enseñen la lectura icónica. En esta línea, concordamos con López-Manjón y Postigo (2016) al plantear la necesidad

imperativa de resaltar en los libros de texto los criterios básicos para la interpretación de las imágenes.

Retomando la esencia de la competencia visual, podemos afirmar que, en nuestro caso, observar un reiterativo suceso que causó alto impacto en los estudiantes, en particular para Tomás que representa consecutivamente cadenas tróficas, es evidencia de la poca habilidad meta-representacional de la profesora en la clase. De ahí que consideremos importante la conjugación de pictogramas y argumentos para exponer y aclarar un concepto científico (Pereira y Romualdo, 2017). Es decir, que si hay un desarrollo de la competencia visual, ésta repercute en los procesos que mejoran la competencia meta-representacional.

Respecto a los estudiantes, entendemos que se tornó un progreso en sus concepciones, sin embargo como señalan Bravo-Torrija y Jiménez-Aleixandre (2014) la conexión entre el flujo de energía y el ciclo de la materia es fundamental para la comprensión directa de la dinámica de los ecosistemas. Modelo que no fue evidente en ningún momento en los estudiantes y que atribuimos no solo a los autores y editores de los libros, sino también a las estrategias poco asertivas empleadas por la profesora.

De ahí que, en nuestra investigación haya quedado patente que la nula proposición de actividades que propicien en los estudiantes el pensamiento crítico y reflexivo, se debe en parte a la carencia de conocimientos pedagógicos y didácticos de la profesora.

En conclusión, la clasificación que en este estudio se llevó a cabo contribuye a un uso favorable dentro del aula de clase siempre y cuando la maestra disponga conocimientos teóricos y prácticos de la alfabetización visual para permitir su traslado de manera eficaz en la práctica de aula, ya que, según Gess-Newsome (2015), tener conocimiento de un tópico no es razón suficiente de una habilidad establecida para implementarla adecuadamente.

Para terminar, consideramos que nuestros resultados alcanzan un nivel de referencia como guía orientadora, atendiendo a la amalgama de criterios que contempla la imagen desde un tópico complejo como el ecosistema. Aspecto que de cierta manera favorece la selección de materiales curriculares para las clases de ciencias naturales.

VI.2. Limitaciones asociadas al estudio

Una dificultad con la que nos hemos enfrentado estuvo relacionada con los instrumentos de recolección de la información, en concreto, el cuestionario aplicado a los estudiantes, ya que no permitió en éstos la generación de respuestas argumentativas, impidiendo identificar un número significativo de UA focalizadas en la ecología conceptual de aquellos, dimensión que habría proporcionado soporte a los resultados de la evolución conceptual del ecosistema.

Al respecto, consideramos que, a pesar de haber realizado prueba piloto del cuestionario, quizás intervino algún factor intrínseco de los estudiantes que fueron seleccionados para ésta, ya que, los resultados de la prueba piloto dieron el visto bueno para proseguir con la investigación. En este orden de ideas, creemos que los estudiantes partícipes de este estudio, aunque como criterio de selección requerían tener un nivel académico alto, carecían de habilidades argumentativas.

Asimismo, otro instrumento que nos generó dificultades fue el de las grabaciones en audio del aula, dado que, desde el inicio de esta investigación, se pretendió realizar grabaciones en vídeo con la finalidad de no perder detalles y de poder tener un observador externo cuando alguna duda se presentara. Sin embargo, la profesora no permitió que se llevaran a cabo este tipo de grabaciones.

Al respecto, aunque la lengua es de habla hispana, el acento de la zona sur de España dificulta que en ocasiones se logre entender algunas palabras y frases, por tanto, al realizar las transcripciones literales de los instrumentos no fue posible entender algunos fragmentos de las grabaciones, lo que retrasó bastante la transcripción de los datos.

VI.3. Perspectivas futuras de investigación

Una posible línea de acción consistiría en ampliar el estudio con la profesora partícipe de esta investigación, proponiendo que desarrolle el tópico del ecosistema a través de las actividades didácticas que surgen de nuestra investigación, donde a su vez se realice la lectura del CDC-Ec personal. Ello permitiría observar en la profesora la evolución que presenta respecto a uno de sus componentes (estrategias instruccionales) y, a su vez, indagar en el

desarrollo del CDC-Ec, utilizando como referente evaluativo la configuración que surge de esta investigación.

Otro camino que dejamos abierto, presenta una alianza con lo que señala Biggs (2005), destacando que para cambiar las estrategias de aprendizaje de los estudiantes hay que cambiar la evaluación al provocar un efecto acción-reacción, dado que aquellos inmediatamente adaptan su estrategia de aprendizaje al nuevo enfoque evaluativo. Es por ello que consideramos como futura línea de investigación implementar en la práctica de aula nuevas estrategias que posibiliten la alfabetización visual. De ahí que, invitemos a usar algunas de las estrategias propuestas que se detallan en el apartado de las implicaciones didácticas de esta investigación.

En cuanto a la clasificación de las ilustraciones aquí presentadas, este estudio permite ver cómo en futuras investigaciones se puede realizar un rastreo, no solo de las ilustraciones en los libros de texto de otros cursos, sino también en otro material de comunicación que incorpore ilustraciones, ya sean estáticas o dinámicas, con el fin de realizar un rastreo minucioso que permita indagar si en esos materiales excluyen al hombre de los ecosistemas.

Al respecto, ya que estudios como los de De Orta, Reyes y De las Heras (2016) han arrojado lo poco motivados que pueden sentirse los estudiantes al estudiar únicamente a través de los libros de texto, consideramos atractivo abordar estudios que incorporen en su práctica de aula estrategias para la alfabetización visual de los ecosistemas enmarcados en la sinergia de lo social y lo natural, que en cierta medida implementen el libro de texto, pero con las debidas orientaciones que surgen en este estudio para contrastar el nivel de emociones y frecuencia que pueda generar en los estudiantes el uso del libro de texto, realizadas desde un mirada dinámica y propositiva. Resultados que serían precisos para evaluar el impacto de las estrategias recomendadas.

VI.4. Implicaciones didácticas de la investigación

Estar inmersos en el aula de clases observando, analizando e interpretando datos nos permitió reflexionar sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje que se están viviendo, los que se han vivido y los que pueden llegar a establecerse. Por tanto, los diferentes resultados recolectados de este estudio de caso concuerdan con Reyes et al. (2017) al encontrar la necesidad de iniciar urgentemente procesos de alfabetización visual en los docentes para que puedan brindar una mejor enseñanza desde la iconografía, situación que según

este estudio puede potenciar el aprendizaje en los estudiantes si es usada idóneamente.

Atendiendo a lo anterior, creemos conveniente que el profesorado realice estudios del lenguaje icónico (Velasco-Ruiz y Navarro-Torres, 2014) para que desarrolle competencias visuales que repercuten de cierto modo en el desarrollo de las competencias meta-representacionales, entendiéndose éstas según Waldrip y Prain (2012) como la capacidad de construir significados apropiados a partir de representaciones científicas. Por tanto, este proceso es prometededor de conllevar al diseño de estrategias icónicas desencadenantes del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

En este sentido, vemos que un camino oportuno para avanzar en dichos procesos es proponer algunas orientaciones didácticas que deberían tener presentes los docentes de ciencias naturales. Consideramos que desde nuestro objeto de investigación la posible ruta abarca tres aspectos básicos: (1) innovación curricular; (2) reconocimiento de aspectos oportunos para la lectura idónea de una imagen; y (3) Diseño de materiales curriculares.

Consideramos entonces que así como sucede en la investigación de Sanmartí (2000), estas orientaciones para el docente no pretenden ser prescripciones, se trata de una invitación abierta que amplíe la perspectiva del gremio educativo y que trascienda a otras posibles propuestas. De antemano no pretendemos quitar autonomía y reiteramos la importancia de los contextos a los que se pretenda llegar.

1) Innovación curricular

Este estudio se llevó a cabo bajo la legislación de la LOE, en este sentido encontramos que dicha legislación curricular estatal manifiesta una perspectiva social y humana desde los objetivos y contenidos que plantea respecto a la sensibilización ambiental, tomando la posición de considerar el conocimiento científico como un legado cultural de la sociedad (Morón, 2015). Sin embargo, nosotros encontramos que las imágenes representadas en los libros analizados carecían de esta perspectiva, dado que excluían al ser humano de éstas, situación compatible con las concepciones biocéntricas sobre el ecosistema manifestadas por la profesora, omitiéndose entonces la parte social que enriquece y favorece una visión conservacionista que apoya el desarrollo sostenible.

El nuevo currículo diseñado en el Real Decreto 1105/2014 para la ESO, según Manassero-Mas y Vázquez-Alonso (2017), despliega una cantidad suficiente de contenidos sobre naturaleza de la ciencia, la tecnología y el pensamiento crítico. En esta línea encontramos que también el segundo ciclo de la ESO (según la LOE), tercer y cuarto curso en concreto, planteaban los contenidos desde un foco socio-ecosistémico para el desarrollo sostenible, situación favorable para un pensamiento crítico en los estudiantes. No obstante, lo anterior no mitiga la concepción biocéntrica desvelada en el planteamiento de los contenidos sobre ecosistemas para el segundo curso en el caso de la LOE y para el primer y tercer curso en el caso de la LOMCE (Cuadro VI.1).

LOE (2º de la ESO)		LOMCE (1º y 3º de la ESO)	
Contenidos	Criterios de evaluación	Contenidos	Criterios de evaluación
Biosfera, ecosfera y ecosistema.	1. Identificar los componentes bióticos y abióticos de un ecosistema cercano, valorar su diversidad y representar gráficamente las relaciones tróficas establecidas entre los seres vivos del mismo, así como conocer las principales características de los grandes biomas de la Tierra. 2. El alumnado ha de comprender el concepto de ecosistema y ser capaz de reconocer y analizar los elementos de un ecosistema concreto, obteniendo datos de algunos componentes abióticos (luz, humedad, temperatura, topografía, rocas, etc.) y bióticos (animales y plantas más abundantes); interpretar correctamente las relaciones y mecanismos reguladores establecidos entre ellos, y valorar la diversidad del ecosistema y la importancia de su preservación	Ecosistema: identificación de sus componentes.	1. Diferenciar los distintos componentes de un ecosistema. 2. Identificar en un ecosistema los factores desencadenantes de desequilibrios y establecer estrategias para restablecer el equilibrio del mismo 3. Reconocer y difundir acciones que favorecen la conservación del medio ambiente. 4. Analizar los componentes del suelo y esquematizar las relaciones que se establecen entre ellos. 5. Valorar la importancia del suelo y los riesgos que comporta su sobreexplotación, degradación o pérdida.
Identificación de los componentes de un ecosistema.		Factores abióticos y bióticos en los ecosistemas.	
Influencia de los factores abióticos y bióticos en los ecosistemas.		Ecosistemas acuáticos.	
Ecosistemas acuáticos de agua dulce y marinos.		Ecosistemas terrestres	
Ecosistemas terrestres: los biomas.		Factores desencadenantes de desequilibrios en los ecosistema.	
El papel que desempeñan los organismos productores, consumidores y descomponedores en el ecosistema.		Acciones que favorecen la conservación del medio ambiente.	
Realización de indagaciones sencillas sobre algún ecosistema del entorno.		El suelo como ecosistema.	

Cuadro VI.1. Contenidos sobre ecosistemas para el primer ciclo de la ESO: LOE vs LOMCE (MEC, 2007a y MECD, 2015)

Ante esto, consideramos que en las aulas de clase debería haber docentes capacitados para detectar dicha disyunción y realizar ajustes de manera autónoma en el desarrollo de sus clases, pero investigaciones como esta evidencian el requerimiento de una mayor preparación científica, dado que la profesora objeto de este estudio manifiesta la misma concepción biocéntrica que mencionamos en el párrafo anterior. Es así como esperamos que estos aportes críticos y reflexivos lleguen al gremio docente y movilicen pensamientos para dar el giro necesario.

