



Universidad de Valladolid



**PROGRAMA DE DOCTORADO EN INVESTIGACIÓN
TRANSDISCIPLINAR EN EDUCACIÓN**

TESIS DOCTORAL:

**ALFABETIZACIÓN AMBIENTAL Y
PROFESIONALIZACIÓN DOCENTE:**

**DISEÑO E ITERACIÓN DE UN MODELO
DE FORMACIÓN**

Presentada por Marisol Lopera Pérez
para optar al grado de
Doctora por la Universidad de Valladolid

Dirigida por:

Doctora María Elena Charro Huerga

Doctora Sara Villagrà Sobrino

*A Isabella, mi más dulce inspiración,
mi compañera de viaje.*

Contenido

ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VI
INTRODUCCIÓN	11
1. MOTIVACIÓN Y PLANTEAMIENTO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
2. OBJETIVOS Y CONTRIBUCIONES.....	12
3. ESTRUCTURA DE LA MEMORIA DE TESIS DOCTORAL.....	13
CAPÍTULO 1. MARCO CONCEPTUAL	16
1.1 INTRODUCCIÓN.....	16
1.2 CONTEXTO FILOSÓFICO DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL.....	17
1.2.1 <i>Concepciones sobre el medio ambiente</i>	20
1.3 CONTEXTO HISTÓRICO DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL.....	25
1.3.1 <i>Las semillas de la Educación Ambiental: Estocolmo (1972) y Tbilisi (1977)</i>	27
1.3.2 <i>De Moscú (1987) a la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS)</i>	28
1.3.3 <i>EA después de la cumbre de Río (1992)</i>	29
1.3.4 <i>Dimensiones problematizadoras en Educación Ambiental en la actualidad</i>	35
1.4 CONTEXTO INVESTIGATIVO DE LA TESIS DOCTORAL: LA FORMACIÓN DE DOCENTES EN EA EN ESPAÑA 40	
1.4.1 <i>Normativa sobre la formación inicial y continua de docentes en EA en España</i> ... 42	42
1.4.2 <i>Retos de los procesos de formación inicial y continua de docentes en EA</i>	48
1.4.3 <i>Tendencias investigativas sobre la formación de docentes en EA</i>	51
1.4.4 <i>Alfabetización ambiental de los docentes en formación: el asunto de los conocimientos y las actitudes</i>	54
1.4.5 <i>Profesionalización docente</i>	56
1.5 SÍNTESIS.....	61
CAPÍTULO 2. LOS MODELOS DE FORMACIÓN EN EDUCACIÓN AMBIENTAL: REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA	63
2.1 INTRODUCCIÓN.....	63
2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA.....	64
2.3 MÉTODO DE ANÁLISIS DE LOS DOCUMENTOS PRIMARIOS.....	69
2.4 SISTEMA DE CATEGORIZACIÓN.....	71
2.5 RESULTADOS DE LA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA.....	75
2.5.1 <i>Delimitación conceptual</i>	79
2.5.2 <i>Campo disciplinar</i>	82
2.5.3 <i>Contexto Educativo</i>	92
2.5.4 <i>Fundamentos teóricos</i>	93

2.5.5	<i>Sistema conceptual</i>	93
2.5.6	<i>Estructura</i>	94
2.5.7	<i>Validación</i>	96
2.6	SÍNTESIS	98
CAPÍTULO 3. MODELO DE FORMACIÓN DOCENTE EN EDUCACIÓN AMBIENTAL		105
3.1	INTRODUCCIÓN.....	105
3.2	CARACTERIZACIÓN GENÉRICA DEL MODELO.....	106
3.3	ESPECIFICIDADES DEL MODELO Y DISPOSICIÓN PARA SU ITERACIÓN	115
3.3.1	<i>Contexto educativo</i>	116
3.3.2	<i>Sistema social del modelo</i>	116
3.3.3	<i>Estrategias didácticas</i>	118
3.4	SÍNTESIS	120
CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA		121
4.1	INTRODUCCIÓN.....	121
4.2	COSMOVISIÓN DE LA INVESTIGADORA	122
4.3	MARCO TEÓRICO METODOLÓGICO.....	124
4.4	INVESTIGACIÓN BASADA EN EL DISEÑO.....	128
4.4.1	<i>Estrategia mixta para la recogida de datos en la Investigación Basada en Diseño</i> <i>132</i>	
4.5	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	134
4.5.1	<i>Estructura conceptual de la investigación y reducción anticipada de datos</i>	134
4.5.2	<i>Fases de la Investigación Basada en Diseño: Participantes, técnicas e</i> <i>instrumentos de recogida de datos y procedimiento para el análisis</i>	141
4.6	ASUNTOS ÉTICOS Y DE CREDIBILIDAD EN LA INVESTIGACIÓN	160
4.7	SÍNTESIS	161
CAPÍTULO 5. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS		163
5.1	INTRODUCCIÓN.....	163
5.2	CATEGORÍA 1: CONOCIMIENTO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE.....	166
5.2.1	<i>Concepciones sobre el medio ambiente en general y la EA</i>	166
5.2.2	177
	<i>Reflexión sobre las tensiones y problemáticas ambientales</i>	177
5.2.3	<i>La estructuración conceptual tanto en las EF como en las EIC</i>	183
5.3	CATEGORÍA 2: LAS ACTITUDES AMBIENTALES	209
5.4	CONOCIMIENTO CURRICULAR.....	219
5.5	CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO.....	225
5.5.1	<i>El proceso de modelización sobre cuestiones ambientales</i>	227
5.5.2	<i>Aprendizaje por Descubrimiento: experimentación, observación, registro,</i> <i>inferencia, asociación</i>	239

5.5.3	<i>Aprendizaje basado en el lugar/contexto y Aprendizaje Basado en Problemas: enfoques didácticos cercanos, vinculantes y experienciales</i>	242
5.5.4	<i>La perspectiva del aprendizaje por indagación (Inquiry Based Education)</i>	246
5.5.5	<i>El Aprendizaje basado en proyectos: un paso adelante del trabajo colaborativo</i> 248	
5.5.6	<i>Simbiosis de las herramientas TIC con la EA</i>	250
5.6	LA INVESTIGACIÓN COLABORATIVA EN EA.....	255
5.6.1	<i>Los procesos de investigación colaborativa</i>	256
5.6.2	<i>Aporte de las investigaciones colaborativas a los contextos educativos de educación primaria, secundaria y bachillerato</i>	265
5.7	SÍNTESIS.....	271
CONCLUSIONES, LIMITACIONES Y LÍNEAS DE TRABAJO FUTURO		273
1.	INTRODUCCIÓN	273
2.	CONCLUSIONES	274
3.	LIMITACIONES.....	279
4.	LÍNEAS DE TRABAJO FUTURO	280
APÉNDICES		282
REFERENCIAS		283

Índice de Figuras

<i>Figura 1.1 Objetivos para el desarrollo sustentable (UNESCO, 2015).</i>	29
<i>Figura 1.2 Elementos que configuran el conocimiento didáctico del contenido. Tomado de Lozano y Torres (2017).</i>	59
<i>Figura 1.3 Contextos estructurantes del marco conceptual. Elaboración propia.</i>	62
<i>Figura 2.1 Número de documentos primarios (eje y) y su distribución según el año de publicación (eje x).</i>	66
<i>Figura 2.2 Tipología de los 136 documentos que hicieron parte de la muestra final.</i>	67
<i>Figura 2.3 Proceso de análisis cualitativo. Tomado de San Martín-Cantero (2014).</i>	70
<i>Figura 2.4 Método Noticing, Collecting and Thinking (NCT). Tomado de Friese (2012)</i>	70
<i>Figura 2.5 Network generado en el proceso analítico sobre las relaciones entre modelos tradicionales.</i>	84
<i>Figura 2.6 Descripción de modelo didáctico planteado por Romero et al. (2007).</i>	88
<i>Figura 2.7 Presentación del modelo onion. Tomado de Käpylä (1995)</i>	90
<i>Figura 2.8 Esquema explicativo del modelo tree. Tomado de Palmer (1998).</i>	90
<i>Figura 2.9 Modelo house. Tomado de Jeronen y Kaikkonen (2002).</i>	91
<i>Figura 2.10 Porcentaje de modelos reportados en la literatura vinculados a cada contexto educativo.</i> ..	92
<i>Figura 2.11 Estrategias didácticas en EA referenciadas en la literatura.</i>	95
<i>Figura 3.1 Forma geométrica toroidal como metáfora de la estructura del modelo. Elaboración propia.</i> ..	106
<i>Figura 3.2 Sistemas del modelo para la formación de docentes explicados a través de la metáfora toroidal.</i>	107
<i>Figura 3.3 Estructura genérica del sistema 1 del modelo de formación.</i>	108
<i>Figura 3.4 Estructura genérica del sistema 2 del modelo de formación.</i>	110
<i>Figura 4.1 Refinamiento de problemas, soluciones, métodos y principios de diseño. Adaptado de Amiel y Reeves (2008).</i>	131
<i>Figura 4.2 Esquema de Investigación Basada en Diseño. Tomado de Molina y Castro (2011).</i>	132
<i>Figura 4.3 Estructura conceptual de la Investigación Basada en Diseño.</i>	135
<i>Figura 4.4 Fases de la Investigación Basada en Diseño de la tesis doctoral.</i>	143
<i>Figura 4.5 Proceso de análisis de contenido con la mediación del software atlas.ti. Elaboración propia.</i>	154
<i>Figura 5.1 Sistema de categorías y subcategorías de análisis.</i>	164
<i>Figura 5.2 Network elaborado a partir del análisis con el software atlas.ti, el cual presenta las diferentes concepciones de los docentes en formación sobre el clima.</i>	169
<i>Figura 5.3 Mapa conceptual utilizado por la formadora en la EF₁. Elaboración propia.</i>	187
<i>Figura 5.4 Ramificación de dos mapas conceptuales sobre la litósfera y su relación con el cambio climático.</i>	193
<i>Figura 5.5 Ejemplos de ramificaciones tipificadas en los mapas conceptuales.</i>	194
<i>Figura 5.6 Ejemplo de mapa conceptual sobre el nodo metadisciplinar de las ciudades sostenibles de EF₂.</i>	195
<i>Figura 5.7 Mapa conceptual diseñado por equipo colaborativo de profesores en formación inicial en la EF₂ sobre el nodo metadisciplinar de mediciones climáticas.</i>	197

<i>Figura 5.8 Mapa conceptual con 4 enlaces cruzados.</i>	198
<i>Figura 5.9 Gráfica que resumen las puntuaciones (eje y) de los 3 criterios que explican la variable contenido (semántico) de los 11 mapas conceptuales (eje x).</i>	200
<i>Figura 5.10 Mapa conceptual construido por equipo colaborativo.</i>	202
<i>Figura 5.11 Docentes en formación (EF₂₋₃) durante la estrategia de mapeo conceptual.</i>	205
<i>Figura 5.12 Gráfica que representa las medias (χ) de cada ítem sobre el aspecto actitudinal emocional o afectivo, en la escala de 1 a 5 presentada en el cuestionario.</i>	212
<i>Figura 5.13 Proceso de modelización en las diferentes experiencias.</i>	228
<i>Figura 5.14 Modelo del ciclo del agua utilizado por equipo colaborativo de la EF₁. Tomado de http://webdelmaestro.com/ciclo-del-agua-primaria/.</i>	229
<i>Figura 5.15 Experimento sobre el ciclo del agua.</i>	230
<i>Figura 5.16. Secuencia que describe el proceso de modelización llevado a cabo por el equipo colaborativo de la EF₂ para Física Química de cuarto de la ESO.</i>	231
<i>Figura 5.17 Secuencia de modelos diseñado y utilizados por equipo colaborativo durante la EF₂.</i>	233
<i>Figura 5.18 Registro fotográfico EF₃.</i>	235
<i>Figura 5.19 Modelo del ciclo del agua en la situación de calentamiento global. Diseño de un equipo colaborativo.</i>	236
<i>Figura 5.20 Modelo sobre el ciclo del agua en el contexto del cambio climático generado por equipo colaborativo.</i>	237
<i>Figura 5.21 Modelos concretos del ciclo del agua construidos por alumnos de primero de primaria durante la investigación colaborativa de un profesor participante en la EIC₁.</i>	238
<i>Figura 5.22 Evidencias del trabajo experimental propuesto por el maestro A.</i>	240
<i>Figura 5.23 Evidencias del trabajo experimental propuesto por el maestro C en la EIC₁.</i>	241
<i>Figura 5.24 Elementos de la estrategia didáctica bajo el enfoque del aprendizaje basado en el lugar.</i>	243
<i>Figura 5.25 Interface del chemsketch, herramienta incluida por uno de los equipos colaborativos.</i>	251
<i>Figura 5.26 Secuencia de actividades llevada a cabo por F durante la EF₃ mediante el uso de las herramientas TIC.</i>	252
<i>Figura 5.27 Secuencia planteada por el maestro A para la interfaz de su página web.</i>	253
<i>Figura 5.28 Interfaz del Edmodo construido y utilizado por la profesora D para aplicar el cuestionario con ítems Pisa.</i>	254
<i>Figura 5.29 Network que expone los tipos de resultados relativos a los alumnos reportados por las investigaciones de los docentes en formación.</i>	265
<i>Figura 5.30 Evidencia del trabajo colaborativo en una de las actividades planteadas por el maestro C.</i>	268