En este orden de ideas, el cambio debe producirse ahora, ya que según Álvarez-Lires et al. (2017) se requiere de manera urgente acciones que divulguen la importancia del desarrollo sostenible en diferentes campos, que en el educativo creemos que presenta una prioridad mayor, esto debido a que si formamos ciudadanos desde pequeños podemos hacer que los seres humanos, como habitantes e interactuantes del planeta tierra, seamos conscientes del efecto que podemos producir a nivel mundial según las acciones que decidamos tomar.

Lo anterior está sustentado desde la perspectiva que nos presenta Steffen et al. (2004) sobre el cambio global, que radica en los cambios biofísicos y socioeconómicos que perturban la organización y función del sistema tierra, donde a su vez dicho sistema tierra representa todas las interacciones posibles entre los diferentes ciclos, físicos, químicos, biológicos y de energía, que son los que suministran el sustento para la vida en nuestro planeta, e incluye a las sociedades con sus actividades.

En este sentido, según García (2003), los seres humanos somos parte integral de las interacciones que ocurren en ese sistema tierra y por tanto no somos una fuerza exterior que altera el sistema natural.

Concordando con Steffen (op.cit.) y con García (op.cit.), vemos importante construir sinergias entre lo natural y lo social, y no segmentar los contenidos ya que esto ocasiona perspectivas distorsionadas de la ciencia y pueden generar obstáculos en la estructuración conceptual del ecosistema. Partiendo de esto, vemos conveniente introducir en el currículo los ecosistemas desde conceptualizaciones como los Servicios Ecosistémicos, ya que actualmente es bastante acogida dado que ha mostrado que su abordaje puede facilitar el diálogo entre colectivos cualificados que buscan el bienestar humano y la conservación de la biodiversidad (Rodríguez-Loinaz, Palacios-Agundez y Onaindi, 2017).

Es por ello que Rodríguez et al. (2017) inician un proyecto, donde han encontrado que los expertos como Ingurugela (Red de apoyo a los profesores sobre medio ambiente y desarrollo sostenible) y Agenda 21 escolar (dinamizan el currículo para la educación ambiental) desconocían el abordaje del ecosistema desde los servicios ecosistémicos, por tanto dichos hallazgos permitieron entrar en acción e iniciar la creación de instrumentos didácticos que sirvieran de ayuda a los docentes, pero aún continúa la necesidad de propuestas que involucren los servicios ecosistémicos en las instituciones educativas.

Sin embargo, hay que tener cuidado al trabajar los ecosistemas con la perspectiva mencionada, ya que Menzel y Bögeholz (2009) encuentran que desde este foco la valoración de la conservación de la biodiversidad puede tender a estar asociada al tipo de bienes y servicios ecosistémicos directos, como la provisión de alimentos y medicinas, aspecto que a los docentes puede fácilmente hacerles caer en un reduccionismo de la biodiversidad, que aunque no se aborda en el primer ciclo de la ESO según la legislación actual (LOMCE), es importante trazar nexos en dicho ciclo que faciliten la comprensión sobre biodiversidad, aún sin que se presente una conceptualización de esta (Bermúdez et al., 2014).

Adicionalmente, para entrar en vigor con un currículo innovador, encontramos investigaciones como la de Banet (2007) que hallaron más acertado el planteamiento de contenidos desde la LOE sobre el trabajo por resolución de problemas, dado que la LOCE planteaba su aplicación desde el método científico. Ante esto, actualmente la LOMCE retoma ambas posiciones, aspecto con el que entramos en discordia, no por su fusión sino porque manifiesta un enfoque positivista en los contenidos de biología y geología cuando alude que “el alumnado deberá haber adquirido los conocimientos esenciales que se incluyen en el currículo básico y las estrategias del método científico” (MECD, Anexo 1. p.205).

En relación a esto, la LOMCE aparenta ignorar la diversidad de métodos científicos e induce a la construcción de currículos con una imagen de ciencia lineal y absoluta.

Desde este punto referencial hemos decidido plantear una secuencia didáctica para el primer ciclo de la ESO (Tabla VI.1 y Cuadro VI.2). Para ello se tuvo presente todos los contenidos que se plantean en el Cuadro 1, independientemente de la legislación (LOE-LOMCE), dado que no presentan cambios significativos. De igual forma, estamos teniendo en cuenta algunos de

los tópicos establecidos para el cuarto curso según la LOMCE, ya que estos abarcan la perspectiva sociocientífica y conservacionista, a fin de mitigar las disyunciones que hemos plasmado en párrafos anteriores.

En síntesis, la Tabla VI.1 y el Cuadro VI.2 pretenden desarrollar todos los contenidos del Cuadro VI.1. Por su parte, la Tabla 2 solo corresponde a un apartado del contenido del Cuadro 1, el papel que desempeñan los organismos productores, consumidores y descomponedores en el ecosistema. Contenido que, a su vez, se relaciona con la actividad de la fase de estructuración de conceptos que se incluye en la Tabla VI.1.

Tabla VI. 1. Secuencia didáctica sobre los ecosistemas: propuesta para el primer ciclo de la ESO

Fases de la secuencia	Objetivos	Actividades	Preguntas	Contenidos
Exploración del conocimiento	1. Indagar en los estudiantes algunas concepciones sobre el ecosistema e incentivar la formulación de problemas de investigación. 2. Incentivar en los estudiantes la importancia de interpretar idóneamente una imagen.	Cuestionando, valorando y etiquetando	¿Cómo agruparías los elementos seleccionados? ¿Qué pueden aportar para tu vida dichos elementos?	¿Qué son los ecosistemas?
			¿Qué sucedería si el río Guadalquivir se secará? ¿Qué acción tomarías para evitar su sequía?	
			¿Qué pasaría si desaparecieran los gallinazos del planeta?	
			¿De qué zona te gustaría ser responsable, jardín, charca, árbol del instituto, cancha de fútbol del instituto, jardín de tu casa etc.? ¿Qué acciones humanas crees que afectan al espacio o lugar que seleccionaste en la anterior pregunta?	

Introducción del conocimiento	1.Promover en los estudiantes la observación y la generación de posibles hipótesis, para la reflexión colectiva sobre el ecosistema en cuestión, a través de las imágenes de los libros de texto. 2. Promover actividades que faciliten a los estudiantes el reconocimiento de las múltiples funciones que puede tener una imagen en concordancia con la temática en cuestión.	Adivina quién soy	¿Si excavas en tu patio qué puedes encontrar?	¿Qué son los microorganismos? ¿Que son los factores bióticos y abióticos? ¿Cómo se relacionan los factores bióticos y abióticos? ¿Para qué se relacionan los factores bióticos y abióticos? ¿Qué relación responsable tiene el hombre frente a los factores bióticos y abióticos? ¿Qué son las poblaciones y las especies?
			¿Qué elementos consideras que hacen parte del biotopo y cuáles de la biocenosis? ¿En dónde ubicas a los seres humanos?	
			¿De qué se alimentan los seres vivos que habitan en el ecosistema seleccionado?	
			¿Qué problemas detectas en el ecosistema seleccionado?	
			¿Qué pasaría si llegara una especie nueva al ecosistema que estás estudiando (jardín, patio, charca, árboles) ?	
			¿Cómo es tu participación en el ecosistema elegido?	

Estructuración de conceptos	1. Incitar en los estudiantes la abstracción del funcionamiento y las relaciones existentes entre los componentes de un ecosistema real o hipotético. 2. Favorecer la interpretación de imágenes de los ecosistemas hipotéticos o reales mediante el reconocimiento de los diversos niveles de iconicidad que pueden presentarse.	Eco-icónico sustentable	¿Cómo interactúan los seres vivos y los no vivos del ecosistema que has seleccionado?	¿En dónde y cómo se producen las relaciones intraespecíficas e interespecíficas? ¿Qué es y cuál es la diferencia entre el Nicho y hábitat? ¿En qué consiste el proceso de fotosíntesis y por qué es importante dentro del ecosistema? ¿Qué es la estructura trófica? ¿Cómo funciona la estructura trófica? ¿Cómo se relaciona el flujo de energía con el ciclo de la materia? ¿Qué papel desempeña el hombre dentro de la cadena alimentaria? ¿Qué función cumplen los productores, consumidores y descomponedores dentro del ecosistema? ¿Qué energía asociamos a
			¿Qué pasaría si el sol no existiera?	
			¿Cuál es la dieta alimentaria que siguen los seres vivos más representativos del ecosistema elegido?	
			¿Cómo reconoces tu espacio, territorio o hábitat?	
			¿Existen límites en tu espacio, territorio o hábitat?	
			¿Cómo obtienes la energía para vivir?	
			¿Qué pasa si tu no interactúas de manera responsable en el ecosistema que has elegido?	

				los ecosistemas? ¿Cómo se transforma esa energía dentro de un ecosistema?
Aplicación de conceptos	1. Propiciar espacios que faciliten a los estudiantes poner en práctica las habilidades propias del conocimiento científico y de esta manera puedan divulgar resultados hallados de su propio problema de investigación, empleando a su vez algunos aspectos teóricos sobre la iconografía para la fomentación del pensamiento crítico.	Feria-ecosistémica	¿Existirán bacterias que puedan alimentarse de materiales creados por el hombre? (García, 2003)	¿Se puede predecir cómo evoluciona un ecosistema? ¿Cuáles son los ecosistemas que conoces? ¿Cuál es el valor ecológico de un ecosistema? ¿Se puede mejorar la producción, el consumo y el ahorro de los recursos naturales? ¿Cómo cambia el ecosistema con el tiempo?
			¿Cómo puedes representar los diferentes componentes y relaciones del ecosistema elegido ?	
			¿Cómo puedes contribuir al cuidado de los recursos naturales?	

La tabla anterior presenta las fases de la secuencia junto con los objetivos, actividades, preguntas y contenidos propios sobre del ecosistema, persiguiendo una mejor comprensión de la secuencia. En el Cuadro 2 se muestra el desarrollo de las actividades respectivas.

Desarrollo de Actividades		
Cuestionando, valorando y etiquetando		
Desarrollo	Materiales	Tiempo estimado
Se conforman grupos de cuatro o cinco personas, luego cada grupo deberá dirigirse a un lugar donde se colocan los diferentes elementos para iniciar una compra como si estuvieran en un supermercado, el precio a cada uno de los elementos será asignado por cada uno de los grupos, dichos elementos se pegan junto con el valor asignado en el papel bond. Finalizada la compra y la pega de los diferentes elementos con su respectivo precio en el papel bond, se les pide a los grupos que socialicen el cartel guiado de las siguientes preguntas: 1. ¿Por qué le asignaron el precio mayor a X elemento? 2. ¿Por qué le asignaron el precio menor a X elemento? 3. ¿Por qué ubicaste los elementos en esa posición? Posteriormente se observa qué grupo etiqueta las imágenes al pegarlas en el papel bond y quiénes no lo realizan, preguntar si es el caso por qué lo omiten y hacer énfasis en la importancia de rotular las imágenes.	-Imágenes recortadas, cinco imágenes de cada uno de los siguientes elementos: O₂, Árbol, Hongos, Agua, Clima, Frutas, Abejas, Mariposas, Estiércol, Tigrillo, Titi Gris, Perro, Gato) -Dinero ficticio (se elaboran billetes con valor de 5 €, 10€, 20€ y 50€, tres por cada valor, esto debe hacerse antes de iniciar el desarrollo de la actividad) -Colores, lapiceros, hojas, tijeras, papel bond.	45 minutos

Adivina quién soy		
Procedimiento	Materiales	Tiempo
Se continúa con los grupos conformados de cuatro a cinco personas, esta vez cada integrante tendrá un rol diferente. Secretario: toma nota de todo lo que su equipo diga además de observaciones importantes que sean necesarias. Líder: está encargado de proporcionar grandes ideas, abstraer situaciones y proponer soluciones y de tomar las fotografías. Comunicador: el encargado de socializar los procesos del trabajo al docente y demás compañeros. Utilero: está encargado de proporcionar los materiales necesarios al equipo, lleva el cronómetro para limitar el tiempo cuando lo sea necesario y debe mantener la zona de trabajo en buenas condiciones de limpieza. Creativo: está encargado de ayudar al líder para que sus ideas se puedan representar de manera agradable y llamativa. Puede colaborar en la producción de carteles junto con el secretario y dibujar cuando así lo amerite el caso. Teniendo claro los roles se seleccionará un espacio al que le harán seguimiento y con el que interactuarán durante el desarrollo de esta temática; dicho espacio puede ser (charca, árbol, jardín, huerto, lago, pecera etc.), preferiblemente que esté directamente en el instituto, cerca de este o que los estudiantes puedan construirlo fácilmente. Posteriormente teniendo ubicado el ecosistema proceden los equipos a observarlo detalladamente, el profesor puede proporcionar una tabla de datos que oriente la observación.	Los materiales varían según sean los ecosistemas seleccionados. Sin embargo, una lista básica que debe tener el docente a su alcance es: palas, lupas, palillos, botellas de plástico, tierra. Los estudiantes deben tener: libreta de investigador, lápices, colores, cámara fotográfica (la mayoría de estudiantes cuentan con un móvil)	120 minutos

Dentro de los datos solicitados uno importante es la toma de fotografías y otro será la recreación del ecosistema mediante un dibujo. Otro aspecto relevante es realizar preguntas a las personas o estudiantes que suelen frecuentar dicho espacio y para esto los estudiantes se pueden apoyar de pequeñas encuestas o entrevistas, que les permitan tener información para representar mediante gráficas la interpretación de sus datos. El docente siempre estará presente para orientar y facilitar el proceso, además de para ir introduciendo conceptos mediante las propias observaciones que los estudiantes están recolectando, mostrando una posición respecto al ecosistema sustentable, sin perder la línea de las preguntas que se han planteado en cada una de las fases de la secuencia didáctica.		
Eco-icónico sustentable		
Procedimiento	Materiales	Tiempo
Continúan los grupos establecidos en la anterior sesión. Eco-icónico sustentable se traduce en una representación icónica del ecosistema desde una perspectiva conservacionista que debe hablar por sí sola apoyándose de rótulos y signos que permitan el acceso de la lectura de otras personas ajenas a la temática. Para ello, primero se trabaja en una sala de ordenadores o en biblioteca que tenga acceso a Tablet. Según el rol de cada integrante, se le asignarán nuevas labores dada la dinámica de esta sesión. La docente proporciona una guía orientadora del proceso a seguir; algunas preguntas sugeridas se pueden ver en la página 22. Se debe buscar en libros información sobre el ecosistema con el que están interactuando (la docente debe facilitar bibliografía que trabaje el ecosistema desde una perspectiva conservacionista).	Libros de texto, ordenadores o Tablet, periódicos, papel bond, marcadores	120 minutos

De igual manera la docente debe orientar que el eco-icónico sustentable puede ir acompañado de varias imágenes y es imprescindible que se apoyen de la gráfica o gráficas que surjan de los instrumentos que usaron para la recolección de datos. El equipo debe tomar la decisión de usar o no las fotografías que se obtuvieron o de usar los dibujos realizados para empezar a representar de la mejor manera su eco-iconicidad sustentable. En otras palabras, los estudiantes tienen autonomía de decidir el tipo icónico que consideren viable y fácil para justificar los diferentes componentes que hacen parte del ecosistema, su funcionamiento, flujo de energía y ciclo de materia, las relaciones posibles que encuentren, las causas y consecuencias que podrían alterarlo y los beneficios que traen a los seres humanos. Cuando la eco-iconicidad sustentable vaya bastante adelantada, el docente presenta otras posibles relaciones que no sean percibidas por los estudiantes, ya sea a través de los ejemplos que tiene en su aula o apoyándose en otros ejemplos y presentarlos mediante fotografías, dibujos figurativos, dibujos figurativos más signos y esquemas (se recomienda usar la infografía utilizando aplicaciones como por ejemplo <i>Visme</i>). De esta manera se presentan las imágenes en sus diferentes grados de iconicidad y a su vez se amplía la visión de otras relaciones intraespecíficas que en ocasiones son más complejas de ver por el alumnado. Finalizada la actividad se entrega material escrito de los diferentes grados de iconicidad que existen para que en casa mejoren la eco-iconicidad sustentable. Nota: proponemos otra opción complementaria según los tiempos de cada institución y las preferencias del docente: realizar una actividad antes del diseño de la eco-iconicidad. Dicha actividad trabaja la técnica de la superposición fotográfica, donde se pretende que cada grupo de estudiantes seleccione una de		

las varias imágenes que el docente entregue, para que posteriormente el grupo analice las posibles incoherencias y erratas que puedan obstaculizar su aprendizaje, luego las dialogue y se las presente de manera expositiva a un grupo contrario, para que éste pase a realizar las inclusiones o exclusiones pertinentes al caso teniendo posición crítica y debatiendo si están en acuerdo o no con las erratas encontradas. El primer grupo que plantea las erratas de la imagen en un segundo momento también pasa a supervisar las inclusiones y exclusiones respectivas de otra imagen que haya seleccionado otro grupo. Las erratas se sugiere que sean bastante evidentes y otras no tanto, por esto sería prudente que la imagen la diseñara el docente para tener mayor material de discusión. Cada errata y propuesta generadora de mejoras en la imagen tendría un punto, por tanto el grupo que logre acumular mayor cantidad de puntos tendrá un estímulo (este queda sujeto a la facilidad presupuestal del profesor o institución, pero siempre contando con la opción más sencilla que es la del estímulo valorativo en sus calificaciones).		
Feria-ecosistémica		
Procedimiento	Materiales	Tiempo
Cada grupo realiza el montaje de un stand para presentar en una feria enfocada a los ecosistemas sustentables, donde su principal objetivo es mostrar a sus demás compañeros los resultados de su anteproyecto de investigación de una manera llamativa y diferente, que a su vez involucre el eco-icónico que han realizado en la sesión anterior. Algunas posibles ideas para la representación atractiva al público son: teatro, cuento, emisora, canción, poema, juegos, etc. Si es posible se puede extender la exposición a la hora del descanso para proyectar el trabajo a nivel de toda la institución.	Los materiales van a tener una variación dependiendo del tipo de stand que proponga el profesor. Generalmente se suele usar cartón grueso como separadores.	60 minutos de montaje y 60 minutos de exposición.

En esta actividad, se pretende fomentar el pensamiento crítico y reflexivo. Para ello, cada grupo deberá autoevaluarse y evaluar a otro de los grupos y de esta manera propiciar el desarrollo de estrategias autoreguladoras y de autoconfianza.		

Cuadro VI. 2. Actividades desarrolladas en la secuencia didáctica sobre los ecosistemas

2) Reconocimiento de aspectos oportunos para la lectura de una imagen.

Indiscutiblemente estamos en una sociedad oculocéntrica, pero como sucede con muchas situaciones estamos, pero no participamos y decimos abiertamente que hacemos parte de. Atendiendo a estas afirmaciones ¿realmente estamos en una sociedad oculocéntrica?

En relación a lo anterior, consideramos que si estamos en una sociedad donde las imágenes son un referente alto, pero no participamos por desconocimiento o porque no es tópico de nuestro interés, estamos siendo consumidos por nuestro propio consumo.

Es así como el conocer esta sociedad oculocéntrica desde el otro lado facilita un acercamiento a la alfabetización visual que, según Aparici, García y Valdivia (1992), permite que los ciudadanos puedan defenderse de la manipulación que los medios pueden ejercer.

Adicionalmente, ayuda a quitar esa venda de los ojos de que una imagen es una copia de la realidad, específicamente cuando nos vamos a la fotografía, un tipo de imagen que según Martin (1987) aunque parezca ser reflejo exacto de lo real no es por eso menos subjetiva y se halla a veces sujeta a ciertas manipulaciones, así que esta forma de hacer ver la fotografía podría ayudar a mitigar desde el plano epistemológico esa percepción de portadoras de verdad (Otero, 2004).

Por tanto, de acuerdo con Martin (1987), la polisemia, característica de una imagen, obliga a los receptores a aceptar esas diversas interpretaciones que son derivadas de esa percepción visual y no de la copia de los objetos externos (Otero, 2004). Interpretaciones que son dependientes de los saberes previos del perceptor.

Este proceso de alfabetización visual requiere algunas nociones. Así, De Saussure et al. (1980) fueron los primeros en referirse a la semiología, definiéndola como la ciencia que estudia el papel de los signos en el seno de la vida social. Planteamiento que hemos mencionado en el apartado II.4.1. El referente sobre la semiótica y remitimos a este para ampliación del tópico.

De igual manera creemos que todo proyecto que pretenda dar sus primeros pasos hacia una alfabetización visual requiere, como dice Hernández (2008) citado en Rey Cao (2010), de manera tácita o explícitamente, de tres dimensiones: (I) la alfabetización funcional, caracterizada por la capacidad de

leer y componer imágenes para funcionar en la vida diaria; (II) la alfabetización cultural, caracterizada por la adquisición del conocimiento relevante que facilite ser un ciudadano competente del grupo cultural; y (III) la alfabetización crítica, caracterizada por el uso consciente de la imagen y del conocimiento cultural para construir una identidad y así poder explorar críticamente las relaciones de su contexto local y global; en otras palabras, es la aplicación de la primera y segunda dimensión.

En esta medida consideramos oportuno tener en cuenta algunos criterios de buenas prácticas para llevar a escena las actividades de la secuencia didáctica que incluyan imágenes (ver Tabla 1): (a) algunos elementos de la imagen; (b) clasificación de las imágenes; y (c) algunas características de la imagen didáctica que podamos ejemplificar.

a) Algunos elementos de la imagen

La imagen presenta características que pueden ser objetivas y subjetivas, es por ello que resulta de cierta manera compleja para realizar interpretaciones, dentro de las cuales podemos detallar las siguientes:

Lenguaje Denotativo: hace referencia a todo lo que la imagen nos puede mostrar, colores, puntos, símbolos, posición de figuras; en palabra de Aparici y García-Mantilla (1998) es lo que percibimos objetivamente.

Lenguaje Connotativo: hace referencia a lo que no podemos ver a simple vista, está estrechamente ligado a un nivel subjetivo de la lectura (Aparici y García-Mantilla, op.cit.), desencadenando esas interpretaciones que van ligadas a nuestros saberes previos y que pueden provocar sensaciones y emociones en los lectores. En este aspecto vemos cómo el mensaje connotativo requiere conocimiento de aspectos socio-culturales ligados a donde fue creada la imagen (De Alba, 2010).

Realizar una imagen está impregnado más desde lo connotativo que de lo denotativo, es por ello que un docente, aunque no tenga mayores habilidades para ello, debe arriesgarse a diseñar este tipo de representaciones en sus clases porque es el que conoce más la temática que desarrolla y el objetivo que pretende directamente en su respectivo momento.

Cuando hablamos de iconicidad hacemos referencia al grado de analogía de un objeto, por esto cuando decimos que es más icónico solemos presentar la fotografía, porque es la que guarda fidelidad al hecho o suceso, pero tampoco

es un referente de que nos esté mostrando la realidad, ya que según Barthes (1982) existen procedimientos donde la fotografía puede impregnarse de lenguaje connotativo

El Trucaje: permite extraer o incluir elementos a la foto, dar apariencia de lo real a algo que está modificado.