Índice de Tablas

Tabla 1.1 Concepciones sobre el medio ambiente (Astolfi, 1988).....	20
Tabla 1.2 Corrientes de pensamiento sobre el medio ambiente. Adaptada de Sauvé (2005b)	22
Tabla 1.3 Resumen cronológico de los congresos de EA.	31
Tabla 1.4 Dimensiones problematizadoras de la EA. Adaptadas de García (2003) y complementadas con otras referencias.....	36
Tabla 1.5 Vinculación de la EA en los programas de formación inicial de maestros en algunas universidades españolas.....	43
Tabla 1.6 Experiencias de ambientalización/sostenibilización curricular en los grados de Educación Primaria de diferentes universidades.....	45
Tabla 1.7 Caracterización de investigaciones de formación del profesorado en EA, en términos de enfoque investigativo.....	52
Tabla 2.1 Revistas con mayor aporte a la RSL, en relación con el número y porcentaje de artículos incluidos y el cuartil Q en el que están ubicados según el JCR.	67
Tabla 2.2 Porcentaje de documentos primarios relativos a los ámbitos de investigación.....	68
Tabla 2.3 Sistema de categorización generado durante el análisis de los documentos incluidos en la RSL.	73
Tabla 2.4 Modelos ubicados en la literatura e identificados con un nombre, grupo en atlas.ti y autores o investigadores que los referencian.	75
Tabla 2.5 Definiciones de modelos didácticos, modelos de enseñanza y modelos instruccionales, respaldadas por la evidencia explícita.....	79
Tabla 2.6 Modelos referenciados desde las específicas.....	84
Tabla 2.7 Caracterización de los modelos a partir de las categorías y subcategorías de análisis.....	100
Tabla 3.1 Estrategias didácticas utilizadas durante las diferentes fases de las EF.	119
Tabla 4.1 Diferencias entre la investigación cualitativa y la cuantitativa. Adaptado de Hernández et al. (2010).....	124
Tabla 4.2 Sistema de categorización y su relación con las preguntas de esta investigación doctoral y con las declaraciones temáticas	135
Tabla 4.3 Preguntas informativas de las subcategorías de análisis relativas a la categoría conocimiento sobre el medio ambiente.	137
Tabla 4.4 Preguntas informativas de las subcategorías relativas a la categoría actitudes ambientales.	139
Tabla 4.5 Preguntas informativas de cada subcategoría relacionada con el conocimiento curricular. .	139
Tabla 4.6 Preguntas informativas de las subcategorías que describen la categoría de análisis conocimiento didáctico del contenido.....	140
Tabla 4.7 Preguntas informativas sobre de las subcategorías relacionadas con la investigación colaborativa.....	140
Tabla 4.8 Secuencia real del sistema 1 del modelo formación para la EF ₁ sobre el cambio climático.....	144
Tabla 4.9 Secuencia real del sistema 1 del modelo formación para la EF ₂	146
Tabla 4.10 Secuencia real del primer sistema del modelo formación para la EF ₃	147
Tabla 4.11 Síntesis de las técnicas, instrumentos y documentos del proceso de recogida de datos en las experiencias de formación.....	149

<i>Tabla 4.12 Síntesis de las técnicas, instrumentos y documentos del proceso de recogida de datos en las experiencias de formación.</i>	151
<i>Tabla 4.13 Síntesis del de los datos recogidos en las diferentes experiencias.</i>	151
<i>Tabla 4.14 Rúbrica para el análisis de los mapas conceptuales construidos por los docentes en las EF₁₋₂. Adaptada de Cañas et al. (2015).</i>	156
<i>Tabla 4.15 Aspectos analizados en los mapas mentales de los participantes sobre el cambio climático. Adaptado de Moseley et al. (2003).</i>	159
<i>Tabla 5.1 Acrónimos utilizados en el procesos de escritura con su respectivo significado.</i>	164
<i>Tabla 5.2 Relación de las las experiencias, fases de cada una de estas, técnicas, instrumentos o documentos.</i>	165
<i>Tabla 5.3 Respuestas de los profesores participantes al cuestionario inicial aplicado en las EF₂₋₃ (N=28)* y porcentajes relativos a cada nivel de la escala.</i>	175
<i>Tabla 5.4 Asuntos relativos a la transdisciplinariedad en EA, desde la percepción de docentes en formación participantes en la EF₂ y en la EIC₁.</i>	177
<i>Tabla 5.5 Resultados de la media aritmética (χ) tres ítems incluidos en el cuestionario inicial aplicado a EF₂₋₃ * N= 28.</i>	177
<i>Tabla 5.6 Respuestas de las maestros en formación para algunos ítems del cuestionario inicial durante la EF₁.</i>	180
<i>Tabla 5.7 Caracterización de la estructuración conceptual de los 12 maestros en formación durante la EF₁</i>	188
<i>Tabla 5.8 Número de mapas conceptuales (N) y porcentaje (%) en cada nivel de la escala* para los criterios que describen las variables. Matriz adaptada de Cañas et al. (2015).</i>	191
<i>Tabla 5.9 Evidencia explícita de los docentes que visibilizan el tránsito de la estructuración disciplinar y metadisciplinar hacia el componente curricular.</i>	207
<i>Tabla 5.10 Preocupación personal por el medio ambiente.</i>	210
<i>Tabla 5.11 Media aritmética (χ) y desviación estándar (σ), por grupos sobre las actitudes emocionales.</i>	212
<i>Tabla 5.12 Media aritmética (χ) y desviación estándar (σ), por grupos sobre las actitudes conductuales.</i>	214
<i>Tabla 5.13 Puntuación media de las EF₁₋₂₋₃ en cada uno de los ítems relativos al aspecto actitudinal conductual.</i>	214
<i>Tabla 5.14 Media aritmética (χ) y desviación estándar (σ), por grupos sobre las actitudes cognoscitivas.</i>	215
<i>Tabla 5.15 Media aritmética (χ) y desviación estándar (σ), por grupos en relación con la escala de interacción local-global.</i>	215
<i>Tabla 5.16 Media aritmética (χ) y desviación estándar (σ), por grupos en relación el locus de control interno y externo.</i>	216
<i>Tabla 5.17 Media aritmética (χ), desviación estándar (σ) agrupadas de los grupos EF₁₋₂₋₃ en relación con el locus de control interno y externo.</i>	217
<i>Tabla 5.18 Aspectos relevantes en la lectura de contexto realizada por los docentes al iniciar el proceso de investigación escolar.</i>	258
<i>Tabla 5.19 Objetivos planteados por los docentes en formación para sus investigaciones.</i>	263

Resumen

La Educación Ambiental es un área de gran relevancia en la actualidad, puesto que en todos los niveles y contextos educativos se le considera ineludible para responder a las emergentes tensiones y problemáticas entre la naturaleza y la cultura. Así que en este caso, se discute en torno a la formación inicial y continua de docentes en esta área de conocimiento y sobre la necesidad de brindar elementos que les posibilite posteriormente la dinamización de las realidades educativas.

Por consiguiente, la investigación que aquí se presenta está enfocada en la alfabetización ambiental de docentes en formación inicial y continua, a través del diseño e iteración de un modelo que favorece el desarrollo de experiencias de formación e investigación colaborativa (en la Universidad de Valladolid y a través del Centro de Formación del Profesorado e Innovación Educativa –CFIE-). El proceso es entendido como una Investigación Basada en Diseño, la cual tuvo como punto de partida una revisión sistemática de la literatura para identificar los fundamentos ontológicos y las estructuras de los modelos didácticos, de enseñanza o instruccionales referenciados por otros investigadores.

Posterior a este análisis de la literatura, se realizó el diseño de un nuevo modelo y se procedió a las iteraciones –tanto exploratoria como evaluativa- en diferentes experiencias de formación inicial y continua de docentes, y en el direccionamiento de investigaciones colaborativas en Educación Ambiental.

Los resultados de las iteraciones propuestas desde el modelo de formación, están enmarcados en dos categorías de análisis: alfabetización ambiental y profesionalización docente. Así que en relación con la primera, se destaca que los hallazgos dan cuenta de la visibilización de los conocimientos que los participantes tenían sobre el medio ambiente en general o sobre asuntos ambientales en particular, además su reestructuración y la conexión de diferentes conocimiento. Así mismo, se describieron las actitudes emocionales, cognoscitivas y conducturales de los docentes en formación inicial y continua.

Con respecto a la profesionalización docente, los resultados dan cuenta de una aproximación a diferentes estrategias de enseñanza y aprendizaje susceptibles de aplicar en la práctica, es decir en los procesos formativos de Educación Básica, Secundaria o en Bachillerato. Además, del análisis del currículo nacional y regional desde la perspectiva de la Educación Ambiental y, finalmente, el desarrollo de habilidades investigativas en el caso de algunos docentes participantes.

Abstract

Environmental Education is an area of great relevance today, since at all levels and educational contexts it is considered inescapable to respond to new tensions and emerging problems between nature and culture. In this case, there is a discussion about training teachers in this area of knowledge and about the need to provide elements that subsequently allow the mobilization of educational realities.

Therefore, the research presented here is focused on the environmental literacy of training teachers, through the design and iteration of a model that foster the development of collaborative research and training experiences (at Valladolid University and the Teacher Training and Educational Innovation Center –CFIE-). The method employed is a Design Based Research, which had as its starting point a systematic review of the literature to identify the ontological mental foundations and the structures of the pedagogical, teaching or instructional models referenced by other researchers.

After this analysis of the literature, a new model was designed and iterations were carried out - both exploratory and evaluative - in different experiences of initial and continuous training teachers, and in the direction of collaborative research in Environmental Education.

The findings of the iterations proposed from the training model are framed in two categories of analysis: environmental literacy and teacher professional development. Firstly, it highlights that the findings account for the visibility of the knowledge that participants have about the environment in general or about environmental issues in particular, in addition to their restructuring and the connection of different knowledge, as well, described the emotional, cognitive and behavioral attitudes of teachers in initial and continuous training.

With regard to teacher professional development, the results show an approach to different teaching and learning strategies that can be carried out - future or present - teaching practice, in addition to the analysis of the national and regional curriculum from the pursuit of Environmental Education and, finally, the development of research skills in the case of some preservice teachers.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer al proyecto Europeo Erasmus Mundus EURICA, cuya financiación me permitió para llevar a cabo esta formación doctoral en el marco de la cooperación internacional. Además, a la Universidad de Valladolid por acogerme y ofrecerme como doctoranda, los recursos para fortalecer y enriquecer mi formación.

En segundo lugar, quiero mencionar a mi Directora la Doctora Elena Charro Huerga por abrirme las puertas para llevar a cabo una investigación en Educación Ambiental y permitirme trabajar con sus alumnos. Así mismo, agradezco de manera muy sentida a mi Codiectora la Doctora Sara Villagrà Sobrino, quien amablemente se unió a mi lucha (personal y profesional) y me ilustró con su vasto conocimiento en investigación cualitativa, acompañó el difícil camino de la escritura y además me recordó en cada momento que el único fracaso era desistir.

Además, deseo mencionar a los 44 docentes en formación que se animaron a participar de mi investigación, que escucharon mis locuras y me aportaron tantos aprendizajes. Así mismo, al CFIE de Valladolid por acoger mi propuesta de formación sobre el cambio climático y procurar conectarme con el Museo de la Ciencias y otros espacios de ciudad.

Extiendo mi agradecimiento al grupo de investigación Perspectivas de Investigación en Enseñanza de las Ciencias –PiEnCias- de la Facultad de Educación, Universidad de Antioquia, en cabeza de las Doctoras Sonia Yaneth López y María Mercedes Jiménez, quienes me permitieron realizar la estancia doctoral y me dieron ejemplo de compromiso con la educación en Ciencias Experimentales y la formación de docentes. Ellas y su equipo de investigadoras, además del semillero de alumnos, me señalaron un camino hacia la formación de comunidades de aprendizaje, lejos de la competitividad y cerca del trabajo constante y colaborativo.

Es preciso mencionar a mis amigos, quienes hicieron que Valladolid se sintiera como un hogar por 3 años: Astrid y Joshi, María y Juan, Rafita, Evelyn, Javi, Gipsy y Alejandro, Elba e Iciar. Así mismo, quiero agradecer a mi familia por entender mi ausencia y brindarme palabras de aliento y comprensión: mi madre, Andrés, Leidy, Stella, Bely y Luz María, infinitas gracias por inspirarme, por sostenerme e inyectarme energía.

A Isabella, espero haberle ofrecido otra experiencia de mundo, que la estancia en Valladolid le haya cultivado su inquietud y que entienda que mis decisiones académicas son más que nada, compromiso con la educación y con la Pachamama.

Introducción

1. Motivación y planteamiento general de la investigación

La Educación Ambiental (en adelante EA) se gestó en la década de los años 70s, como resultado de la movilización social y política que buscaba visibilizar el riesgo que enfrentaba la sociedad postmoderna, bajo la dinámica generada por el pensamiento económico de los siglos XIX y XX. Fue así como las reflexiones del Club de Roma (1968) y la Cumbre de Estocolmo (1972) cimentaron el camino para que en Tbilisi (1977) se visibilizara la necesidad de transformar los sistemas educativos y reenfoarlos hacia una nueva ética, basada en la equidad y la justicia social y ecológica, además, la aproximación al mundo como sistema complejo.

Particularmente, en España se hace un esfuerzo por favorecer la integración de lo ambiental en la estructura curricular de la educación infantil, primaria, secundaria y bachillerato. Desde allí han emergido múltiples estrategias, además de proyectos transversales, como respuesta a las directrices del Libro Blanco de la EA (1999). Por otro lado, existen planteamientos más altruistas, donde los principios filosóficos de los centros educativos están vinculados a la perspectiva de la EA, como es el caso de las ecoescuelas estudiadas por Perales-Palacios, Burgos-Peredo y Gutiérrez-Pérez (2014). Así mismo, las escuelas sostenibles descritas por autores como Conde-Núñez, Moreira-Blanco, Sánchez-Cepeda y Mellado-Jiménez (2010).