Pose: las poses que toman los personajes en la foto provienen de un bagaje cultural que les da sentido. No necesariamente una foto que tenga unan pose significa que eso estaba ocurriendo en el acto, puede ser una pose realizada con sentido.

Objetos: el significado connotado de los objetos se centra en que el fotógrafo los haya dispuesto de cierta forma para fotografiarlos.

Fotogenia: es un procedimiento que ayuda a embellecer la imagen por medio de las técnicas de iluminación, impresión y reproducción.

Sintaxis: se entiende como una serie de fotos relacionadas de la manera que así lo disponga el fotógrafo, llegando a cambiar el significado que cada imagen individual puede tener y pasar a otro significado completamente diferente, construido en conjunto.

Pasando a un aspecto que en principio podríamos pensar que estaría dentro de un lenguaje denotativo, el color, si percibimos este con mayor profundidad, vemos cómo pasa a ser parte de ese lenguaje connotativo, y que es un rasgo, una cualidad visible si se decide hacerlo, que al mismo tiempo puede estar relacionado con otras cualidades visuales.

Según Solís (2014) los colores se relacionan con los estados afectivos, esto porque cuando son percibidos producen una reacción cerebral que desencadena dicho estado afectivo. El azul, por ejemplo, genera una sinapsis entre las neuronas que baja la temperatura y por esto se le dan las cualidades de ser un color frío que genera calma, mientras que el rojo se le atribuye la sensación de activo y de calor.

Los colores resaltan más o menos, según el fondo que les acompaña, así que los que resaltan más son el negro sobre el blanco, el rojo sobre el blanco y el verde sobre el blanco. Resaltan menos: el blanco sobre negro y el verde sobre rojo (Aparici y García-Mantilla, 1998).

b) Clasificación de las imágenes

En esta sección invitamos a conocer y poner en práctica la caracterización que se usó en este estudio (ver apartado III.5.1., Tabla III.4., p.194) que detalla a groso modo los tipos de imágenes sobre ecosistemas que podemos encontrar en los libros de texto desde el punto de vista de: (a) la Iconicidad (Fotografía, Figurativa, Figurativa + Signos, Esquemática); (b) la Función de la secuencia didáctica en la que aparecen las imágenes en el libro de texto (evocación, definición, aplicación, descripción, interpretación, problematización e identificación); (c) las etiquetas textuales (sin etiquetas, nominativas, relacionales); (d) la Imagen de ciencia (empírico, pragmático, conceptual, contextualizada, descontextualizada, problemática e histórica); y (e) la percepción del ecosistema (excluyente, semi-incluyente, incluyente)

Reconocer las posibles clasificaciones de las imágenes del ecosistema facilita al profesor disponer de una perspectiva amplia para actuar en el aula de una manera menos subjetiva al hacer uso de las imágenes según sea el propósito del día a día.

c) Algunas características de la imagen didáctica que podamos ejemplificar.

Hemos venido sugiriendo una posible secuencia didáctica para la enseñanza del ecosistema partiendo de los hallazgos que se encontraron en este estudio y en acuerdo con referentes que apoyan la conceptualización del ecosistema desde una postura conservacionista, asuntos sociocientíficos y la investigación escolar como estrategias constructivistas.

Lo anterior porque, según Cerde, Caballero y Pablos (2017), aún se encuentran libros de texto donde la estructura de las unidades didácticas induce aprendizajes memorísticos y pocos orientados a la investigación escolar, desvelando la biodiversidad de manera descontextualizada del campo social (García-Gómez y Martínez-Bernat, 2010).

Por tanto, este apartado merece resaltar una cuestión que deberían plantearse los profesores de ciencias naturales: ¿Qué ejercicios didácticos son los idóneos cuando se utilizan imágenes sobre ecosistemas para trabajar en clase de biología, teniéndose presente las diversas complejidades cognitivas que

entrañan la representación interna cuando se estudia un concepto complejo como lo es el ecosistema?

En relación al cuestionamiento no pretendemos dar la fórmula mágica que muchos quizás quisieran leer, pero creemos que pueden llegar a ser validas algunas acciones para ciertos contextos.

Acciones o ejercicios didácticos para el uso de imágenes:

Usar los epígrafes contextualizados y orientados a la función didáctica que tenga la imagen, estos en investigaciones de Rigo (2014) ayudaron a que los lectores de la imagen se focalizaran en la temática clave que el docente pretendía hacer explícita en la imagen. Es decir, que los epígrafes faciliten un análisis de la imagen más detallado, dando fuerza al lenguaje denotativo de ésta. Un ejemplo de esto lo podemos ver en el Anexo VII.2.

✓ Usar técnicas de color y contraste adecuadas; últimamente la didáctica de las ciencias se ha interesado por el estudio de las emociones y se ha encontrado cómo en los estudiantes aumenta la efectividad académica si hay factores desencadenantes de emociones positivas. En anteriores párrafos hemos presentado cómo el color, al ser percibido, puede generar diferentes emociones, por tanto constituye una técnica que puede jugar un complemento importante a la hora de realizar una imagen didáctica.

✓ Realizar preguntas-guía que se adicionen al texto que acompaña las imágenes y que se generen en medio de la actividad iconográfica. Para nuestro caso, en la actividad que nominamos eco-icónico sostenible, las preguntas orientadoras deben realizarse en el momento de la construcción de la imagen; ya que este caso específico se plantea un diseño, estas pueden proporcionarse escritas o de manera oral cuando el docente se acerque a cada grupo. Algunos ejemplos de las posibles preguntas pueden ser:

- ¿Qué símbolos recuerdas que representen el cuidado con el medio ambiente?
- Los empaques de snack (comida para picoteo) suelen tener en el revés un símbolo, ¿recuerdas cuál es?

- Los tapes en su interior presentan un símbolo y un número, ¿sabes qué significa esto?
 - ¿Por qué es importante conocer los códigos o símbolos sobre el cuidado del medio ambiente que han tenido una convención mundial?
 - Cuando observas una araña, ¿crees que puede ofrecerte algún beneficio?
 - ¿Qué signos consideras que te han ayudado a orientarte cuando estás buscando una dirección, ya sea en google maps o en un mapa de papel?
 - Si tienes dos frascos que contienen un líquido incoloro (aparentemente agua) pero dudas en tomarlo porque no sabes de qué fuente proviene y no puedes sentir su olor porque estás con resfriado, ¿qué necesitarías para saber si ese líquido es realmente agua o es un líquido toxico para tu salud al beberlo?
- ✓ Presentar o diseñar imágenes actuales y de interés para nuestro alumnado, teniendo en cuenta las últimas tendencias, como por ejemplo la cibernética, y otros aspectos que pueden variar dependiendo de la localidad y país en los que se realice la intervención.
- ✓ Usar la iconicidad de la imagen de manera coherente y relacional con el propósito conceptual que oriente el profesor, es decir, con las diferentes variables que se pretendan usar en el aula. Un ejemplo claro es la relación que hemos encontrado en este estudio entre II.E2. Definición (tipo de función de la secuencia didáctica en la que aparece la imagen en el libro de texto) y II.G3 dibujo figurativo+signos (iconicidad), dicha correspondencia la consideramos pertinente porque cuando las ilustraciones pretenden establecer el significado de un término nuevo dentro de un contexto teórico es gratificante encontrar signos que apoyen y favorezcan esclarecer aspectos, aunque en algunos casos estaban implícitos, como es el caso de imágenes que definen procesos, siendo el flujo de energía parte de uno de estos
- ✓ Usar la técnica de la superposición; esta consiste en analizar y comparar directamente una imagen que tenga algunos “errores” que pueden obstaculizar la comprensión del concepto ecosistema desde una perspectiva conservacionista, con otra imagen que ha sido intervenida (docente o estudiante,

dependiendo de la dinámica de la actividad) indicando qué aspectos serían necesarios incluir o excluir de la imagen para la mejora de ésta. Para la secuencia que hemos propuesto sugerimos que esta actividad puede ser complementaria a la actividad de diseño iconográfico que se propone en la fase de estructuración del conocimiento o, dependiendo del caso, puede reemplazar completamente la actividad sugerida según así se vea conveniente (Cuadro 2. Actividad Eco-iconicidad sustentable). La Figura 1, representa el ejemplo de una imagen que contempla erratas, en concreto, la descontextualización entre su etiqueta verbal con la fotografía. Por su lado la Figura 2, representa la superposición de fotos mejorando el contexto a través de algunos signos en la representación pictórica, al igual que en su etiqueta verbal.



Figura VI.1. Imagen con erratas tomada del Libro 1 (p.222)



Figura VI.2. Ejemplo de superposición de fotos para mejorar el contexto de la Figura 1

✓ Realizar sinergias, en principio con la disciplina de Arte para que desde allí se amplíen aspectos que quizás no puedan ser abarcados a fondo desde los ecosistemas por el factor limitante del tiempo que se tiene en los institutos. Para ello se propone que ejerciten la mente del estudiante analizando imágenes y produciendo imágenes. Posteriormente se puede avanzar y plantearse lo conveniente de realizar otro tipo de sinergias con otras instituciones externas como universidades, que pueden servir de apoyo para la capacitación de los maestros.

Es así como invitamos al profesorado, tanto en formación inicial como en ejercicio, para que se atrevan a implementar estas acciones y que se arriesguen a plantear muchas más ya que los estudios muestran que este gremio educativo demanda un apoyo específico, señalando la falta de estrategias didácticas para abordar la implementación de innovaciones en sus clases (Abril, Ariza, Quesada y García, 2014).

3) El diseño de materiales curriculares

Dentro del diseño de materiales curriculares hay que tener presente el qué, el cómo, el para qué y para quién estoy diseñando. Adicionalmente podríamos hacer una lista amplia de las necesidades que se tienen en la enseñanza del ecosistema, que nos remitirá al diseño de una infinidad de material curricular, sin embargo, aquí nos centraremos en un material para la evaluación.

Para construir materiales curriculares, independientemente del tipo, consideramos que es indispensable incluir actividades que conlleven la autorregulación del aprendizaje que, según Zimmerman (1995), incluye estrategias, conductas y reflexiones autogeneradas que permiten el acceso a una meta del aprendizaje. Encontramos que en investigaciones como las de Pajares y Schunk (2001), la Autoevaluación es considerada como una de las acciones que puede potenciar la autorregulación, dado que permite al estudiante tomar decisiones, mostrando responsabilidad en sus propias acciones. Así mismo encontramos que la tarea también trae beneficios autorreguladores en el aprendizaje (Zimmerman y Kitsantas, 2005).

De este modo, supone un reto diseñar tareas que desarrollen habilidades para la vida y no solo que sean vistas como una acción para obtener una calificación más para evaluar o como una actividad que rellene el cuaderno de los estudiantes.

Desde esta perspectiva, la última actividad que proponemos en la fase de aplicación de conceptos, Feria sustentable (Cuadro VI.2), trabaja la autoevaluación y la coevaluación, además de la planificación y otros aspectos que ayudan al desarrollo de competencias autorreguladoras del aprendizaje. Del mismo modo, toda la secuencia es abordada desde el trabajo grupal y, según Encarnacao (2015), esto constituye una herramienta favorecedora de habilidades de autorregulación porque se genera motivación intrínseca de los estudiantes en las tareas desarrolladas, que a su vez tienden a producir la sensación del éxito.

En esta línea, y focalizando nuestro interés, para las imágenes en los libros de texto sugerimos un material para evaluar procesos iconográficos del ecosistema. Para ello consideramos la rúbrica como una herramienta idónea en la evaluación, que revela a los estudiantes datos acerca de las competencias que se esperan de ellos y criterios de lo que deben hacer para lograr estas (España, Cebrián y Franco-Marisc, 2017).

En relación a lo anterior, el Anexo VII.1 desvela la rúbrica que fue diseñada específicamente para evaluar la actividad de la fase de estructuración de conceptos nominada eco-icónico sustentable que se complementa con la actividad de la fase de aplicación del conocimiento nominada Feria ecosistémica (Cuadro 2).