Al mismo tiempo, se reconocen frentes de acción para la investigación e innovación en la EA formal, entre los cuales está la formación de docentes, que –como lo destacan Álvarez-García, Sureda-Negre y Comas-Forgas (2015)– es una cuestión de interés investigativo con múltiples perspectivas teóricas. Algunos estudios giran en torno a las competencias de los docentes en EA relativas a los conocimientos, actitudes y creencias derivadas de su alfabetización ambiental (Boon, 2010; Goldman, Yavetz y Pe'er, 2006). Otros ejercicios investigativos se enfocan en los niveles de conocimiento sobre el medio ambiente que tienen los docentes en formación inicial, con miras a plantear estrategias de aula (Kyridis, Mavrikaki, Tsakiridou, Daikopoulos y Zigouri, 2005). Por otro lado, se ubican los temas referidos a la vinculación de la perspectiva de Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) en los procesos de enseñanza, aprendizaje y gestión ambiental (Murga-Menoyo, 2015; Gozalbo, Rey-Baltar y González, 2018; Varga, Kuszu, Mayer y Sleurs, 2007).

En adición, la literatura reporta múltiples propuestas de modelos para la formación de docentes que les permita comprometerse con lo ambiental para la transformación educativa

(Bonil, Calafell, Granados Sanchez, Junyent y Tarín, 2012; Vega-Marcote, Varela-Losada, y Álvarez-Suárez, 2015). En particular, Reid y Scott (2013) consideran que la investigación de los docentes podría estar encaminada en temas como el conocimiento pedagógico, las representaciones del conocimiento sobre el medio ambiente, las estrategias de enseñanza (en relación –además– con asuntos relativos a los intereses, motivaciones y actitudes).

Consecuentemente, se sugiere la formación del profesorado en relación con cuestiones ambientales como un reto, ya que es esperanzador desarrollar formaciones iniciales y continuas que favorezca en los profesores la generación de marcos de referencia y elementos didácticos diferenciadores. Además, procurarles el acercamiento a modelos, estrategias y en general recursos didácticos susceptibles de aplicar al área ambiental, desde posturas epistemológicas sistémicas, integradoras y transdisciplinarias, donde haya un reposicionamiento conceptual, metodológico y actitudinal.

Particularmente esta investigación doctoral titulada “la alfabetización ambiental y profesionalización docente: diseño e iteración de un modelo de formación” tiene como punto de partida el reconocimiento de las posturas que diversos autores tienen sobre el concepto de modelo didáctico/de enseñanza/instruccional, como es el caso de Joice y Weil (1985), Larrriba (2001), Medina (2013), Rodríguez, (1986), Rus (1999), Reigeluth (1999), de forma que posibilite el diseño e iteración recurrente de un modelo de formación docente particular en procura de la alfabetización ambiental.

En consecuencia esta investigación doctoral se plantea las siguientes preguntas:

¿Cuáles son las características (estructura, componentes y fundamentos ontológicos) que debería tener un modelo para la formación inicial y continua de docentes sobre cuestiones ambientales?

¿De qué manera el modelo posibilita la alfabetización ambiental (conocimientos disciplinares, metadisciplinares y actitudinales) sobre el medio ambiente en general y/o cuestiones ambientales específicas?

¿Cuál es el aporte del modelo a la profesionalización docente en EA en relación con los conocimientos curriculares, didácticos y en el ámbito de la investigación colaborativa?

2. Objetivos y contribuciones

Analizar la alfabetización ambiental y profesionalización docente en procesos de formación e investigación colaborativa llevados a cabo a través de un modelo de formación.

En consecuencia se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Identificar la estructura, componentes y fundamentos ontológicos de los modelos de formación en EA.
- Diseñar un modelo para la formación inicial y continua de docentes que posibilite los procesos de alfabetización ambiental y profesionalización en términos didácticos, curriculares e investigativos.
- Reestructurar el modelo de formación de docentes a partir de su iteración exploratoria y evaluativa.
- Valorar de forma retrospectiva, a través de procesos analíticos e interpretativos, las iteraciones del modelo de formación.

A través del alcance de dichos objetivos, al final de la tesis doctoral se presentarán las siguientes contribuciones:

1. La revisión sistemática de literatura sobre modelos didácticos/de enseñanza/instruccionales en EA.
2. El modelo de formación que posibilita llevar a cabo diferentes experiencias de formación e investigación colaborativa en EA, que es susceptible de adaptarse en futuros procesos.
3. La adaptación metodológica en EA como es la Investigación Basada en Diseño.
4. Una propuesta de experiencias de formación y de investigación colaborativa en la Universidad de Valladolid y en la ciudad de Valladolid a través del Centro de Formación del profesorado e Innovación –CFIE–.

3. Estructura de la memoria de tesis doctoral

Esta tesis doctoral está estructurada en cinco capítulos. El **capítulo 1** es el marco conceptual, donde se presentan las categorías conceptuales o grandes bloques temáticos que soportan la investigación, estos denominados contextos: filosófico, histórico e investigativo.

El **capítulo 2**, presenta el proceso de revisión sistemática de la literatura sobre los modelos didácticos/de enseñanza/instruccionales orientados a la EA en particular, cuyo análisis cualitativo soporta las decisiones que se toman para estructurar el modelo de formación propio que se expone en el **capítulo 3**, el cual cuenta con la exposición de los aspectos genéricos y posteriormente se profundiza en las fases, componentes, sistema social y estrategias particulares.

El **capítulo 4**, ahonda en el componente metodológico, al partir del reconocimiento de las cualidades del enfoque cualitativo y posteriormente presentando la Investigación Basada en Diseño y la estrategia de recogida y análisis de datos de naturaleza mixta como metodología implementada en esta tesis doctoral. Se particulariza además, la adaptación de dicho enfoque metodológico y su relación con los procesos de recogida y análisis de datos. Finalmente se cierra este capítulo presentando la reducción anticipada de datos, desde donde se detallan las declaraciones temáticas, preguntas informativas y sistema de categorías de análisis.

El **capítulo 5** expone los resultados de la implementación del modelo a través de las dos iteraciones de formación a la luz de las categorías: alfabetización ambiental y profesionalización docente. Así que se hace un esfuerzo por presentar un análisis descriptivo y conceptual de los datos, además, de una triangulación de los datos obtenidos en contraste con la teoría.

Finalmente, el **capítulo 6** se centra en las conclusiones tanto en lo relativo al modelo como a las propias experiencias de formación de docentes, expone las limitaciones de esta investigación, además, la proyección de las líneas futuras de investigación.

A continuación en la Figura 0.1, se presenta el esquema general de la tesis.

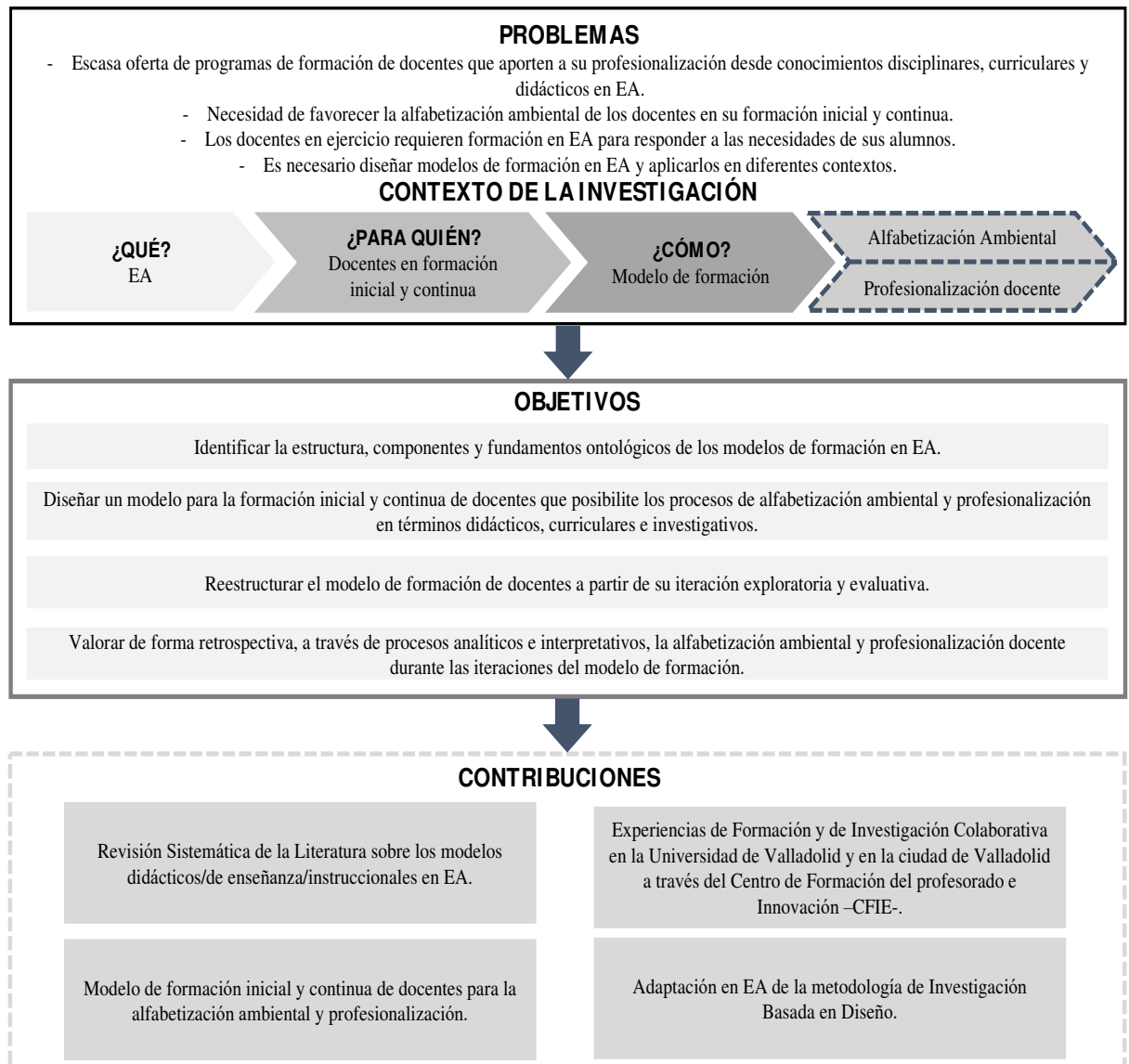


Figura 0.1 Relación entre el contexto de la investigación doctoral, las motivaciones y contribución

CAPÍTULO 1. Marco Conceptual

La educación ambiental responde a las tres esferas de interacciones que constituyen los pilares del desarrollo personal y social: la esfera de relaciones con el oikos –nuestra casa compartida con el conjunto del mundo vivo–, íntimamente interconectada con la esfera de relaciones con el sí mismo (lugar de construcción de la identidad) y la esfera de relaciones con el otro humano (espacio de construcción de la alteridad)

Sauvé (2017).

1.1 Introducción

El presente capítulo expone el marco conceptual de esta tesis doctoral, el cual está organizado en tres contextos, que se entienden como focos de indagación relativos a la Educación Ambiental (en adelante EA) y a la formación inicial y continua de docentes. Asimismo, El marco conceptual es entendido como el sistema de conceptos y teorías en diferentes niveles, que definen e informan a la investigación (Maxwell, 2008); además, se caracteriza por tener una organización, identidad y posicionamientos particulares.

Este marco teórico se abordará desde tres pilares fundamentales. En primer lugar el contexto filosófico, da cuenta de la relación entre, en primer lugar el **contexto filosófico**, aborda la relación entre epistemología, racionalidad y saber ambiental; además, profundiza en las concepciones o corrientes de pensamiento sobre el medio ambiente, desde la perspectiva de diferentes autores. La filosofía ambiental se considera relevante porque permite entender que la crisis ambiental actual está vinculada a las tensiones entre cultura –naturaleza, reflejadas en el sistema educativo.

En segundo lugar, el **contexto histórico** de la EA, brinda un panorama en torno a la validación académica, social y política de este conocimiento. El estudio histórico posibilita reconocer los posicionamientos políticos relativos a la EA desde las normativas nacionales e internacionales. Adicionalmente, se incluyen las dimensiones problematizadoras de la EA vinculada a las actitudes ambientales, conocimientos sobre el medio ambiente, asuntos didácticos y agentes implicados en los procesos educativos.

El tercero, es el **contexto investigativo**, que puede entenderse como el estudio de los antecedentes puntuales sobre profesionalización docente y alfabetización ambiental. En primera instancia se realiza un análisis de la inclusión de la EA en los programas de formación inicial del profesorado, tanto en la Universidad de Valladolid como en otras instituciones universitarias españolas. Posteriormente se ahondan sobre las tendencias investigativas desde los diferentes enfoques de investigación: cualitativos, cuantitativos y mixtos.

Es importante destacar que este primer capítulo de marco conceptual se complementa con el capítulo 2, el cual describe el proceso de revisión sistemática de la literatura sobre modelos didácticos/enseñanza en EA y que contribuye a la identificación teórica de los elementos que pueden incluirse en el posterior diseño de un modelo de formación que pueda iterarse con diferentes grupos de docentes (capítulo 3).

1.2 Contexto filosófico de la Educación Ambiental

Lo ambiental es un tema de actualidad, que emerge e irrumpe en todos los discursos: políticos, económicos, educativos, sociales y culturales. Por esta razón, es necesario encaminar una primera reflexión hacia las profundas relaciones entre la epistemología, la racionalidad y el saber ambiental, como entidades conceptuales y dialécticas que ahondan las posibilidades inexploradas del *logos*, en pro del sostenimiento planetario, especialmente desde el ámbito educativo.

Partimos de reconocer que la epistemología ambiental va más allá de toda disciplina e implica repensar críticamente cómo se ha estructurado el conocimiento del mundo desde los paradigmas tradicionales. Para Leff (2004) “la epistemología ambiental ya no se plantea tan sólo el problema de conocer un mundo complejo, sino cómo el conocimiento genera la complejidad del mundo” (p. 11), es decir, la epistemología ambiental prepara el camino para la consolidación de la racionalidad ambiental como procesos de pensamiento que posibilitan la valoración de los sistemas ambientales.