Los niveles de la rúbrica guardan relación con lo estipulado por el R/D 1105/2014: “Los resultados de la evaluación se deben expresar en la Educación Secundaria Obligatoria mediante una calificación numérica, sin emplear decimales, en una escala de uno a diez, que irá acompañada de los siguientes términos: Insuficiente (IN), Suficiente (SU), Bien (BI), Notable (NT), Sobresaliente (SB), aplicándose las siguientes correspondencias: Insuficiente: 1, 2, 3 o 4. Suficiente: 5. Bien: 6. Notable: 7 u 8. Sobresaliente: 9 o 10.

Es conveniente aclarar que la rúbrica es simplemente una ejemplificación que puede guiar el planteamiento de otras variables que el docente crea significativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abell, S.K. (2007). Research on Science Teacher Knowledge. En S.K. Abell and N.G. Lederman (Eds.). *Handbook of Research on Science Education* (pp. 1105-1149). Nueva York y Londres: Routledge Taylor y Francis Group.
- Abell, S.K. (2008). Twenty Years Later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea?. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1405–1416.
- Abril, A. M., Ariza, M. R., Quesada, A., García, F. J. (2014) Creencias del profesorado en ejercicio y en formación sobre el aprendizaje por investigación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(1), 22-33.
- Acevedo-Díaz, J.A. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(2), 133-169.
- Acevedo Díaz, J.A. (2009a). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): El marco teórico. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(1), 21-46.
- Acevedo Díaz, J.A. (2009b). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (II): Una perspectiva. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Divulgación Científica*, 6(2), 164-189.
- Aguilar, S., Maturano, C. y Núñez, G. (2007). Utilización de imágenes para la detección de concepciones alternativas: un estudio exploratorio con estudiantes universitarios. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 691-713
- Aguilar-García, T. (2001). Aprendizaje de las ciencias y ejercicio de la ciudadanía. En P. Membiela (Ed.). *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad: formación científica para la ciudadanía*. (pp.77-89). Madrid: Narcea.
- Ahumada, J y García, P. (2005). El rol de las representaciones en el descubrimiento científico: aspectos filosóficos y psicológicos. *Temas de Ciencia y Tecnología*, II, 7.

- Álvarez-Lires, M.M., Arias-Correa, A., Lorenzo-Rial, M. y Serrallé-Marzoa, F. (2017). Educación para la Sustentabilidad: Cambio Global y Acidificación Océanica. *Formación Universitaria*, 10(2), 89-102. doi: 10.4067/S0718-50062017000200010
- Álzate, M.V. (1999). ¿Cómo Leer un Texto Escolar? Texto, Paratexto e imágenes. *Revista de Ciencias Humanas*, 6(20), 114-122.
- Amin, T., Smith, C. y Wiser, M. (2014). Student conceptions and conceptual change: Thre overlapping phases of research. En N. Lederman y S. Abell (Eds.). *Handbook of research on science education* (57-81). Nueva York y Londres: Routledge Taylor y Francis Group.
- Ainley, J., Nadi, H. y Pratt, D. (2000). The construction of meaning for trend in active graphing. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 5, 85-114.
- Azpiroz-nuñez, M. (2017). Enfoques de aprendizaje en estudiantes universitarios chinos de español como lengua extranjera. *Cuadernos de investigación educativa*, 8(1), 13-29.
- Bachelard, G. (1982). *La formación del espíritu científico: contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo*. Buenos Aires: Siglo veintiuno Editores.
- Balibrea, S., Reyes, M., Álvarez, A., Sáez, F., Vílchez, J. (2008). *Ciencias de la Naturaleza 2*. Madrid: Grupo ANAYA S.A.
- Banet, E. (2007). Nuevas enseñanzas mínimas para las ciencias de la naturaleza (biología y geología) en la ESO: ¿una reforma necesaria? *Alambique*, 53, 77-94.
- Bardin, L. (1996). *El análisis de contenido* (2ª ed.). Madrid: Akal Ediciones.
- Badanelli, A. (2003). Aproximación a un método de lectura e interpretación de imágenes en los manuales escolares. En R. Calvo de León et al. (coord.) *Etnohistoria de la escuela. XII Coloquio Nacional de Historia de la Educación* (pp. 333-342). Burgos: Universidad de Burgos.
- Barthes, R. (1982). *Lo obvio y lo obtuso*. Barcelona: Paidós.
- Baxter, J.A. y Lederman, N.G. (1999). Assessment and Measurement of Pedagogical Content Knowledge. En J. Gess-Newsome y N.G. Lederman (Eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge* (pp. 147-162). Dodrecht: Kluwer Academic Publishers.

- Bell, R.L. y Matkins, J.J. (2003). Learning about the nature of science in an elementary science methods course: content vs. context. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. Philadelphia, PA
- Berg, C.A. y Smith, P. (1994). Assessing students' abilities to construct and interpret line graphs: Disparities between multiple-choice and free-response instruments. *Science Education*, 78(6), 527-554.
- Bermúdez, G., De Longhi, A.L., Díaz, S., y Gavidia, V. (2014). La transposición del concepto de diversidad biológica. Un estudio sobre los libros de texto de la educación secundaria española. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 285-302.
- Biggs, J.B. (2005). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid: Narcea.
- Bisquerra, R. (2000). *Educación emocional y bienestar*. Barcelona: Praxis.
- Blanco, L., Mellado, V. y Ruiz, C. (1995). Conocimiento Didáctico del contenido en ciencias experimentales y matemáticas y formación de profesores. *Revista de Educación*, 307, 427-446.
- Boada M. y Capdevila, L. (2000). *Barcelona, biodiversitat urbana*. Barcelona: Direcció de Serveis d'Educació Ambiental i Participació, Ajuntament de Barcelona.
- Bolívar, A. (1993). Conocimiento didáctico del contenido y formación del profesorado: el programa de L. Shulman. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 16, 113-124.
- Braga, G. y Belver, J.L. (2016). El análisis de libros de texto: una estrategia metodológica en la formación de los profesionales de la educación. *Revista Complutense de Educación*, 27(1), 199-218.
- Brookfield, H. (1982). El hombre y los ecosistemas. *Revista internacional de ciencias sociales*, 34(3), 415-435.
- Caamaño, A. (2012). ¿Cómo introducir la indagación en el aula? Los trabajos prácticos investigativos. *Alambique*, 70, 83-9
- Caamaño, A. (2014). Los trabajos prácticos en ciencias. En M.P. Jiménez (Coord.), A. Caamaño, A. Oñorbe, E. Pedrinaci y A. de Pro, *Enseñar Ciencias* (7ª ed.) (pp. 95-118). Barcelona: GRAÓ.
- Campanario J.M. y Otero, J. (2000a). La comprensión de los libros de texto. En F.J. Perales y P. Cañal de León (Comps.). *Didáctica de las ciencias*

- experimentales: Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp.323-338). Alcoy: Marfil.
- Campanario, J. M. y Otero, J. (2000b). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), 155-169.
- Cardona, J.D. (2012). *Concepciones sobre educación ambiental y desarrollo profesional del profesorado de ciencias experimentales en formación*. (Tesis doctoral inédita) Universidad de Huelva, España.
- Casablanco, S. (2000). En cuanto a las imágenes en textos escolares, Función, relevancia y características desde una perspectiva didáctica. En *Hacia el Tercer Milenio: cambio educativo y educación para el cambio: XII Congreso Nacional y I Iberoamericano de Pedagogía*, Vol. 1, (Ponencias), ISBN 8469930974, (pp. 303-304).
- Castro, J. y Valbuena, E. (2007). ¿Qué biología enseñar y cómo hacerlo? Hacia una resignificación de la biología escolar. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis*, 22, 126-145.
- Cerde, M.A, Caballero, I. y Pablos, M. (2017). La competencia científica en los textos escolares. Un estudio LOE-LOMCE. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extraordinario, 1129-1133.
- Colas, M.P. y Buendía, L. (1998). *Investigación educativa* (3ª ed.). Sevilla: Ediciones ALFAR.
- Cuenca, J.M. (2002). *El patrimonio en la didáctica de las ciencias sociales. Análisis de concepciones, dificultades y obstáculos para su integración en la enseñanza obligatoria*. (Tesis doctoral inédita) Universidad de Huelva, España.
- Cuéllar, L., Pérez, R. y Quintanilla, M. (2005). La propuesta de Ernest Rutherford en los libros de texto en Colombia. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extraordinario, 1-6.
- Challenger, A. (2001). Estrategias para la conservación de ecosistemas. *Gaceta Ecológica*, 61, 22-29.
- Damasio, A. (2005) *En busca de Spinoza. Neurobiología de la Emoción y los Sentimientos*. Barcelona: Editorial Crítica.

- De ortal, A., Reyes, R., De las Heras, M.A. (2016). Repercusiones de la forma de enseñar: emociones que despiertan diferentes tipos de actividades. *XVII Encuentros de didáctica de las ciencias experimentales*. Universidad de Extremadura.
- Del Carmen, L. (2000). Los trabajos prácticos. En F.J. Perales y P. Cañal (Comp.). *Didáctica de las ciencias experimentales: Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp. 267-287). Alcoy: Marfil.
- Del Carmen, L. (2010). El estudio de los ecosistemas. *Alambique*, 66, 28-35.
- De Pro, A. (2009). El uso de los recursos energéticos. Una unidad didáctica para la asignatura ciencias para el mundo contemporáneo. *Revista Eureka*, 6(1), 92-116.
- De Pro, A. (2014a). La construcción del conocimiento científico y los contenidos de ciencias. En M.P. Jiménez (coord.), A. Caamaño, A. Oñorbe, E. Pedrinaci y A. de Pro. *Enseñar ciencias* (7ª ed.) (pp. 33-54). Barcelona: GRAÓ.
- De Pro, A. (2014b). La enseñanza y el aprendizaje de la física. En M.P. Jiménez (coord.), A. Caamaño, A. Oñorbe, E. Pedrinaci y A. de Pro. *Enseñar ciencias* (7ª ed.) (pp.175-202). Barcelona: GRAÓ.
- De Saussure, F., Bally, C., Sechehaye, A., Riedlinger, A., Alonso, A., y Sechehaye, A. (1980). *Curso de lingüística general*. Madrid: Akal.
- Díaz, F. y Hernández, G. (2004) *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista*. (2ªed.). México: Editorial McGrawHill Interamericana, S.A. México D.F.
- Drechsler, M y Van Driel, J.H. (2008). Experienced teachers' pedagogical content knowledge of teaching acid–base chemistry. *Research in Science Education*, 38(5), 611–63.
- Duit, R. y Treagust, D.F. (2012). How can conceptual change contribute to theory and practice in science education? En B.J. Fraser, K.G. Tobin y C.J. McRobbie (Eds.). *Second International Handbook of Science Education* (pp. 107-118). Dordrecht, Heidelberg, London y New York: Springer.
- Duval, R. (2004). *Los problemas fundamentales en el aprendizaje de las matemáticas y las formas superiores en el desarrollo cognitivo*. Cali, Colombia: Universidad del Valle, Instituto de Educación y Pedagogía.

- Eilam, B. y Gilbert, J.k. (2014). The Significance of Visual Representations in the Teaching of Science. En B. Eilam y J.k. Gilbert (Eds). *Science Teachers' Use of Visual Representations Models and Modeling in Science Education* (pp. 3-28). New York: Springer
- Encarnação, C.M. (2015). *Implicações e limitações cognitivas/afetivas na aprendizagem das reações químicas. Um estudo com alunos do 3.º ciclo em Portugal*. Tesis doctoral. Universidad de Huelva, España.
- España, E., Cebrián, D. y Franco-Marisc, A.J. (2017). Diseño y aplicación de E-Rúbricas a la evaluación de las prácticas en especialidades de ciencias del máster en profesorado de secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extraordinario, 2299-2305.
- Eysenck, M.W. y Keane, M.T. (1994). *Psicología cognitiva: um manual introdutório*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Elosegi, A. y Sabater. S. (Eds.). (2009). *Conceptos y técnicas en ecología fluvial*. Bilbao: Fundación BBVA
- Eysenck, M.W y Keane, M.T. (Eds.). (2000). Knowledge: Propositions and images. En *Cognitive Psychology a student's handbook* (4ª ed.). (pp. 243-278). Hove y Nueva York: Psychology Press- Grupo Taylor y Francis.
- Fanaro, M.A., Otero, M.R. y Greca, I.M. (2005). Las imágenes en los materiales educativos: las ideas de los profesores. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), 1-24.
- Fernández, M.A., Martínez de Murguía, Mª J., Mingo, B., Bernabé, R.R. y Torres, Ma. D. (2008). *Natura Ciencias de la naturaleza 2*. Barcelona España: Vicens Vives, S.A.
- Fernández, R. y Casal, M. (1995). La enseñanza de la ecología. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(3), 295-311.
- Fonseca, G. (2011). El conocimiento didáctico del contenido del concepto de biodiversidad en profesores en formación de biología. Un estudio de caso desde el diseño de la unidad didáctica. *Revista Bio-grafía escritos sobre la biología y su enseñanza*, Número extraordinario, 401-412.
- Fuentes, M. (2015). *La diversidad en el marco de la didáctica de las ciencias naturales: una experiencia en el aula de educación secundaria obligatoria*. (Tesis doctoral) Universidad la Coruña, España.

- Fuentes, M. y García, S. (2009). El ser humano y la biodiversidad en el ecosistema: validación de una experiencia de aula. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, 1496-1502.
- Franken, R.E. y Davis, J. (1975). Predicting memory for pictures from rankings of interestingness, pleasingness, complexity, figure-ground, and clarity. *Perceptual and Motor Skills*, 38, 243-247.
- Gallego, A. (2007). Imagen popular de la ciencia transmitida por los cómics. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), 141-151.
- García, J.E. (1994). El conocimiento escolar como proceso evolutivo: aplicación al conocimiento de nociones ecológicas. *Investigación en la Escuela*, 23, 65-75.
- García, J.E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Díada.
- García, J.E. (1999). La construcción del conocimiento escolar y el uso didáctico de las ideas de los alumnos. Una propuesta de hipótesis de progresión para la enseñanza de la ecología. En M. Kaufman y L. Fumagallu (Comp.). *Enseñar ciencias naturales. Reflexiones y propuestas didácticas* (pp. 175-210). Buenos Aires, Barcelona, México: Piados.
- García, J.E. (2003). Investigando el ecosistema. *Investigación en la Escuela*, 51, 83-100.
- García, J.J. (2005). La comprensión de las representaciones gráficas cartesianas presentes en los libros de texto de ciencias experimentales, sus características y el uso que se hace de ellas en las aulas. (Tesis doctoral) Universidad de Granada, España.
- García-Gómez, J. y Martínez-Bernat, F.J. (2010). Cómo y qué enseñar de la biodiversidad en la alfabetización científica. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), 175-184.
- García, J. y Perales, F.J. (2007). ¿Cómo usan los profesores de Química las representaciones gráficas cartesianas?. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 10(1), 1-15.

- Garritz, A. (2007). Análisis del conocimiento Pedagógico del curso “Ciencia y Sociedad” a nivel universitario. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgaciones Científicas*, 4 (2), 226-246.
- Garritz, A. (2009). La afectividad en la enseñanza de la ciencia. 8ª convención nacional y 1ª internacional de profesores de ciencias naturales. *Educación Química*, Número extraordinario, 212-219.
- Garritz, A. (2011). Conocimiento didáctico del contenido. Mis últimas investigaciones CDC en lo afectivo, sobre la estequiometría y la indagación. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis*, 30, 68-81.
- Garritz, A., Daza, S. y Lorenzo, M. (2015). Conocimiento didáctico del contenido una perspectiva iberoamericana. *Revista Educación Química*, 26(1), 66-70.
- Gavidia, V. y Rodes, Ma. J. (2007). La biología y geología en el Real Decreto 1631/2006 que establece las enseñanzas mínimas en la educación secundaria obligatoria. *Alambique*, 53, 65-76.
- Geli, A.M. (2000). La evaluación de los procesos y de los resultados en la enseñanza de las ciencias. En F.J. Perales y P. Cañal (Comp.). *Didáctica de las ciencias experimentales: Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp. 187-205). Alcoy: Marfil.
- Gess Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK Summit. En A. Berry, P. Friedrichsen y J. Loughran (Eds.). *Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education* (pp. 28-42). Nueva York: Routledge.
- Gil, M.J. y Martínez, B. (1992). Problemática en la enseñanza y aprendizaje de la ecología. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 14, 67-70.
- Gimeno, S. (1988). *El currículum: una reflexión sobre la práctica*. Madrid: Morata.
- Gimeno, J. y Pérez, A. (1995). *Comprender y transformar la enseñanza* (4ªed.). Madrid: Ediciones Morata.
- Giordan, A. (1996). ¿Cómo ir más allá de los modelos constructivistas? La utilización didáctica de las concepciones de los estudiantes. *Investigación en la Escuela*, 28, 7-22.

- Glasgow, J. N. (1994). Teaching visual literacy for the 21st century. *Journal of Reading*, 37(6), 494–500.
- González-García, F., Carrillo Rosúa, J. y García-Alix, A. (2015). Fundamentos de ecología. En F.J. González-García (Coord.). *Didáctica de las ciencias para educación primaria II. Ciencias de la vida* (pp. 189-212). Madrid: Pirámide.
- González Jara, D., Cuetos, M^a.J. y Serna, A. (2015). El punto de partida de la enseñanza de las ciencias: los conceptos previos. En *Didáctica de las ciencias naturales en educación primaria* (pp.115-142). La Rioja: UNIR.
- González, P., Vildósola, X. y Gine, N. (2012). Percepción del estudiantado de Enseñanza Secundaria Obligatoria acerca de la utilización de la imagen en clases de biología: estudio exploratorio con grupo de discusión. *XXV Encuentro de didáctica de las Ciencias Experimentales*. Santiago de Compostela, 407-414.
- Greca, I. y Moreira, M.A. (2000). Representaciones mentales. Modelos mentales. En Actas de la I Escuela de Verano en Enseñanza de las Ciencias. Universidad de Burgos, 253-296.
- Grimellini, T. y Pecori, B. (1988) *Conceptual Change and Science Teacher Training: A Constructivist Perspective*. Ponencia A.E.R.A. New Orleans. Consultado el 5 de enero de 2015 en <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED292809.pdf>
- Grossman, P.L. (1990). *The making of a teacher: Teacher Knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.
- Hanuscin, D., Lee, M.H., y Akerson, V.L. (2010). Elementary teachers 'pedagogical content knowledge for teaching the nature of science. *Science Education*, 95(1),145-167.
- Henao Sierra, B.L. (2010). *Hacia la construcción de una ecología representacional: Aproximación al aprendizaje como argumentación, desde la perspectiva de Stephen Toulmin*. (Tesis doctoral) Universidad de Burgos, España.
- Henao Sierra, B.L., y Stipcich, M.S. (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanzas de las Ciencias*, 7(1), 47-62.

- Heywood, V.H. y Watson, R.T. (1995). *Global biodiversity assessment*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hashweh, M.Z. (2005). Teacher pedagogical constructions: a reconfiguration of pedagogical content knowledge. *Teachers and Teaching: theory and practice*, 11(3), 273-292.
- Herlihy, J. G. (1992). *The Textbook Controversy: Issues, Aspects and Perspectives*. Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Corporation.
- Holbrook, S.J. y Schmitt, R.J. (2005). Growth, reproduction and survival of a tropical anemone (Actiniaria): benefits of hosting anemonefish. *Coral Reefs* 24, 67-73.
- Ibarra, J. y Gil, M.J. (2005). Alumnos de secundaria argumentando en Ecología: ¿están en equilibrio los ecosistemas?. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extraordinario, 1-3.
- Ibarra, J. y Gil, M.J. (2006). La enseñanza–aprendizaje de los ecosistemas desde el cambio conceptual. *XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Educación científica: Tecnologías de la Información y la Comunicación y Sostenibilidad*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza
- Izquierdo, M. y Rivera, L. (1997). La estructura y la comprensión de los textos de ciencias. *Alambique*, 11, 24-33.
- Jiménez, J.D. (2000). El análisis de los libros de texto. En F.J. Perales y P. Cañal (Comps.). *Didáctica de las ciencias experimentales: Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp. 307-322). Alcoy: Marfil.
- Jiménez, J.D. y Perales, F.J. (2002). La evidencia experimental a través de la imagen de los libros de texto de Física y Química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(2), 114-129.
- Jiménez-Tejada, M.P. (2009). *Los conceptos de población y de especie en la enseñanza de la biología: concepciones, dificultades y perspectivas*. (Tesis doctoral) Universidad de Granada, España.
- Jiménez Aleixandre, M.P. (2014). La enseñanza y el aprendizaje de la biología. En M.P. Jiménez (coord.). A. Caamaño, A. Oñorbe, E. Pedrinaci y A. de Pro. *Enseñar ciencias* (7ª ed.) (pp. 121-146). Barcelona: GRAÓ.
- Johnson, B. and Christensen, L. (2004). *Educational research: quantitative, qualitative, and mixed approaches. Second edition*. Boston: Pearson.

- Kearsey, J. y Turner, S. (1999). How useful are the figures in school biology textbooks?. *Journal of Biological Education*, 33(2), 87-94.
- Krebs, C.J. (2001). *Ecología estudio de la distribución y la abundancia* (2ª ed.). México: OXFORD.
- Kuhn, T. (1971) *La estructura de las revoluciones científicas*. México: F.C.E
- Koballa, T.R y Glynn. (2007). Attitudinal and Motivational Constructs in Science Learnig. En S.K. Abell y N.G. Lederman (Eds.). *Handbook of Research on Science Education* (pp. 75-102). Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Korfiatis, K., Stamou, A. y Paraskevopoulos, S. (2004). Images of Nature in Greek Primary School Textbooks. *Science Education*, 88(1), 72-89.
- Latorre, A., Del Rincón, D. y Arnal, J. (1996). Bases metodológicas de la investigación educativa. Barcelona: Hurtado Ediciones.
- Lazarowitz, R. (2014). High school biology curricula development. Implementation, teaching, and evaluation from the 20th the 21st century. En N.G, Lederman y S.K, Abel (Eds.). *Handbook of Reasearch on Science Education* (pp. 412-333). Nueva York y Londres: Routledge Taylor y Francis Group.
- Lee, V. (2010). Adaptations and continuities in the use and design of visual representations in US Middle School science textbooks. *International Journal of Science Education*, 32(8), 1099-1126.
- Leivas, L. y Roth, W. (2003). Prevalence, Function, and Structure of Photographs in High School Biology Textbooks. *Journal of research in science teaching*, 40(10), 1089-1114.
- Levie, W. y Lentz, R. (1982). Effects of text illustrations: a review. *Researche Educational Comunications and Technology Journal*, 30(4), 195-232.
- Link, M., Dollo, V., Weber, K. y Schussler, E. (2010). What's in a Name: Differential labelling of plant and animal photographs in two nationally syndicated elementary science textbook series. *International Journal of Science Education*, 32(9), 1227-1242.
- López, F. (2002). El análisis de contenido como método de investigación. *Enclave Pedagógica*, 4, 167-179.