Ahora bien, la racionalidad ambiental constituye “un sistema de reglas de pensamiento y comportamiento de los actores sociales, que se establecen dentro de estructuras económicas, políticas e ideológicas determinadas, legitimando un conjunto de acciones y confiando un sentido a la organización de la sociedad” (Leff, 2002, p.121). En otros contextos académicos, puede entenderse como actitudes conductuales o acciones proambientales, pero en todo caso, se refiere a las prácticas colectivas en general y a los sistemas de creencias en particular.

En este sentido, lo ambiental está ligado a las problemáticas locales, regionales y globales, puesto que dichos problemas son el reflejo de la crisis civilizatoria occidental, causada por las formas de conocer, concebir, y por ende transformar el mundo (Leff, 1998). Así mismo, la crisis ambiental puede entenderse como el resultado de la racionalidad economicista no ambientalizada o poco sensible con los ecosistemas y particularmente con las diversas formas de vida (Noguera, 2004; Sauvé, 2005; Galano, 2008; Leff, 2007; Noguera y Bernal, 2014). Por otra parte, desde la perspectiva teórica de Pirages y Ehrlich's (1974) y Brown (1981) los problemas ambiental se vinculan con el paradigma social dominante (*Dominant Social Paradigm*¹), el cual ha puesto en riesgo de aniquilación y entropía al otro, lo otro y a la especie humana, a cuenta de la escisión/separación del hombre de la naturaleza y su supremacía bajo las reglas de explotación y consumo.

A partir de lo anterior, resulta evidente que el concepto de medio ambiente va más allá de lo ecológico, se extiende hacia lo social y permea todo el conocimiento del mundo, es decir, el conocimiento sobre el medio ambiente atiende la complejidad.

La complejidad irrumpe en el mundo como un efecto de las formas de conocimiento, pero no es solamente relación de conocimiento. No es una Biología del conocimiento ni una relación entre el organismo y su medio ambiente. La complejidad ambiental no emerge de las relaciones ecológicas, sino del mundo tocado y trastocado por la ciencia, por un conocimiento objetivo, fragmentado, especializado. No es casual que el pensamiento complejo, las teorías de sistemas y las ciencias de la complejidad surjan al mismo tiempo que se hace manifiesta la crisis ambiental, allá en los años sesenta, pues el fraccionamiento del conocimiento y la destrucción ecológica son síntomas del mismo mal civilizatorio. Por ello, la complejidad ambiental remite a un saber sobre las formas de apropiación del mundo y de la naturaleza a través de las relaciones de poder que se han inscrito en las formas dominantes de conocimiento (Leff, 2007, p.13).

La comprensión de esta complejidad ambiental implica una epistemología renovada que garantice el tránsito a la sustentabilidad de los sistemas vivos y de los sistemas humanos. Una epistemología ambiental que apunta hacia la generación de conocimiento desde el principio de saber integrador e integrado a la realidad, donde se reconoce la necesidad de generación de nuevos objetos de conocimiento, más que de nuevas y emergentes áreas cada vez más aisladas e inconexas (Pedroza-Flores y Argüello-Zepeda, 2002).

¹ Pirages y Ehrlich's (1974) se aproximaron a la caracterización de lo que llamaron el paradigma social dominante (*Dominant Social Paradigm-DSP*). Por su parte, Dunlap, Van Liere, Mertig y Jones (2000) plantearon el nuevo paradigma ambiental (*New Environmental Paradigm-NEP*) como una perspectiva que reconsidera las relaciones entre el ser humano y el medio ambiente al entender la existencia de límites naturales.

A nivel educativo, entender la complejidad conlleva al desarrollo de procesos de ambientalización curricular² y por ende de transdisciplinariedad. Sin embargo, es necesario recurrir a posicionamientos de avanzada, que en el lugar de disgregar y ubicar lo ambiental en polos disciplinares (Ciencias Sociales o Ciencias Experimentales), tracen el camino hacia la integración, como es el caso de la teoría general de sistemas (Von Bertalanffy, 1993) y el pensamiento complejo (Morin y Pakman, 1994).

Estos asuntos han sido abordados desde la perspectiva de la descolonización del conocimiento, puesto que exploran otras formas de construcción de saber y posibilitan la apertura de lo ambiental a través de nuevas búsquedas, que den lugar a comprensiones más sensibles y a soluciones viables desde lo teórico y práctico. Estos nuevos escenarios favorecen el cuestionamiento de las relaciones establecidas históricamente con la naturaleza. En esta línea emerge el pensamiento ambiental latinoamericano (Leff, 1998; Ángel-Maya, 2000; Noguera, 2004; Galano, 2008), el ecofeminismo (Mies y Shiva, 1993; Mellor, 1997; Puleo, 2008), la filosofía ambiental (Vogel y Steven, 1999; Weston, 1999), la psicología ambiental (Allesch, 2003; De Young, 2013), y los múltiples movimientos políticos ecologistas/ambientalistas (Dorsey, 1997).

Ahora bien, al repensar lo ambiental desde nuevas epistemes y de encaminarse hacia la consolidación de saberes, en educación han surgido múltiples propuestas, como son:

- La educación para la sostenibilidad y de la alfabetización científica para la participación ciudadana (Gil y Vilches, 2001; Acevedo, Vázquez, Martín, Oliva, Acevedo, Paixão, y Manassero, 2005; Pedrinaci y Caamaño, 2006).
- La trasposición del paradigma de la complejidad a la EA, donde autores como Sanmartí, Bonil, y Tomás (2004) consideran que es necesario movilizar una “política de civilización” orientadora de valores y de la acción, introduciendo la denominada “estrategia ecológica de la acción”, posicionamiento que parte desde el planteamiento de Morin (1999) y que también se alimenta de otras perspectivas como las de Bonil, Junyent y Pujol (2010), Subirà y Martínez (2017).

² Ambientalización curricular consiste en la incorporación de la dimensión ambiental en los recorridos formativos, bien a través de la promoción de nuevos estudios interdisciplinarios (tales como las licenciaturas en Ciencias Ambientales, los postgrado en Sistemas de Gestión Ambiental, o los doctorados en Medio Ambiente), con asignaturas específicas de medio ambiente o mediante la integración de la dimensión ambiental en los diferentes campos disciplinares (Gutiérrez y González, 2005, p. 4).

- Las *enviroschools* en el Pacífico Sur, las cuales se organizan como una red de escuelas que comparten los principios ontológicos para formar en torno a lo ambiental³ (Jackson, 2009; Williams, 2012; Alcock y Ritchie, 2018). Así mismo, las *Greenschools*⁴ en China (Wu, 2002), en USA (National Research Council, 2007), Bali (Macrory, 2013), España⁵, Argentina y otros países. Y las *Ecoschools*⁶ como una red de centros educativo presente en 64 países incluido España, donde desde un enfoque holístico y participativo, se pretende la integración de las comunidades educativas a las dinámicas locales y regionales al movilizar equipos de trabajo para contribuir al desarrollo comunitario (García-Pérez y Moreno-Fernández, 2015).

Ahora bien, otro asunto relevante en la epistemología ambiental es lo que tradicionalmente se ha considerado como concepciones sobre el medio ambiente, las cuales se pueden entender como comprensiones particulares o constructos socialmente aceptados sobre el medio ambiente y la EA. De tal manera que a continuación se presenta la conceptualización de estas concepciones desde diferentes autores.

1.2.1 Concepciones sobre el medio ambiente

En la literatura se ubican una serie de referencias en relación con las gamas de concepciones sobre el medio ambiente o corrientes de pensamiento en EA. En primer lugar, Astolfi (1988) considera como se muestra en la Tabla 1.1, que pueden presentarse una gran variedad de concepciones, puesto que “unas corresponden a representaciones inaccesibles desde el punto de vista científico y otras pueden ofrecer aproximaciones a progresos intelectuales” (p. 152).

Tabla 1.1 Concepciones sobre el medio ambiente (Astolfi, 1988).

Concepción	Definición
Medio-objeto	El medio es un lugar en el que se mueven y viven los seres vivos. A este nivel el medio aparece como un todo, no divisible en elementos distintos.
Medio-armonía	El medio aparece como un sistema armónico en el que cada cosa ocupa su lugar. Dos ideas son subyacentes a esta concepción: la de un enraizamiento (que

³ <http://www.enviroschools.org.nz/about-enviroschools>

⁴ <http://www.greenschools.net/>

⁵ <http://www.greenschoolibiza.com/?page=school&lang=es>

⁶ <https://www.adeac.es/ecoescuelas>

	corresponde con la idea aristotélica de lugar propio para cada individuo y especie y la de un equilibrio (relacionada con una buena distribución espacial).
Medio-recursos	El medio constituye un conjunto de ofertas que los seres vivos pueden escoger sin violencias internas por su parte. Lo que se escoja dependerá tanto de las preferencias de cada ser vivo, como de un mínimo esfuerzo para abastecerse.
Medio-componentes	El medio puede definirse como un conjunto de componentes que constituyen sus partes. Esta concepción que evoca analogías con la composición del aire, de la sangre o del suelo, no implica la idea de que el medio ejerza una acción sobre los seres vivos.
Medio-factores	El medio es definido como un cierto número de factores (se habla de factores del medio) relacionados entre sí. La acción de estos factores explicaría la presencia o ausencia de diferentes seres vivos así como su distribución.
Medio factores inter-dependientes	Los diversos factores del medio no son considerados como si actuaran de forma separada, cada uno por su propia cuenta. La interacción puede modificar la acción de uno de estos factores en función de todos los demás.
Medio biorrelativo o biocéntrico	El medio ambiente es considerado como una proyección externa de las necesidades del organismo. Además, biorrelativo porque cada especie saca de manera específica e incomparable aquello que necesita.

En segundo lugar, Ballantyne (1995) describe las concepciones sobre el medio ambiente implicadas en los procesos educativos: concepción ecocéntrica donde se considera que el medio ambiente es para ser usado; concepción tutelada donde el medio ambiente es un elemento que debe transformarse o aprovecharse con precaución y cuidado, y finalmente concepción egocéntrica donde se considera que medio ambiente está en interdependencia con la sociedad y que se debe tender a un equilibrio o balance.

En tercer lugar, mencionaremos las corrientes de pensamiento en EA propuestas por Sauvé (2005b), quien a través de un ejercicio de cartografía generó una taxonomía que relaciona las múltiples formas de concebir la EA. Para esta autora, dicha sistematización “provee una herramienta de análisis al servicio de la exploración de la diversidad de proposiciones pedagógicas y no un cepo que obliga a clasificar todo en categorías rígidas, con el riesgo de deformar la realidad” (Sauvé, 2005b, p. 17).

Desde esta perspectiva, las corrientes se pueden organizar en dos grandes grupos: de larga tradición y las más recientes. Las primeras obedecen a posicionamientos que han sido referenciados sistemáticamente en la literatura y por los diferentes investigadores en los últimos cincuenta años, en este grupo se ubican las corrientes: naturalista, conservacionista/recursista, resolutive, sistémica, científica, humanista y moral/ética. Por otra parte, entre las

corrientes de pensamiento más recientes se ubican: holística, bio-regionalista, práctica, crítica, feminista, etnográfica, la basada en la ecoeducación y finalmente aquella corriente enfocada en la sustentabilidad o en el desarrollo sustentable.

En vista de que estas corrientes son un referente muy importante en esta tesis y nos han ayudado a identificar en la parte empírica de esta tesis qué concepciones sobre la EA tenían los docentes participantes en nuestra investigación (véase capítulo 5), a continuación en la Tabla 1.2 se presenta una definición de cada una de las corrientes atendiendo a las definiciones explícitas de la autora.

Tabla 1.2 Corrientes de pensamiento sobre el medio ambiente. Adaptada de Sauvé (2005b)

Corrientes de pensamiento de larga tradición	
Naturalista	Está estrechamente forjada en la relación con el medio natural, esta corriente puede ser asociada más específicamente con el movimiento de <i>nature education</i> y a ciertas proposiciones de <i>outdoor education</i> . Esta corriente reconoce el valor intrínseco de la naturaleza.
Conservacionista/recur-sista	Agrupar las proposiciones centradas en la conservación de los recursos, tanto en lo que concierne a su calidad como a su cantidad: el agua; el suelo; la energía; las plantas (principalmente las plantas comestibles y medicinales) y los animales (por los recursos que se pueden obtener de ellos); el patrimonio genético; el patrimonio construido.
Resolutiva	Según Ramsey, Hungerford y Volk (1992) la EA debe estar centrada en el estudio de problemáticas ambientales, con sus componentes sociales y biofísicos y sus controversias inherentes: identificación de una situación problema, investigación de esta situación (incluso el análisis de valores de los protagonistas), diagnóstico, búsqueda de soluciones, evaluación y elección de soluciones óptimas.
Sistémica	El análisis sistémico permite identificar los diferentes componentes de un sistema ambiental y de visibilizar relaciones entre sus componentes, entre las cuales las relaciones entre los elementos biofísicos y los elementos sociales de una situación ambiental. Este análisis es una etapa esencial que permite obtener una visión de conjunto que corresponde a una síntesis de la realidad apprehendida. La corriente sistémica en EA se apoya entre otros, en los aportes de la ecología, ciencia biológica transdisciplinaria, que ha conocido su auge en 1970 y cuyos conceptos y principios inspiraron el campo de la ecología humana.
Científica	La EA está a menudo asociada al desarrollo de conocimientos y de habilidades relativas a las ciencias del medio ambiente, campo de investigación esencialmente interdisciplinario, hacia la transdisciplinariedad. Al igual que en la corriente sistémica, el enfoque es sobre todo cognitivo: el medio ambiente es objeto de conocimiento para elegir una solución o acción apropiada.