- López, A. (2007). Libros de texto y profesionalidad docente. *Avances en Supervisión Educativa: Revista de la asociación de inspectores de Educación de España*, 6, 1-13.
- López, A. y Postigo, Y. (2016). ¿Qué libro de texto elegir? La competencia visual en las actividades con imágenes. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 84-101.
- López, F.J., y Travé, G. (2013). Materiales curriculares de elaboración propia en Internet. ¿Una alternativa al libro de texto para el área de conocimiento del medio? *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 44, 1-13.
- Loughran, J. J., Mulhall, P. and Berry, A. (2004). In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391.
- Loughran, J.J., Mulhall, P. y Berry, A. (2012). Pedagogical content knowledge. En *Understanding and developing science teachers' pedagogical content knowledge* (2ª ed.) (pp. 7-14). Rotterdam, Boston, Taipéi: Sense publishers.
- Lowe, R.K. (2000). Alfabetismo visual y educación científica y tecnológica. *Boletín internacional de la Unesco de educación científica, tecnológica y ambiental*. Vol XXV, 2.
- Lowe, R.K. (2007). *Educational illustrations*. Western Australia: Savant Publications
- Lloréns, J, y Jaime, M.C. (1995). La producción de textos escritos en el aprendizaje de las ciencias. Bases para un programa de Investigación. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 25, 113-132.
- Mcmillan, J.H. y Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa* (5ª ed.). Madrid: Pearson educación, S.A.
- Madrid, M., Meléndez, I., Montes, M., Blanco, M., Vidad, E. (2008). *Ciencias de la Naturaleza 2*. Madrid: Santillana Educación S.L.
- Magnusson, S., Krajcik, J. y Borko, H. (1999). Nature, Sources and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. En J. Gess Newsome, y N.G Lederman (Eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science*

- Education* (pp. 95- 132). Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.
- Malaver, M., Pujol, R. y D'alejandro, M. A. (2004). Imagen de la ciencia y vinculaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad en textos universitarios de Química General. *Revista de Pedagogía*, 25(72), 95-121.
- Maldonado, F., González García, F. y Jiménez Tejada, M. (2007). Las ilustraciones de los ciclos biogeoquímicos del carbono y nitrógeno en los textos de secundaria. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(3), 442-460.
- Manassero-Mas, M. y Vázquez-Alonso, A. (2017). ¿Hay contenidos de naturaleza de la ciencia y la tecnología y pensamiento crítico en los currículos (españoles) actuales? *Enseñanza de las Ciencias*, Número extraordinario, 509-514.
- Marks, R. (1990). Pedagogical content knowledge: From a mathematical case to modified conception. *Journal of Teacher Education*, 41(3), 3-11.
- Menzel, S. y Bögeholz, S. (2009). The loss of biodiversity as a challenge for sustainable development: how do pupils in Chile and Germany perceive dilemmas? *Research in Science Education*, 39, 429-447.
- Martí, E. y Pozo, J. (2000). Más allá de las representaciones mentales: la adquisición de los sistemas externos de representación. *Infancia y Aprendizaje*, 90, 11-30.
- Martin, M. (1987). *Semiología de la imagen y pedagogía*. Madrid: Narcea
- Martín del Pozo, R. y Rivero, A. (2001). Construyendo un conocimiento profesionalizado para enseñar ciencias en la educación secundaria: los ámbitos de investigación profesional en la formación inicial del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, 63-79.
- Martín Gámez, C., Jiménez López, M., & Prieto Ruz, T. (2015). Tendencias del profesorado de ciencias en formación inicial sobre las estrategias metodológicas en la enseñanza de las ciencias. Estudio de un caso en Málaga. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(1), 0167-184.
- Martínez, M. (2007). *La investigación cualitativa etnográfica en educación: manual teórico práctico* (7ª ed.). México: Trilla.

- Matus, L., Bernarroch, A. y Perales, F.J. (2008). Las imágenes sobre enlace químico usadas en los libros de texto de educación secundaria. Análisis desde los resultados de la investigación educativa. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(2), 153–176.
- Mena, T. (2013). *Factores afectivos que inciden en el aprendizaje de una lengua extranjera: la motivación*. (Trabajo de Fin de Máster) Universidad de Oviedo, España.
- Mayer, R., Steinhoff, K., Bower, G. y Mars, R. (1995). A generative theory of textbook design: Using annotated illustrations to foster meaningful learning of science text. *ETR&D*, 43(1), 31-43.
- Maass, J.M. y Martínez-Yrizar, A. (1990). Los ecosistemas: definición, origen e importancia del concepto. *Ciencias*, 004, 10-20.
- McDaniel, M.A. y Waddill, P.J. (1994). The mnemonic benefit of pictures in text: selective enrichment for differentially skilled reader. En W. Schnotz y R. Kulhavy (Eds.). *Comprehension of graphics* (pp.165-184). Amsterdam: Elsevier Scienc B.V.
- Meichtry, Y.J. (1993). The impact of science curricula on student views about the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 429-443.
- Mejía, L. (2006). Análisis del concepto de ecología conceptual. Una aproximación a la comprensión del aprendizaje como cambio conceptual. (Tesis de maestría) Universidad de Antioquia, Colombia.
- Melo Niño, L.V. (2015). *Desarrollo del conocimiento didáctico del contenido sobre el campo eléctrico con profesores de física colombianos de bachillerato, mediante un programa de intervención*. (Tesis doctoral) Universidad de Extremadura, España.
- Mellado, V., Blanco, L. y Ruiz, C. (1999). Aprender a enseñar ciencias experimentales en la formación inicial del profesorado. Estudios de caso sobre la enseñanza de la energía. *Colección proyectos de innovación docente*, Badajoz: Universidad de Extremadura.
- Mellado, V., Garritz, A. y Brígido, M. (2009). La dimensión afectiva olvidada del conocimiento didáctico del contenido de los profesores de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extraordinario, 347-351.

- Mellado, V. y Blanco, L.J. (2013). Introducción. En V. Mellado, L.J. Blanco, A.B. Borrachero y J.A. Cárdenas (Eds.). *Las Emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas* (pp. 7-18). Badajoz: DEPROFE.
- Mellado, V., Borrachero, A.B, Brígido, M., Melo, L.V., Dávila, M.A, Cañada, F., Conde, M.C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R. y Bermejo, M.L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36.
- Merino, G. y Jiménez, T. (2012). Las definiciones de los conceptos de población y especie en los libros de texto de secundaria. *XXV Encuentro de didáctica de las Ciencias Experimentales*. Santiago de Compostela, 1385-1392.
- Michellini, M., Santi, L., Stefanel, A y Udine, U. (2013). La formación docente: un reto para la investigación. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(Número extraordinario), 846-870.
- Ministerio de Educación y Ciencia. (2007a). RD 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria, *Boletín Oficial del Estado*, 5, pp. 667-773.
- Ministerio de Educación y Ciencia. (2007b). (PISA 2006) Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE. Informe Español. España: Secretaria General Técnica.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2015). RD 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, *Boletín Oficial del Estado*.
- Molles, M.C. (2006). *Ecología conceptos y aplicaciones* (3ª ed.). Madrid: McGraw-Hill. Interamericana.
- Moreno, M. y Azcárate, C. (2003). Concepciones y creencias de los profesores universitarios de matemáticas acerca de la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(2), 265-280.
- Morón, H. (2015). *¿Qué aporta la educación patrimonial a la enseñanza de las ciencias experimentales?: Un análisis de los libros de texto de ciencias de la naturaleza de la ESO*. Tesis doctoral. Universidad de Huelva, España.

- Mortimer, E.F. (1993). Conceptual evolution as epistemological profile's change. III Seminario Internacional sobre Concepciones Alternativas y Estrategias Educativas en Ciencias y Matemática, Cornell University,
- Mortimer, E.F. (1995). Conceptual change or conceptual profile change?. *Science and Education*, 4, 267-283.
- Mortimer, E.F. (2001). Perfil Conceptual: Formas de pensar y hablar en las clases de ciencias. *Infancia y Aprendizaje*, 24(4), 475-489.
- Nilsson, P. (2008). Teaching for understanding: The complex nature of pedagogical content knowledge in pre-service education. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1281-1299.
- Oliva, J.M. (1999). Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 93-107.
- Oliva, J.M. (2003). Rutinas y guiones del profesorado de ciencias ante el uso de analogías como recurso de aula. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(1), 31-44.
- Ossenbach, G. (2000). La investigación sobre los manuales escolares en América Latina: la contribución del Proyecto MANES. *Historia de la Educación*, 19, 195-203.
- Otero, J. (1997). El conocimiento de la falta de conocimiento de un texto científico. *Alambique*, 11, 15-22.
- Otero, M.R. (2006). Emociones, sentimientos y razonamientos en didáctica de las ciencias. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 1(1), 24-56.
- Otero, M.R., Moreira, M.A., & Greca, I.M. (2002). El uso de imágenes en textos e física para la enseñanza secundaria y universitaria. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(2), 127-154.
- Otero, M.R., Greca, I. y Silveira F.L. (2003). Imágenes visuales en el aula y rendimiento escolar en Física: Un estudio comparativo. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(1), 1-30.
- Pajares, F. y Schunk, D.H. (2001). Self-beliefs and school success: Self-efficacy, self-concept, and school achievement. En R.J. Riding y S.G. Rayner (Eds.). *International Perspectives on Individual Differences: Selfperception* (Vol. 2). Westport CT: Ablex Publishing.

- Parcerisa, A. (1996). *Materiales curriculares. Cómo elaborarlos, seleccionarlos y usarlos*. Barcelona: Graó. Biblioteca de Aula.
- Paricio, M.S. (2005). La dimensión cultural en los libros de texto de lenguas extranjeras: pautas para su análisis. *Glossas didácticas: Revista electrónica internacional de didáctica de las lenguas y sus culturas*, 15, 133-144.
- Park, S. y Oliver, S. (2008). Revisiting the Conceptualization of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261-284.
- Park, S. y Chen, Y.C. (2012). Mapping out the integration of the components of pedagogical content knowledge (PCK): Examples from high school biology classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(7), 922-941.
- Park, S. y Lim, J. (2007). Promoting positive emotion in multimedia learning using visual illustration. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 16(2), 141-162.
- Pastor, P.J. y González, B.M. (2012). Diseño de una propuesta didáctica para usar las analogías en el aula. *XXV Encuentro de didáctica de las Ciencias Experimentales*. (pp. 715-723). Santiago de Compostela.
- Pedrinaci, E. (2014). La enseñanza y el aprendizaje de la geología. En M.P. Jiménez (Coord.). A. Caamaño, A. Oñorbe, E. Pedrinaci y A. de Pro. *Enseñar ciencias* (7a ed.) (pp.147-174). Barcelona: GRAÓ.
- Pedrinaci, E., Gil, C., Carrion, F., Jiménez, J^{de}D. (2008). *Ciencias de la Naturaleza 2*. Madrid: Ediciones S.M.
- Perales, F.J. y Jiménez, J.D. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza – aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 369-386.
- Perales, F.J. y Jiménez, J.D. (2004). Las ilustraciones en los libros de Física y Química de la ESO. En Gil, J.J. (Coord.). *Aspectos didácticos de Física y Química* (pp.11-65). I.C.E. de la Universidad de Zaragoza.
- Perales, F.J. (2006a). Uso y abuso de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 13-30.

- Perales, F.J. (2006b). Pasado, presente y ¿futuro? de los libros de texto. *Alambique*, 48, 57-63.
- Perales, F.J. y Vílchez, J. (2012). Libros de texto: Ni contigo ni sin ti tienen mis males remedios. *Alambique*, 70, 75-82.
- Perales, F.J., Cabo, J.M., Vílchez, J.M., Fernández-González, M., González-García, F. y Jiménez-Tejada, P. (2014). La reforma de la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria: propuesta de un diseño del currículo basado en competencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 9-28.
- Perales, F.J. y Vílchez, J.M. (2015). Iniciación a la investigación educativa con estudiantes de secundaria: el papel de las ilustraciones en los libros de texto de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(1), 243-262.
- Pereira, G. y Romualdo, C. (2017). Representações pictóricas em manuais escolares de geologia do ensino secundário: um estudo no âmbito do paleomagnetismo. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(2), 365-382.
- Pérez, E., Llorente, L. y Amaya, A. (1999). Las imágenes de digestión y excreción en los textos de primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 165-178.
- Piñuel, J.L. (2002). Epistemología, metodología y técnicas de análisis de contenido. *Estudios de sociolingüística*, 3(1), 1-42.
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W. y Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Posner, G.J. y Gertzog, W.A. (1992). The clinical interview and measurement of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 195-209.
- Postigo, Y. y López, A. (2012). Students' Conceptions of Biological Images as Representational Devices. *Revista Colombiana de Psicología*, 21(2), 265-284.
- Pozo, J.I. (1999). Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 513-520.

- Pozo, J.I. y Rodrigo, M.J. (2001). Del cambio de contenido al cambio representacional en el conocimiento conceptual. *Infancia y Aprendizaje*, 24(4), 407-423.
- Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M.A. (2013). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
- Pozzer, L.L. y Roth, W. (2003). Prevalence, function, and structure of photographs in high school biology textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10), 1089–1114.
- Pró, M. (2003). *Aprender con imágenes. Incidencia y uso de la imagen en las estrategias de aprendizaje*. Barcelona: Paidós.
- Pujol, R. (1993). *Análisis del contenido, las ilustraciones y las actividades propuestas en la unidad referente a la estructura de la materia de los libros de texto en química para el noveno grado de educación básica*. Caracas: Instituto Pedagógico de Caracas, Universidad Pedagógica Experimental Libertador (paper).
- Reid, D. (1990). The role of pictures in learning biology: part 1, perception and observation. *Journal of Biological Education*, 24(3), 161-172.
- Rey-Cao, A. (2010). La mirada crítica en los programas de alfabetización visual intercultural: ¿adaptación o producción? En Gómez Díaz, R. y Agustín La Cruz, M.C. (Eds.) *Polisemias visuales. Aproximaciones a la alfabetización visual en la sociedad intercultural* (pp. 201-220). Salamanca: Universidad de Salamanca.
- Ribera, M. y Sanz, J.M. (2011). Evaluación de los ecosistemas del Milenio de España. Secretaria de estado del cambio climático. Consultado el 3 de noviembre de 2014 en <http://www.ecomilenio.es/la-secretaria-de-estado-de-cambio-climatico-presenta-los-resultados-del-proyecto-%E2%80%9Cevaluacion-de-los-ecosistemas-del-milenio-de-espana%E2%80%9D/967>
- Rincón, M. (2011). Concepciones de los estudiantes sobre educación básica sobre ecosistema. Una revisión documental. *Bio-grafía: escritos sobre la biología y su enseñanza*, 4(2), 77-93.
- Ritchie, S.M. (2008). The next phase in scholarship and innovative research in science education. *Research in Science Education*, 38(1), 1–2.

- Rodrigo, M. J. (1997). Del escenario sociocultural al constructivismo episódico: un paseo de la mano de las teorías implícitas. En M.J. Rodrigo y J. Arnay (Eds.). *La construcción del conocimiento escolar* (pp. 177–191). Barcelona: Paidós.
- Rodríguez, J. y Ruiz, J. (2000). Conservación y protección de ecosistemas marinos: conceptos, herramientas y ejemplos de actuaciones. *Ecosistemas Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente*, 19(2), 5-23.
- Rodríguez, F., De las Heras, M.A., Romero, R y Cañal, P. (2014). El conocimiento escolar sobre los animales y las plantas en primaria: Un análisis del contenido específico en los libros de texto. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 13 (1), 97-114.
- Rodríguez-Loinaz, G., Palacios-Agundez, I. y Onaindi, M. (2017). Potencial didáctico del concepto “servicios de los ecosistemas”. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extraordinario, 861-867.
- Romero, M. y Jiménez, P. (2012). Identificación de ideas previas sobre los conceptos de individuo, población y especie en el alumnado de secundaria. *XXV Encuentro de didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 1385-1392). Santiago de Compostela
- Rué, J. (2009). *El aprendizaje autónomo en educación superior*. España: Narcea ediciones.
- Ryder, J., Leach, J. y Driver, R. (1999). Undergraduate science students' images of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(2), 201-220.
- Sabariego, M., Massot, I. y Dorio, I. (2009). Métodos de investigación cualitativa. En R. Bisquerra (Coord.). *Metodología de la investigación educativa* (2ª ed.) (pp. 293-328). Madrid: La Muralla.
- Sabariego M. (2014). El proceso de Investigación cualitativa. En R. Bisquerra (Coord.). *Metodología de la investigación educativa* (4ª ed.) (127-163). Madrid: La Muralla.
- Sáiz, J. (2011). Actividades de libros de texto de historia, competencias básicas y destrezas cognitivas, una difícil relación: análisis de manuales de 1º y 2 de ESO. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 25, 37-64.

- Sánchez, E. (1999). Texto y conversación: de cómo ayudar al lector a conversar con los textos. En J.I. Pozo y C. Monereo, C. (Eds.). *El aprendizaje estratégico: enseñar a aprender desde el currículo*. Madrid: Santillana. 171-194.
- Sandoya, M. A. (2009). Actividades cartográficas en libros de texto de secundaria. *Anales de Geografía*, 29(2), 173–204.
- Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. En F.J. Perales y P. Cañal (Comps.). *Didáctica de las ciencias experimentales: Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp.239-266). Alcoy: Marfil.
- Sanmartí, N. (Coord.) (2002). Aprender ciencias, un proceso muy complejo. En *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria* (105-124). Madrid: Síntesis Educación.
- Silva-Arias, L.A. y Jiménez-Pérez, R. (2010). La imagen de ciencia desvelada por los libros de texto en las representaciones icónicas de célula. En L. Álvarez, R. Rickenmann y J. Vallès (Eds.). *Libro de Actas II Congreso Internacional de Didactiques* (pp. 356). Girona: Universidad de Girona.
- Simpson, R.D., Koballa, T.R., Oliver, J.S. y Crawley III, F.E. (1994). Research on the affective Dimension of Science Learning. En D.L. Gabel (Eds.). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (pp.211-234). Nueva York: Macmillan Publishing Company.
- Shulman, L. S. (1999). Foreward. En J. Gess-Newsome y N.G. Lederman (Eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education* (pp. 9-11). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Shulman, L.S. (2005). Conocimiento y enseñanza: Fundamentos de la nueva Reforma. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 9(2), 1-30.
- Shulman, L.S. (2012). Keynote at the PCK Summit. Colorado Springs, octubre 20-25 de 2012. <<http://pcksummit.bsccs.org/>>.
- Smith, T.M. y Smith, R.L. (2001). *Ecología* (4ª ed.). Madrid: PEARSON EDUCACION, S.A.
- Smolkin, L., Mctiguem E., Donovan, C. y Coleman, J. (2009). Explanation in science trade books recommended for use with elementary students. *Science Education*, 93, 587-610.

- Solarte, M. (2010). Análisis de contenidos en los textos escolares de ciencias naturales, aplicando la teoría de la transposición didáctica. *Revista EDUCyT*, 1, 176-188.
- Stake, R.E. (2007). *Investigación con estudio de casos* (4ª ed.). Madrid: Morata.
- Solis, M.L. (2014). Notas sobre una posible semiótica del color. *Tika*, 2, 7-18.
- Steffen, W., Sanderson, A. Tyson, P.D., Jäger, J., Matson, P.A., Moore III, B., Oldfield, F., Richardson, K., Schellnhuber, H.J., Turner II, B.L. y Wasson, R.J. (2004). *Global Change and The Earth System: a Planet Under Pressure*. Berlin, Heidelberg, Nueva York: Springer.
- Tamayo, M. T. (2009). *El proceso de la investigación científica; incluye evaluación y administración de proyecto de investigación*. México: LIMUSA.
- Tamayo, O. (2001). Evolución conceptual en clases de ciencias. Algunos aportes desde la filosofía de la ciencia, la ciencia cognitiva y el lenguaje, en: *Evolución conceptual desde una perspectiva multidimensional. Aplicación al concepto de respiración*. (Tesis doctoral) Universidad autónoma de Barcelona, España.
- Tamayo, O.E. (2006). Representaciones semióticas y evolución conceptual en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. *Revista Educación y Pedagogía*, 18(45), 37-49.
- Talanquer, V. (2004). Formación docente: ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química? *Educación Química*, 15(1), 60-66.
- Tapia, F. y Arteaga, Y. (2012). Selección y manejo de ilustraciones para la enseñanza de la célula: propuesta didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(3), 281-294.
- Travé, G., Pozuelos, F. y Soto, A. (2016). Materiales curriculares en la enseñanza social y natural. Concepciones del profesorado. En P. Cañal, G. Travé, F. Pozuelos, A.M. Criado y A. García-Carmona (Coords). *La enseñanza sobre el medio natural y social. Investigaciones y experiencias* (pp.115-148). Sevilla: Diada.
- Travé, G.; Estepa, J. y Delval, J. (2017). Análisis de la fundamentación didáctica de los libros de texto de conocimiento del medio social y cultural. *Educación XXI*, 20 (1), 319-338, doi: 10.5944/ educXX1.1183

- Toledo, V.M. y Barrera-Bassols, N. (2008). La memoria biocultural. *La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Barcelona: Icaria.
- Toulmin, S. (1977). *La Comprensión Humana: el uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza Editorial.
- Truneanu, V. (2005). Análisis de los textos escolares para la enseñanza de la literatura en Educación Media Diversificada. *Opción*, 46, 102-123.
- Urones, C., Escobar, B. y Vacas, J. (2013). Las plantas en los libros de conocimiento del medio de 2º ciclo de primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), 328-352.
- Valbuena, E. (2007). *El conocimiento Didáctico del contenido Biológico. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la universidad Pedagógica Nacional (Colombia)*. (Tesis Doctoral) Universidad Complutense de Madrid, España.
- Vílchez, J. (2014). (Coord.). *Didáctica de las ciencias para educación primaria. I. Ciencias del espacio y de la tierra*. Madrid: Ediciones Grupo Anaya, S.A.
- Vigotsky, L. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. Barcelona: Paidós.
- Villa, N. (2008). Propuesta de alfabetización visual para estudiantes de educación básica apoyada en recursos hipermediales. Un aporte a la comprensión lectora. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 3(1), 207-225.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45-69.
- Waldrip, B y Prain, V. (2012). Learning from and through representations in science. En B.J. Fraser, K.G. Tobin y C.J. McRobbie (Eds.). *Second International Handbook of Science Education* (pp. 145-155). Dordrecht, Heidelberg, London y New York: Springer.
- Zamorano, R., Gibbs, H. y VIAU J. (2004). Modelaje analógico en la enseñanza de circuitos de corriente continua. *Journal of Science Education*, 1(7), 30-33.
- Zenteno-Mendoza, B. y Garritz, A. (2010). Secuencias dialógicas, la dimensión CTS y asuntos socio-científicos en la enseñanza de la química. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(1), 2-25.
- Zhang, J. (1997). Nature of external representations in problem solving. *Cognitive Science*, 21(2), 179-217.

- Zimmerman, B. J. (1995). Self-efficacy and educational development. En A. Bandura (Ed.). *Self-efficacy in changing societies* (pp. 202–231). Nueva York: Cambridge University Press.
- Zimmerman, B.J. y Kitsantas, A. (2005). Homework practices and academic achievement: the mediating role of self-efficacy and perceived responsibility beliefs. *Contemporary Educational Psychology*, 30(4), 397-417.



“Y justo cuando la oruga pensó
que era su final
se transformó en mariposa”
Anónimo.