Humanista	Esta corriente pone énfasis en la dimensión humana del medio ambiente, construido en el cruce entre naturaleza y cultura. El ambiente no es solamente aprehendido como un conjunto de elementos biofísicos que basta con abordarlos con objetividad y rigor para comprender mejor, para poder interactuar mejor. Corresponde a un medio de vida, con sus dimensiones históricas, culturales, políticas, económicas, estéticas, etc.
Moral/ética	Donde el fundamento de la relación con el medio ambiente es de orden ético: es pues a este nivel que se debe intervenir de manera prioritaria. El actuar se funda en un conjunto de valores, más o menos conscientes y coherentes entre ellos. Así, diversas proposiciones de educación ambiental ponen énfasis en el desarrollo de los valores ambientales. Algunos invitan a la adopción de una “moral” ambiental, prescribiendo un código de comportamientos socialmente deseables, pero más fundamentalmente aun, puede tratarse de desarrollar una verdadera “competencia ética”, y de construir su propio sistema de valores.

Corrientes de pensamiento recientes

Holística	Esta corriente integra diferentes formas de entender el medio ambiente, algunas por ejemplo están más bien centradas en preocupaciones de tipo psico-pedagógico (apuntando al desarrollo global de la persona en relación con su medio ambiente); otras están ancladas en una verdadera cosmología (o visión del mundo) en la que todos los seres están relacionados entre ellos.
Bio-regionalista	Una bio-región es un lugar geográfico que corresponde habitualmente a una cuenca hidrográfica y que posee características comunes como el relieve, la altitud, la flora y la fauna. La historia y la cultura de los humanos que la habitan forman parte también de la definición de una bio-región. La perspectiva bio-regional nos conduce entonces a mirar el ambiente bajo el ángulo de los sistemas naturales y sociales, cuyas relaciones dinámicas contribuyen a crear un sentimiento de “lugar de vida” arraigado en la historia natural así como en la historia cultural.
Práctica	Esta corriente pone énfasis en el aprendizaje en la acción, por la acción y para mejorar la acción. No se trata de desarrollar a priori los conocimientos y las habilidades en vista de una eventual acción, sino de ponerse inmediatamente en situación de acción y de aprender a través del proyecto por y para ese proyecto.
Crítica	Análisis de las dinámicas sociales que se encuentran en la base de las realidades y problemáticas ambientales: análisis de intenciones, de posiciones, de argumentos, de valores explícitos e implícitos, de decisiones y de acciones de los diferentes protagonistas de una situación. ¿Existe coherencia entre los fundamentos anunciados y los proyectos emprendidos?, ¿Hay ruptura entre la palabra y la acción?. En particular, las relaciones de poder son identificadas y denunciadas: ¿Quién decide qué?, ¿Para quién?, ¿Por qué?, ¿Cómo la relación con el ambiente se somete al juego de los valores dominantes?, ¿Cuál es la relación entre el saber y el poder?, ¿Quién tiene o pretende tener el saber?, ¿Para qué fines?

Eco-Feminista	Según Puleo (2009) el ecofeminismo es un ámbito teórico en procesos de reconocimiento que precisa la compleja pero sensible relación entre el medio ambiente y la naturaleza femenina y abre un horizonte prometedor para feministas y ecologistas.
Etnográfica	La corriente etnográfica pone énfasis en el carácter cultural de la relación con el medio ambiente. La EA no debe imponer una visión del mundo; hay que tener en cuenta la cultura de referencia de las poblaciones o de las comunidades implicadas. El etnocentrismo que consiste en tomar como referencia las categorías de pensamiento de las sociedades occidentales ha permitido durante largo tiempo designar las otras culturas como sociedades sin estado, sin economía o sin educación.
Eco-educación	Esta corriente está dominada por la perspectiva educacional de la EA. No se trata de resolver problemas, sino de aprovechar la relación con el medio ambiente como crisol de desarrollo personal, al fundamento de un actuar significativo y responsable. El medio ambiente es aquí percibido como una esfera de interacción esencial para la eco-formación o la eco-ontogénesis. Desde esta corriente se dinamiza la relación entre docente y alumnos, los ambientes de aprendizaje y el material para el proceso de enseñanza y aprendizaje.
Sostenibilidad/sustentabilidad	La ideología del desarrollo sostenible, que conoció su expansión a mediados de 1980, ha penetrado poco a poco el movimiento de la educación ambiental y se impuso como una perspectiva dominante. Para responder a las recomendaciones del Capítulo 36 de la Agenda 21 ⁷ , resultante de la Cumbre de la Tierra en 1992, la UNESCO reemplazó su Programa Internacional de Educación Ambiental por un Programa de Educación para un futuro viable (UNESCO 2007), cuyo objetivo es el de contribuir a la promoción del desarrollo sostenible. Se trata de aprender a utilizar racionalmente los recursos de hoy para que haya suficiente para todos y que quede para asegurar las necesidades del mañana. La educación ambiental deviene una herramienta entre otras al servicio del desarrollo sostenible.

En relación con la organización de las concepciones sobre el medio ambiente, otros investigadores como Calafell y Bonil (2014) concluyeron que es adecuado plantear una formación que rompa con concepciones focalizadas y lineales de la naturaleza, en pro de enriquecer otras más sistémicas y complejas. Particularmente en la formación de docentes, los estudios sobre las concepciones del medio ambiente son “una oportunidad para entender la EA como un sistema complejo, en el que se pueden dar diversidad de enfoques desde una perspectiva complementaria y enriquecedora” (p. 222).

⁷ La agenda 21 fue el documento generado en la Cumbre de Río de Janeiro (1992). Dicho documento está organizado en 40 capítulos con un preámbulo y cuatro secciones.

1.3 Contexto histórico de la Educación Ambiental

Si analizamos el concepto de medio ambiente en períodos anteriores a 1968, encontramos una estrecha relación con la ecología y puntualmente con conceptos como el de hábitat, nicho o ecosistema. Etimológicamente, el término ecología viene del griego “*oikos*”, que significa casa, y “*logia*”, que significa estudio. Se podría decir que la ecología entiende el planeta como hogar común, como macro sistema, donde se vinculan simbióticamente múltiples formas de vida, formando lo que Capra y Sempau (1998) denominaron como la trama de la vida en coevolución, interdependencia y conexión bajo condiciones físicas y químicas. Estos autores definen y defienden la ecología como ciencia profunda:

El nuevo paradigma podría denominarse una visión holística del mundo, ya que lo ve como un todo integrado más que como una discontinua colección de partes. También podría llamarse una visión ecológica, usando el término «ecológica» en un sentido mucho más amplio y profundo de lo habitual. La percepción desde la ecología profunda reconoce la interdependencia fundamental entre todos los fenómenos y el hecho de que, como individuos y como sociedades, estamos todos inmersos en (y finalmente dependientes de) los procesos cíclicos de la naturaleza (Capra y Sempau, 1998, p. 29).

Ahora bien, es importante reconocer el hecho de que la ecología como área de conocimiento emerge a mediados y finales del XIX y trasciende a los estudios celulares y orgánicos propios de la época y de otras ramas de la Biología tales como la zoología, la botánica y la misma genética, al centrar su interés en las relaciones entre los seres vivos y el lugar donde habitan (Curilaf, Carolina y Denegri, 2016). Sin embargo, los postulados de la ecología han estado al margen de la acción altamente transformadora del hombre, de tal manera que el reto es trascender del nivel conceptual, superficial, antropocéntrico a otro más profundo, que ve el mundo no como una colección de objetos aislados, sino como una red de fenómenos fundamentalmente interconectados e interdependientes.

Por otro lado, es necesario mencionar el aporte de la teoría general de los sistemas de Von Bertalanffy y Santisteban (1979), la cual da continuidad a la apertura conceptual mencionada anteriormente, al romper con las concepciones de la ciencia clásica que procuraba aislar los elementos del universo observado (por ejemplo: compuestos químicos, enzimas, células, sensaciones elementales, individuos en libre competencia), con la esperanza de que volviéndolos a juntar, conceptual o experimentalmente, resultaría el sistema o totalidad (célula, mente, sociedad). En la actualidad es aceptado que para comprender no se requieren sólo los elementos, sino las relaciones entre ellos.

Así, los componentes de la realidad se explican como partes de sistemas o como sistemas en sí mismos, de manera que cualquier ente no podrá ser visto de forma aislada, sino a través de su posición y de su función en la organización del conjunto. Además, el todo, de

alguna manera, está inscrito en cada parte (a modo de holograma cada punto contiene la casi totalidad de la información del objeto que representa). En ese sentido, cualquier fenómeno podrá analizarse y entenderse teniendo en cuenta su ubicación en relación con el micro, meso y macrocosmos (Pouvreau y Drack, 2007).

El período de la década de los 60 se caracterizó por fuertes y significativos cambios de mentalidad, donde lo ambiental empezó a cobrar importancia, puesto que diferentes ecosistemas, desde hacía ya décadas e incluso desde los inicios de la revolución industrial, empezaron a mostrar deterioro progresivo. Otro aspecto determinante fue que la evolución de los sistemas económicos y sociales y la inconformidad de las masas, especialmente en Estados Unidos y Europa, encendieron las alarmas en relación con el impacto que las actividades humanas y las expresiones culturales estaban generando en el medio ambiente (Ángel-Maya, 1995).

Lo anterior deja ver, en primera instancia, que la ciencia y los paradigmas positivistas o cartesianos, que la han sostenido hasta el momento, sin duda favorecieron el progreso económico, pero no predijeron una inminente crisis planetaria (Morin, 1999; Penagos, 2009; Vega-García, 2014). En segunda instancia, refleja que hay un problema derivado de la objetivación de la naturaleza, es decir de considerar la naturaleza como un objeto en sí mismo, no vinculante con el ser humano y la cultura, lo cual devino concepciones erradas de infinitud de recursos naturales y por tanto, intereses de explotación desmedida (Leff y Elizalde, 2010)

En este sentido, Ángel-Maya (1995) identifica varios aspectos que describen lo ocurrido después de la segunda Guerra Mundial. Cada uno de ellos tuvo implicaciones para la movilización a favor del medio ambiente. De esta manera, empiezan a incubarse las tecnologías punteras como la informática o la tecnología genética, el consumo de petróleo crece exponencialmente, crece la producción de alimento, crece la producción industrial, se eleva la tasa de producción de bienes y servicios, se inicia la investigación y la aplicación de nuevas tecnologías y aumenta el aprovechamiento de la energía nuclear, la acumulación económica de los países, la concentración de recursos a nivel mundial, el crecimiento poco controlado de la población y los flujos migratorios.

En este panorama de evidente crecimiento económico, en 1968 se celebró la convención del Club de Roma, en el cual participaron 52 países donde una asociación privada compuesta por empresarios, científicos y políticos, encabezado por un grupo de investigadores del *Massachusetts Institute of Technology*, bajo la dirección del profesor Meadows (1972), tenían como principio fundamental visibilizar que los patrones de crecimiento llevarían a

un inminente agotamiento de recursos, al desgaste de los ecosistemas y a crisis ambientales regionales y globales:

Si la industrialización, la contaminación ambiental, la producción de alimentos y el agotamiento de los recursos mantienen las tendencias actuales de crecimiento de la población mundial, este planeta alcanzará los límites de su crecimiento en el curso de los próximos cien años. El resultado más probable sería un súbito e incontrolable descenso, tanto de la población como de la capacidad industrial (Meadows, Meadows, Randers, y Behrens, 1972, p. 40).

Ahora bien, en relación con lo educativo el informe generado en el Club de Roma deja ver la necesidad de desarrollar una estrategia igualmente amplia para abordar los grandes problemas, incluyendo en particular los que representa la relación del hombre con su medio ambiente. El informe finaliza afirmando que cualquier intento deliberado de alcanzar un estado de equilibrio racional y duradero a través de la planificación, más que a través del azar o la catástrofe, debe hallar su fundamento último en un cambio básico de valores y objetivos a nivel individual, nacional y mundial.

1.3.1 Las semillas de la Educación Ambiental: Estocolmo (1972) y Tbilisi (1977)

Resaltamos que 1972 fue un año de cambios, o al menos de proposición de cambios, es el primer momento significativo en lo relativo a la EA, puesto que la ONU le da relevancia y en Estocolmo bajo el título “El medio ambiente humano” se lleva a cabo la primera cumbre sobre el medio ambiente, en la cual participaron 78 naciones. En dicho encuentro se resaltaron problemáticas de importancia global como la contaminación de ríos y mares, la lluvia ácida, el problema de los residuos sólidos, y en general los problemas de los contextos urbanos. Particularmente la educación cobra importancia para resolver muchas problemáticas y para evitar otras. A pesar de que las posiciones eran bastante genéricas, es necesario resaltar la voluntad política de las naciones participantes para implicarse e incluso adaptar medidas en algunos casos.

El segundo gran momento, fue la primera Cumbre de EA en Tbilisi (1977) que contó con la participación de 120 países y una amplia gama de profesionales vinculados a lo ambiental y con explícitos intereses en transformar los sistemas educativos. Este evento internacional tuvo dos focos de reflexión y acción: una nueva ética, que se basó en la equidad y la justicia social y ecológica, y la aproximación al mundo como sistema complejo.

Adicionalmente, la Cumbre de Tbilisi hace un llamado a los estados miembros para que incluyan en sus políticas de educación medidas encaminadas a incorporar contenidos y estrategias de EA a sus sistemas, basándose en los objetivos y directrices generales. Así mismo, se invitó a las autoridades educativas a reforzar y potenciar las labores de reflexión, investigación e innovación en EA. Finalmente, se motivó al intercambio de experiencias,

investigaciones, documentación y materiales, poniendo, además, los servicios de formación a disposición del personal docente y de los especialistas de otros países (Quiva y Vera, 2010).

1.3.2 De Moscú (1987) a la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS)

El congreso internacional sobre educación y formación ambiental (Moscú, 1987) contó con la participación de 110 países y sentó precedentes al brindar elementos para una estrategia internacional de educación y formación en el ámbito de lo ambiental. Este aspecto permitió además, reconocer principios, características, tipologías, agentes directamente implicados y directrices investigativas para dar respuesta a los problemas ambientales del momento.

Se propuso el concepto desarrollo sostenible, considerado un referente histórico y que se define como aquel desarrollo que garantiza las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (Goodlan, Daly, El Serafy y Von Droste, 1997). El mensaje principal del informe fue que no puede haber un crecimiento económico sostenido sin un medio ambiente sostenible, así que se elevó el desarrollo sostenible a la categoría de “ética global” donde la protección del medio ambiente se reconoce como el cimiento sobre el que descansa el desarrollo económico y social a largo plazo.

Así mismo, la EDS (UNESCO, 2002) permite que cada ser humano adquiera los conocimientos, las competencias, las actitudes y los valores necesarios para forjar un futuro sostenible (Villaverde, 2009). Es así como la educación tradicional se formula en torno a la sustentabilidad tal y como lo consideran Vilches y Gil-Pérez (2016):

La transición a la Sostenibilidad no ha de verse, pues, ni plantearse a nivel educativo, como una apuesta de futuro que exigiría ahora nuestro sacrificio: es, por el contrario, una estrategia fundamentada para dar solución a los problemas que estamos ya viviendo, implicando a profesorado, alumnado y ciudadanía en general, para hacer posible hoy, sin perjudicar al mañana, la satisfacción de las necesidades del conjunto de la humanidad (no solo de una minoría). Algo que las actuales recetas para “salir de la crisis”, que no es solo económica, no pueden lograr (Vilches y Gil-Pérez, 2016, p. 396).

Se considera que la EDS promueve el cumplimiento de objetivos como la adquisición una amplia gama de competencias entre las que se encuentran el pensamiento crítico, la elaboración de hipótesis de cara al futuro y la adopción colectiva de decisiones (Rieckmann, 2011). En este sentido, la ciencia de la sostenibilidad se plantea en términos de interdisciplinariedad, transdisciplinariedad y complejidad para incorporar a la investigación y toma de decisiones a ciudadanas y ciudadanos que no forman parte del ámbito académico. Así

que es importante favorecer aprendizajes y capacidades para abordar problemáticas ambientales reales como lo proponen Vilches, Gil-Pérez, Toscano y Macías (2014) y Vilches y Gil-Pérez (2015).

En la actualidad los objetivos del desarrollo sostenible (UNESCO, 2015) los cuales se presentan en la Figura 1.1, se han adaptado a la propuesta inicial EDS y cobran vigencia en múltiples contextos educativos por su aporte a la equidad, desarrollo de las capacidades y garantía de derechos.



Figura 1.1 Objetivos para el desarrollo sustentable (UNESCO, 2015).

1.3.3 EA después de la cumbre de Río (1992)

En la Cumbre de Río se generaron 27 principios no vinculantes para las 178 naciones participantes. En esta reunión se abordaron asuntos como la biodiversidad, el cambio climático, el desarrollo económico y social, en términos de sostenibilidad. Con el objetivo de poner en práctica los principios, se adoptaron unas estrategias globales de acción que se plasmaron en la Agenda 21, la cual tuvo una muy amplia difusión y en parte aplicación desde las 4 secciones que lo estructuran: I) Dimensiones sociales, II) Conservación y gestión de los recursos, III) Fortalecimiento del papel de los grupos sociales, IV) Medios para la puesta en práctica.

En lo relativo a la EA, la agenda 21 se refiere explícitamente a la transdisciplinariedad, puesto que se deja de hablar de la EA como término genérico para hacer hincapié en la

EDS. Además, algunos aspectos determinantes que se mencionaron como directrices internacionales fueron sintetizados por Robinson, Astorga, Oksanem, Trigo, Pastora, Pastor y Ruíz (1993) en los siguientes apartados:

36.5.b Los gobiernos deberían procurar actualizar o preparar estrategias destinadas a la integración en los próximos tres años del medio ambiente y el desarrollo como *tema interdisciplinario* en la enseñanza a todos los niveles.

36.5.i Los países podrían apoyar a las universidades y otras entidades y redes terciarias en sus actividades de educación sobre el medio ambiente y el desarrollo. Se deberían ofrecer a todos los estudiantes *cursos interdisciplinarios*.

36.5.j Los países, con la asistencia de organizaciones internacionales, ONGs y otros sectores, podrían reforzar o crear centros nacionales o regionales para la *investigación y la educación interdisciplinarias* en las ciencias del medio ambiente y el desarrollo, derecho y gestión de determinados problemas ambientales. Dichos centros podrían ser universidades o redes existentes en cada país o región.

36.10.a y c Propiciar información, mejorar la divulgación (36.10. b y d), o como dice el 36.12: “La capacitación es uno de los instrumentos más importantes para desarrollar los recursos humanos y facilitar la transición hacia un mundo más sostenible. La capacitación debería *apuntar a impartir conocimientos* que ayuden a conseguir empleo y a participar en actividades relativas al medio ambiente y el desarrollo.

De forma paralela, en el Congreso Iberoamericano de EA celebrado en Guadalajara (México, 1992), se reconoció que la EA tiene unas fuertes connotaciones políticas y es un potente instrumento para alcanzar una sociedad sustentable en lo ambiental y justa en lo social. En este evento se amplió la conceptualización del término ambiental, no solo referido a lo ecológico, sino que, por primera vez, se incorporaron múltiples dimensiones de la realidad. De esta manera la nueva conceptualización contribuyó a la resignificación de conceptos básicos como territorio, participación social y la organización comunitaria tendentes a garantizar una óptima calidad de vida y el autodesarrollo de la persona.

En 1997 en Tesalónica (Grecia) se celebró la Conferencia Internacional sobre “Medio Ambiente y Sociedad bajo el título de Educación y Sensibilización para la Sostenibilidad”, desde donde se empezó a hablar de una educación para el desarrollo sostenible, puesto que la orientación de este encuentro fue hacia la importancia del papel que desempeñan la educación y la conciencia ambiental en el camino hacia la sustentabilidad.

Particularmente, un evento que causó una mayor movilización mediática fue la Cumbre de Kyoto (1997), desde el cual se proyectó la reducción de las emisiones netas de gases de efecto invernadero para los países desarrollados y para aquellos con economías en transición. Cabe destacar que la entrada en vigencia del Protocolo de Kyoto (documento oficial generado en esta Cumbre) se vio obstaculizada por la no acogida de diferentes países (Australia y EEUU por ejemplo). Además, no hay una inclusión precisa sobre los efectos divulgativos y educativos de este.

Recientemente en París (2015) y Marruecos (2016) se llevaron a cabo las Conferencias de las Partes sobre el cambio climático, las cuales lograron comprometer y mantener presente a los gobiernos con la meta de frenar este fenómeno y potenciar la investigación en todas las áreas para favorecer las adaptaciones al cambio climático.

Ahora bien, en lo relativo a la EA, en la Tabla 1.3 se presenta un resumen de los congresos de EA desde principios del Siglo XXI hasta la actualidad, destacando los lugares donde se ha celebrado y los nombres que recibieron.

Tabla 1.3 Resumen cronológico de los congresos de EA.

Año	Lugar	Nombres
2003	Espinho, Portugal	Estrategias para un futuro sustentable
2004	Río de Janeiro, Brasil	Construyendo un futuro posible
2005	Torino, Italia	Camino educativo hacia la sustentabilidad
2007	Durban, South África	Aprendiendo en un mundo cambiante
2009	Montreal, Canadá	La tierra, nuestro hogar común
2011	Brisbane, Australia	Explorar, experimentar, educar
2013	Marrakech, Marruecos	La educación ambiental y los elementos para una mayor armonía entre la ciudad y el campo
2015	Gothemburg, Suecia	El planeta y la gente: ¿cómo se pueden desarrollar juntos?
2017	Vancouver, Canadá	Cultura ambiental: Tejiendo nuevas conexiones

Consideramos conveniente destacar que en el encuentro realizado en Suecia (2015) con el título “El planeta y la gente: ¿cómo se pueden desarrollar juntos?”⁸, se plantearon 11 núcleos temáticos focales, los cuales presentamos a continuación y cuyo estudio identificó una serie de líneas de investigación prioritarias de la EA.

4. Tomar en serio a los niños al abordar los desafíos globales: Se centraron en los jóvenes, tanto víctimas, herederos, como catalizadores y agentes de cambio: no solamente los niños que crecen en afluencia, sino también los que crecen en pobreza.
5. Reclamando sentido de pertenencia local en la era digital: enfoques basados en la pertenencia local enfatizando la importancia del lugar y la identidad basada en el entorno natural para la determinación de las relaciones con el planeta están en aumento en todo el mundo. Hay numerosos ejemplos de ciudadanos monitoreando los cambios en el medio ambiente, utilizando GIS, teléfonos celulares, y aplicaciones de monitorización especialmente diseñados. Así que exploran las oportunidades para volver a conectar la gente y el planeta a nivel local en un mundo que cambia rápidamente.
6. EA y reducción de pobreza: como los objetivos de desarrollo del milenio están siendo sustituidos por objetivos de desarrollo sostenible y parece que hay un cambio de la “educación para todos” a “una educación de calidad para todos”, una pregunta importante es: ¿cuál es el papel de la EA en la reducción de pobreza? De acuerdo con lo comentado con anterioridad, en 1975 (Carta de Belgrado en EA) y en 1977 con la Declaración de Tbilisi la EA le fue asignado un papel relevante en la superación de desigualdad, cuestionando los modelos económicos no sostenibles para ayudar a aliviar la pobreza. ¿Pero que ha hecho la EA concretamente desde entonces? ¿Y por qué reduciendo inequidad y pobreza ha sido subestimado en el Decenio de la EDS (UNESCO, 2007)? Como las personas pobres de todo el mundo son las más afectadas por el impacto del cambio climático, la minería, el agotamiento de recursos, pérdida de la seguridad alimentaria y de nutrición, y así sucesivamente, los educadores de sostenibilidad ambiental necesitan buscar maneras de involucrar a múltiples partes interesadas (escuelas, comunidades, gobiernos, sector privado y organizaciones de la sociedad civil) en estrategias para reducir pobreza y mejorar los medios de vida.
7. Aprendizaje en coaliciones vitales para ciudades verdes: ciudades en transición, ecoaldeas, agricultura urbana y escuelas verdes con huertos escolares son convencionales

⁸ <http://weec2015.org/>

y se extienden en el mundo entero. La organización de este tipo de aprendizajes, también conocido como el aprendizaje social de múltiples partes interesadas, requiere un nuevo papel de los educadores y de los políticos responsables del medio ambiente y la sustentabilidad.

8. Conceptos emergentes para la administración ambiental y sostenibilidad: desde el nacimiento de la EA, en los años sesenta del siglo pasado, el énfasis se ha colocado en el pensamiento sistémico y un enfoque más holístico para la resolución de problemas y la mejora de la situación. Durante el transcurso de los años muchas actividades de aprendizaje y planes de estudios han sido desarrollados por educadores ambientales, pero aún el reto de lograr que las personas puedan ver conexiones, relaciones e interdependencias, es tan grande como en aquel entonces; sin embargo, la urgencia es mayor que nunca.
9. Cuidado con la brecha. Pasar de la conciencia a la acción: desde sus inicios la EA fue informada por ideas de la psicología social conductista que sugieren que un aumento en la conciencia ambiental podría llevar a un comportamiento ambiental más responsable.
10. Evaluación de la EA y la sostenibilidad en tiempos de la rendición de cuentas: el enfoque se centra en la evaluación de los alumnos en el ámbito escolar (desde la educación infantil, primaria, secundaria, bachillerato y la educación vocacional). En muchos países hay una preocupación por subir el ranking y sobresalir en matemáticas, ciencias y lenguas. Esto a menudo conduce a un enfoque “universal” en las pruebas de conocimiento. Al mismo tiempo, las escuelas –en su propio contexto – necesitan prestar atención a la sostenibilidad, la salud, la ciudadanía, las artes y las humanidades, sin descuidar la preparación de los alumnos para un mundo y lugares de trabajo, que cambian rápidamente. Estos cometidos parecen estar en competencia uno con el otro.
11. Más allá de la economía verde, educación y aprendizaje de empleos verdes en una sociedad verde: impulsado, quizás, principalmente por intereses económicos e innovaciones tecnológicas, las empresas y los gobiernos están comenzando a re-orientarse a lo que comúnmente se conoce como la ‘economía verde’ y sus relacionadas ‘habilidades verdes’ y ‘trabajos verdes’. La demanda de una fuerza de trabajo que aporten a este tipo de economías está incrementándose y las escuelas (profesionales) están respondiendo, con la reorientación de sus programas de estudio.
12. Nuevas perspectivas sobre la investigación en EA y sostenibilidad: el aumento de atención al “compromiso personal” en el aprendizaje del medio ambiente ha dado como

resultado un mayor enfoque en la agencia de ciudadanos, jóvenes y adultos mayores, y su participación activa en todas las fases de los procesos de aprendizaje y de investigación. El posicionamiento de ciudadanos en estos papeles es consistente con la llamada a la consideración de todas las personas como agentes responsables, capaces de participar en el cambio y la mejora de sus circunstancias. La inclusión de todos los actores es crucial para promover un cambio, dada la complejidad y naturaleza de los problemas de sostenibilidad; de otro modo puede conducir a una inactividad. Por eso, algunos investigadores en EA enfatizan, no solo el compromiso intelectual de las personas en temas socio-ecológicos, sino también, su compromiso emocional (García, 2014; Páramo, 2015).

13. Desarrollo de políticas para educación de medio ambiente y sostenibilidad: comunidades, escuelas y universidades se ven afectados por una serie de políticas educativas que no siempre coherentes entre sí y ofrecen oportunidades diversas de abordar el medio ambiente y la sostenibilidad de una manera significativa.
14. Educación, aprendizajes y resiliencia en los procesos de adaptación al cambio climático: comunidades, tanto urbanas como rurales, están experimentando los impactos del cambio climático de maneras a veces sutiles (por ejemplo, el cambio de las estaciones, el cambio de los patrones de migración de las aves) y no tan sutiles (por ejemplo, inundaciones, sequías, tormentas y huracanes). ¿Cómo puede la educación y el aprendizaje en torno al medio ambiente ayudar a las comunidades a adaptarse a estos impactos y hacerse más resistentes en su respuesta?, ¿Cómo pueden las comunidades fortalecer sus capacidades para la resiliencia social, la reducción de vulnerabilidad y la gestión integral del riesgo?, ¿O deberíamos enfocarnos a la “adaptación” y “resiliencia”, asumiendo la inevitabilidad del cambio climático, y, por lo tanto, dejar de hablar de la mitigación al cambio climático o la prevención del riesgo?

En consecuencia, los aspectos mencionados en el desarrollo del contexto histórico de la EA, señalan la necesidad de trabajar profusamente en la consolidación teórica y práctica de la EA y al tiempo presionar a las instituciones gubernamentales y no gubernamentales para apoyar propuestas de formación y adaptación educativa a la crisis ambiental. De tal manera, el grano de arena con el que pretende contribuir esta tesis se fundamenta en la necesidad de movilizar a los docentes y empoderarlos como agentes transformadores de la realidad escolar y ambiental, de favorecer la generación de una identidad y mayor apropiación del contexto con miras a la globalidad y finalmente encaminarlos hacia la vinculación emocional a la par con el enriquecimiento conceptual o disciplinario.

1.3.4 Dimensiones problematizadoras en Educación Ambiental en la actualidad

Las múltiples y heterogéneas concepciones que emergen de paradigmas teóricos y de iniciativas prácticas, difieren en sí mismos y plantean diversas alternativas para propiciar una EA efectiva y realista. Así que cabe preguntarse ¿Qué tipo de estrategias y contenidos deben abordarse en la EA?, ¿Se debe favorecer la educación sobre, en o para el medio? Desde esta perspectiva Breiting (1997) considera que las concepciones están en crisis, pues han sido insuficientes para responder a las dinámicas escolares y problemáticas ambientales que emergen y coevolucionan rápidamente. Si nos acercamos a las prácticas concretas encontramos tal confusión en las actuaciones que llevan a Benayas y Barroso (1995) a decir que “se hace necesario ahondar y debatir las diversas lagunas y conflictos que impiden, de momento, un suelo más firme y estable que permita a la E.A. evolucionar y despegar del estancamiento en que se encuentra” (p. 61).

A continuación en la Tabla 1.4, se sintetizan y categorizan las dimensiones problematizadoras referenciadas por García (2003). Además, se contrastan y complementan con aspectos abordados por otros autores.

Tabla 1.4 Dimensiones problematizadoras de la EA. Adaptadas de García (2003) y complementadas con otras referencias.

Dimensiones	Descripción	Referencia
Problematizadoras		
EA para los cambios actitudinales	Conflictos implícitos en la sensibilización y la concienciación, es decir, no hay una definición clara de estos conceptos y son utilizados indiscriminadamente.	Caride y Meira (2001).
	En muchos programas se busca capacitar a las personas para gestionar los problemas ambientales, resolviendo los desajustes ecológicos, pero sin cuestionar el modelo socioeconómico dominante.	Caride y Meira (2001). Romaña (1996). Sauvé (1999).
	Uno de los enfoques es modificar conductas hacia comportamientos proambientales, así que se debe proceder a la capacitación para la acción. Sin embargo ¿Qué tipo de acciones?, ¿Qué implicaciones tienen esas acciones?	Breiting (1997).
	Según la autora la necesidad de dotar a las personas de instrumentos de actuación obedece al afán de solucionar problemas.	Franquesa (1999).
	Conflicto entre el concepto de cambio propuesto por los diferentes enfoques relativos al desarrollo sostenible.	Leff (2004). García (1999a).
	Aplicación de la escala para la medición de actitudes ambientales desde el nuevo paradigma ambiental	Dunlap (2000; 2008).
Conocimiento implícito en EA	Problemática relacionada con el conocimiento científico como determinante para la toma de decisiones sobre contenidos educativo en EA.	Sauvé (2010).
	El conocimiento científico para la solución de problemas ambientales. Además, el cruce entre la alfabetización científica y la EA como opción necesaria y viable.	Gil y Vilches (2001). Sauvé (2010).

	Se potencia del conocimiento científico como instrumento de interpretación del mundo y como instrumento de cambio social.	Díaz, Alonso y Mas (2003).
	Propone a las Humanidades, frente a las Ciencias de la Naturaleza, como principales materias de la EA, o afirma que hay que hacer más énfasis en la ecología humana que en la ecología de los sistemas naturales.	Breiting (1997).
	Reafirma la necesidad de un sistema de pensamiento más completo, que integre y armonice aspectos conceptuales, actitudinales, afectivos y procedimentales.	Marcén y Benegas (1995).
	No hay consenso entre lo que significa sistémicos, complejos, holístico.	García (2002).
	No hay articulación entre los procesos del macro, meso y microcosmos, y los problemas de escalas, jerarquías y niveles de organización consiguientes.	
La didáctica de la EA - los modelos de enseñanza y aprendizaje	<p>La EA necesita un modelo didáctico para guiar la acción, y para la reflexión crítica y la reformulación de la misma. Sin un modelo didáctico no hay integración de las perspectivas fundamentantes, sino aplicaciones directas, parciales y reduccionistas, de dichas teorías a la práctica. La inexistencia de un modelo didáctico de referencia obstaculiza la evaluación de las intervenciones y frena el desarrollo profesional de los educadores ambientales.</p> <p>Situación caótica en lo relativo a qué significa educar en temas ambientales, pues dicho término se asocia a aspectos tan dispares como: informar, persuadir, sensibilizar, conocer, divulgar, concienciar, comunicar, informar, formar, capacitar, participar, investigar, evaluar, enseñar, desarrollar, etc., sin que esté nada claro a qué modelos de aprendizaje se refieren en cada caso.</p> <p>La EA no se ocupa de los procesos de aprendizaje y las características de los aprendices.</p> <p>Resulta imprescindible abrir un debate sobre en qué momentos y según qué fines es más adecuado basar las estrategias de intervención en modelos asociacionistas o en modelos constructivistas.</p>	García (2000; 2002).

	No se le da relevancia ni al contexto de aprendizaje ni a la interacción social entre las personas implicadas en el proceso educativo, de manera que el aprendizaje se reduce a un acto individual.	
	Las actuaciones que desarrollan las personas vinculadas a la EA responden más a estereotipos, rutinas y lugares comunes que a propuestas didácticas serias y fundamentadas.	García (2002).
	Se debe valorar en qué momento interesa aplicar unas u otras estrategias	
	Es necesario ahondar en las preferencias didácticas de los docentes y estudiantes para la enseñanza de cuestiones ambientales.	Tovar-Gálvez (2017).
Los agentes implicados en la EA	Resulta paradigmático, como ejemplo de la inmadurez del campo, el debate actualmente existente sobre los actores en EA.	García (2002).
	No tiene sentido seguir hablando de EA formal y no formal, pues ese discurso minusvalora siempre uno de los términos. Más bien habría que hablar de EA.	Caride y Meira (2001).
	El enorme crecimiento de la oferta de actividades de EA no ha ido acompañado de un desarrollo similar de los mecanismos de evaluación, de forma que la calidad de las actuaciones deja mucho que desear.	Benayas y Barroso (1995).

La sistematización propuesta en la tabla anterior, permite reconocer una serie de dimensiones problematizadoras en EA susceptibles de analizar. En primer lugar, están los aspectos actitudinales que han sido estudiados, no solo por la EA, sino también desde la psicología y sociología ambiental, puesto que son mencionados por muchos investigadores en este ámbito, ya que hay un interés en describir los factores más determinantes de las conductas y actitudes ambientales. Estos asuntos también fueron mencionados por Guérin, Crête y Mercier (2001) y Cottrell (2003). En algunos casos apuntan a la descripción de escalas (como parte de investigaciones cuantitativas experimentales o cuasi experimentales), desde donde se estudian los comportamientos pro ambientales, como en el caso de Dunlap, Van Liere, Mertig y Jones (2000) Dunlap (2008), Reyna, Bressán, Mola, Belaus y Ortiz (2018). Cabe resaltar, que la mayoría de los investigadores coinciden en la necesidad de favorecer actitudes proambientales, al mismo tiempo que reconocen la importancia del aprendizaje de conocimientos disciplinares, como una dupla inseparable y que ha pasado de considerarse como uno de los fundamentos de la alfabetización científica, para formar parte de una entidad propia denominada alfabetización ambiental *-environmental literacy-* (Moseley, 2000; Roth, 2000; Stables y Bishop, 2001; Pe'er, Goldman, y Yavetz, 2007; Scholz, 2011) o en algunos casos alfabetización ecológica *-ecological literacy-* (Lewinsohn, Attayde, Fonseca, Ganade, Jorge, Kollmann, y da Rocha, 2015; Pitman y Daniels, 2016).

En segundo lugar, está la dimensión relativa a los conocimientos necesarios en EA. Actualmente se ha reconocido que los conocimientos unidisciplinares no son pertinentes, así que se aboga por abordajes interdisciplinares, metadisciplinares y transdisciplinares, que favorezcan la comprensión de los principios de interdependencia, incertidumbre y complejidad de los sistemas ambientales (García-Díaz y Merchán-Iglesias, 1997; Pedroza-Flores y Argüello-Zepeda, 2002; García-Díaz, 1999, 2004).

En tercer lugar, se ubican los problemas relativos a la didáctica de la EA, que tiene que ver con los asuntos anteriores llevados al plano de los procesos mismos de enseñanza, aprendizaje y su evaluación. En este sentido, la didáctica propia de la EA ha sido poco explorada (García-Díaz, 2015a; Calafell, Bonil, y Pubill, 2015; Lozano y Penagos, 2016; Tovar-Gálvez, 2017) y en la mayoría de los casos traspone los ejes epistemológicos de otras didácticas específicas, como es el caso las Ciencias Experimentales o de las Ciencias Sociales, con el fin de retroalimentar un área aun poco abordada y sin referentes epistemológicos y ontológicos de profundidad y trascendencia.

Finalmente, cabe señalar que Sauvé (2006) visibiliza otros marcos de referencia como la ecología social, el ecodesarrollo, la ecología política, el ecosocialismo y el ecofeminismo y considera que se debe priorizar la relación entre la identidad y la alteridad. Además, los

procesos de crítica social desde la multiperspectiva local-global como antesala de la generación de propuestas educativas alternativas.

1.4 Contexto investigativo de la tesis doctoral: la formación de docentes en EA en España

En relación con la formación de docentes en EA en España, reconocemos que la primera ley que reguló los planes de estudio y por tanto la oferta de EA en el contexto universitario fue la Ley Orgánica de Reforma Universitaria (1983) desde donde se impulsó la profesionalización y las salidas vinculadas a la educación y mejora ambiental. Sin embargo, en el contexto español la EA empieza a ser considerada como un “tema transversal” desde Ley de Ordenación General del Sistema Educativo del Ministerio de Educación y Ciencia (MEC, 1990), donde fueron incluidos los Decretos de Currículo de Educación Infantil, Educación Primaria y Educación Secundaria Obligatoria (ESO), lo cual supuso un evento importante para la valoración del medio ambiente en pro del desarrollo humano, social y cultural. Además, desde lo actitudinal generó una reflexión sobre los valores y creencias que permiten tomar decisiones y apoyar acciones frente a su actual deterioro (Armesto y Andreu, 1992).

Lo ambiental también se articuló con la Estrategia Nacional de Medio Ambiente del Gobierno Español (1994), desde donde se reconoció la EA como una herramienta básica que se debe potenciar desde el gobierno central y en las Comunidades Autónomas. Sin embargo, para referirnos a la EA en España resulta completamente necesario evocar al Libro Blanco de la EA (1999), documento que ofrece en la actualidad un marco general y los principios básicos como la promoción del pensamiento crítico, el desarrollo de una acción educativa coherente y creíble, el fomento de la participación, la incorporación de lo educativo en las políticas públicas. En sintonía con lo anterior, este documento considera que los objetivos de la EA son los siguientes (p. 22):

- Contribuir a la construcción de un nuevo modelo de sociedad basado en los principios de la sostenibilidad. La EA debe ser un instrumento en favor de una forma de vida sostenible.
- Apoyar el desarrollo de una ética ambiental que promueva la protección del medio desde una perspectiva de equidad y solidaridad.
- Ampliar la comprensión de los procesos ambientales en conexión con los sociales, económicos y culturales.

- Favorecer el conocimiento de la problemática ambiental que afecta tanto al propio entorno como al conjunto del planeta, así como de las relaciones entre ambos planos: local y global.
- Capacitar a las personas en estrategias de obtención y análisis crítico de la información ambiental.
- Favorecer la incorporación de nuevos valores pro-ambientales y fomentar una actitud crítica a la vez que constructiva.
- Fomentar la motivación y los cauces para la participación activa de las personas y grupos en los asuntos colectivos, y potenciar el sentido de responsabilidad compartida hacia el entorno.
- Capacitar en el análisis de los conflictos socioambientales, en el debate de alternativas y en la toma de decisiones, individuales y colectivas, orientadas a su resolución.
- Favorecer la extensión de prácticas y modos de vida sostenibles en los distintos contextos vitales, basados en la utilización racional y solidaria de los recursos así como en el disfrute respetuoso del medio.

En síntesis, los instrumentos que son relevantes en EA son formación y capacitación, participación, investigación y evaluación. Además, las acciones recurrentes son: Colaborar en la creación y el mantenimiento de infraestructuras y redes de información y documentación para uso de las asociaciones; impulsar la creación de asociaciones de educación ambiental, de ámbito local, autonómico, estatal e internacional, que faciliten la elaboración de estrategias de acción a los distintos niveles y permitan una presencia social más activa; establecer acuerdos de cooperación entre las asociaciones promotoras de EA con objeto de desarrollar iniciativas comunes, diseñar y aprovechar conjuntamente recursos y materiales y coordinar programas efectivos y de larga duración; promover la incorporación de la EA en los programas de cooperación internacional para el desarrollo, en colaboración con las organizaciones que trabajan en este ámbito en España y en los países destinatarios.

En relación con los escenarios de la EA en España, Novo (1994) considera que son múltiples y dinámicos. En primera instancia la EA no formal se puede llevar a cabo en múltiples organizaciones y escenarios sociales: asociaciones vecinales, culturales, educativas, profesionales, ecologistas, de cooperación al desarrollo, de solidaridad, juveniles, de ocio, deportivas, de consumidores, de tercera edad, de mujeres, etc. Es claro que se ofrece una plataforma con un gran potencial para promover la EA, desde los principios de la participación y la profundización democrática.

La EA formal está vinculada al sistema educativo desde la etapa de Educación Infantil hasta la Universitaria. De esta manera, los centros educativos tienen la responsabilidad de preparar a los estudiantes para nuevos retos y oportunidades que pueden abordarse desde el marco de la EA. Sin embargo, el desarrollo de esta tarea no se limita al sistema reglado sino que se extiende a otros ámbitos, instituciones y agentes sociales que también llevan a cabo una labor educativa. Se entiende por educación formal “aquella generada por el sistema educativo reglado, estructurada institucionalmente, con un programa de estudios planificado y dirigido al reconocimiento formal del logro de ciertos objetivos educativos” (Libro blanco de la EA, 1999). Desde este documento se recomienda:

- Potenciar la EA a través de iniciativas institucionales de carácter general.
- Reforzar y mejorar el tratamiento de la EA en la formación del profesorado.
- Contemplar la EA en la estructura y planificación de los centros educativos.
- Responder a las necesidades de dotaciones y recursos para la EA.
- Fomentar vías de colaboración y participación.
- Aprovechar las características específicas de los programas de garantía social para el tratamiento de la educación y formación ambiental.

Valoramos que este documento es muy ilustrativo para nuestra tesis, de hecho es una brújula que valida nuestro planteamiento y desde donde se generaron las preguntas de investigación principales y secundarias. Además, visibiliza la necesidad de formar a los docentes de manera responsable y crítica, donde las concepciones de lo ambiental sean más abiertas e incluyentes, y como mecanismo para comprometerlos con reflejar estos procesos de formación en EA en sus prácticas docentes.

1.4.1 Normativa sobre la formación inicial y continua de docentes en EA en España

El BOE (Boletín Oficial Español, 2015) reconoce que las necesidades de formación inicial del profesorado deben ajustarse a las necesidades de titulación y de cualificación requeridas por la ordenación general del sistema educativo. Su contenido garantizará la capacitación adecuada para afrontar los retos del sistema educativo y adaptar las enseñanzas a las necesidades identificadas. Asimismo, corresponde a las Administraciones educativas establecer los convenios oportunos con las universidades para la organización de la formación pedagógica y didáctica a la que se refiere el apartado anterior. Así que a continuación se puntualizará en la formación de docentes de primaria, secundaria y bachillerato.

1.4.1.1 Formación inicial de maestros/as

Con respecto a la formación inicial de docentes de educación primaria, el BOE (2015) en el artículo 93, explicita que el profesorado de educación primaria deberá tener el título de Maestro/a de Educación Primaria o el título de Grado equivalente que tendrán competencia en todas las áreas de este nivel.

En relación con la inclusión de la EA en los programas de formación de maestros, la Tabla 1.5 expone los resultados de la lectura de los planes de estudio, que se realizó en diferentes universidades españolas (29 en total), donde se incluyeron las 4 universidades públicas de Castilla y León y otras a nivel nacional (de manera aleatoria).

Tabla 1.5 Vinculación de la EA en los programas de formación inicial de maestros en algunas universidades españolas.

Universidades	Vinculación en el plan de estudios		
	Nombre de la asignatura	Tipo	ECTS
Alicante	No consta		
Almería	Política ambiental	Optativa	6
Autónoma de Barcelona	No consta		
Autónoma de Madrid	Educación ambiental y desarrollo sostenible	Optativa	6
Burgos	Educación ambiental	Optativa	5
Cádiz	No consta		
Cantabria	Educación ambiental y su didáctica	Optativa	6
Castilla La Mancha	Educación ambiental	Optativa	6
Complutense	No consta		
Da Coruña	No consta		
De la laguna	No consta		
De Las Palmas de Gran Canaria	Didáctica de la Física, de la Química, de la Geología y de la Educación Ambiental	Obligato- ria	7.5
Girona	Educación ambiental: Objetivos, conceptos, estrategias metodológicas, evaluación	Optativa	3
Huelva	No consta		
Jaén	No consta		
La Rioja	No consta		

León	Ciencias, tecnología y ambiente	Optativa	4
Lleida	No consta		
Málaga	No consta		
Oviedo	Ciencias ambientales	Obligatoria	5
País Vasco	No consta		
Pública de Navarra	No consta		
Salamanca	No consta		
Santiago de Compostela	Educación ambiental y su didáctica	Optativa	4.5
Sevilla	No consta		
Valladolid	Educación ambiental	Optativa	6
Vigo	No consta		6
Zaragoza	No consta		

De las 29 universidades que se incluyeron para la lectura de los planes de estudio se encontró que 12 contemplan una asignatura directa y explícitamente vinculada con EA. De estas universidades solo dos contemplan esta asignatura como obligatoria y el resto como optativas. Particularmente, en la Comunidad Autónoma de Castilla y León, se encontró que a excepción de la Universidad de Salamanca, las demás universidades incluyen la EA como un asignatura optativa con ECTS o número de créditos variables entre 4 y 6.

La asignatura de EA en la Universidad de Valladolid se cursa de forma optativa en el grado de Educación Primaria en tercero y se aborda desde la perspectiva social, cultural y antropológica, así como desde las ciencias experimentales, a fin de conocer los aspectos físicos, químicos y biológicos implicados en las diferentes situaciones ambientales.

La inclusión de la EA en los programas de formación de maestros/as puede obedecer al interés de algunos docentes o investigadores que particularmente pueden integrar lo medio ambiental en las asignaturas de carácter obligatorio y otras optativas. A este proceso se le conoce en algunos casos como ambientalización curricular y en otros como sostenibilización del currículo universitario (Barrón, Navarrete, y Ferrer-Balas, 2010). Es así como se encontraron reportes en artículos de investigación, los cuales se presentan en la Tabla 1.6 a continuación:

Tabla 1.6 Experiencias de ambientalización/sostenibilización curricular en los grados de Educación Primaria de diferentes universidades.

Referencia	Temática	Contexto educativo e investigativo
Rivarosa y Perales (2006).	Resolución de problemas ambientales en la escuela.	Universidad de Granada. Alumnado de la Diplomatura de Maestro de Educación Primaria y para la asignatura de educación medioambiental.
Acebal-Expósito (2010).	Conciencia ambiental.	Universidad de Málaga. Alumnos del Grado de Educación Primaria.
Ull, Martínez-Agut, Piñero, y Aznar-Minguet (2013).	La sostenibilidad en los estudios de grado-introducción de competencias para la sostenibilidad.	Universidad de Valencia. Proyecto de ambientalización de diferentes Grados incluido en el de Educación Primaria.
Calabuig, Alsina, y Geli, (2013).	Educación para la sostenibilidad.	Universidad de Girona. Formación de maestros/as de matemáticas.
Canelo-Calle, Junyent-Pubill, y Bonil-Gargallo (2015).	Innovación y creatividad para favorecer un pensamiento sistémico-crítico.	Universidad Autónoma de Barcelona. Estudiantes de 4º del Grado de Educación Primaria.
Calafell y Junyent (2017).	Categorías relativas a un proceso de ambientalización curricular.	Docentes de la Red de Escuelas Verdes de Catalunya y Universidad Autónoma de Barcelona.

Ahora bien, en la Universidad de Valladolid además de la oferta optativa de la asignatura de EA, en las competencias generales se explicita que se espera que los futuros maestros/as reconozcan la responsabilidad individual y colectiva en la consecución de un futuro sostenible. En este sentido, hay que indicar que son numerosos los Trabajos Fin de Grado (TFG) relativos a la EA que han sido defendidos por alumnos del Grado de Educación Primaria.

1.4.1.2 Formación inicial del Profesorado de secundaria

Después de la adopción e institucionalización del Plan Bolonia, el Certificado de Aptitud Pedagógica (CAP) que se había establecido desde 1990 con la Ley de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE), fue sustituido bajo la Ley Orgánica de Educación (LOE, 2006) y transformado en la transición a la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE, 2013) como el Máster de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, desde donde se reconocieron los diferentes ámbitos de formación del profesorado como la psicología, la sociología y las didácticas específicas.

De tal manera que en esta regulación se establece una formación de 60 créditos ECTS organizada en tres bloques: genérico (de 12 créditos, que incluirá los módulos de aprendizaje y desarrollo de la personalidad, procesos y contextos educativos y sociedad, familia y educación); específico (de 24 créditos, relativos a los complementos de formación disciplinar, aprendizaje y enseñanza de las materias correspondientes e innovación docente e iniciación a la investigación) y Prácticum y Trabajo fin de Máster (16 créditos).

En relación con lo ambiental, Solís-Espallargas y Valderrama-Hernández (2015) reconocen que a través de la Orden ECI/3858/2007 se regulan los requisitos para los títulos oficiales que habilitan para el ejercicio del profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas en España al incorporar la educación para sostenibilidad planteada como:

Diseñar y desarrollar espacios de aprendizaje con especial atención a la equidad, la educación emocional y en valores, la igualdad de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres, la formación ciudadana y el respeto de los derechos humanos que faciliten la vida en sociedad, la toma de decisiones y la construcción de un futuro sostenible (ECI/3858/2007, apdo.3.5).

En respuesta a la disposición anterior, es posible que la incorporación de la EA en el currículo de formación de docentes esté implícito en las guías docentes puesto que después de un estudio general de este programa de formación en diferentes universidades, específicamente desde la modalidad de Biología-Geología y Física-Química, se encontró que no hay referencia explícita a la EA en los planes de estudio. Así que surgen una serie de pregunta: ¿La inclusión de la EA en currículo del Master de profesorado de secundaria, depende de la voluntad de los formadores (profesores de universidad)?, ¿Qué tipo de indicadores aplican las universidades para validar la aplicación de la normativa relativa a los principios de la EA o de la educación para la sustentabilidad?.

Lo que consideramos como un indicador de la inclusión de la EA en el programa de Master mencionado, es la realización de Trabajos Fin de Máster sobre temas ambientales. Así que se rastrearon en los repositorios web⁹ los Trabajos Fin de Máster (TFM) de las 4 universidades públicas que forman parte de la comunidad autónoma de Castilla y León, incluida la Universidad de Valladolid, además, se procuró el acceso a través de los provenientes de este Máster particularmente y elaborados en los últimos 4 años (2013-2017).

⁹ Universidad de Valladolid <https://uvadoc.uva.es/>. Universidad de Burgos <http://riubu.ubu.es/>. Universidad de León <https://buleria.unileon.es/>. Universidad de Salamanca <https://gredos.usal.es/jspui>

Lo que se encontró es que en relación con las temáticas de los TFM que pudieran estar vinculadas a la EA, la información a la que se tuvo acceso permitió reconocer que la universidad de Valladolid ha publicado en su repositorio un número mayor de ejercicios investigativos en este ámbito: 9 TFM en total. Por otra parte, en la Universidad de León se ubica 1 TFM y en las universidades de Salamanca y Burgos no se encontró ningún TFM en los repositorios durante el período elegido¹⁰. Estos datos dan cuenta de un número reducido de trabajos en EA, en relación con la necesidad manifiesta en la literatura, de más ejercicios investigativos que favorezcan o reporten innovaciones en EA.

Lo anterior, permite reconocer que favorecer investigaciones en EA desde TFG o TFM es una labor prioritaria, además, que debe ocupar a docentes e investigadores que estén implicados en proceso de formación de docentes. De hecho, en el documento elaborado por la Unión Europea (EURYDICE, 2008) se pone de manifiesto que:

El profesorado se ha visto gradualmente en la obligación de tomar parte en actividades que rebasan los límites del aula y de la interacción diaria con sus alumnos, y que les involucran en el funcionamiento del centro escolar. Asimismo, puede observarse una creciente insistencia en que los docentes participen en procesos que trascienden el ámbito escolar, como por ejemplo, la contribución a reformas educativas o al desarrollo de proyectos didácticos innovadores (EURYDICE, 2008, p. 71).

En este sentido, Gil, Carrascosa, Furió, y Martínez-Torregrosa (1991) la formación del profesorado tienen algunas problemáticas relativas a la gama de conocimientos que deben tener los profesores. Estos autores dan relevancia a 4 tipos de conocimiento vinculados al conocimiento científico: la epistemología de las ciencias, la interacción Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), el desarrollo científico actual, el conocimiento básico sobre otras disciplinas. En particular, Ávalos (2005) considera que:

El aprendizaje docente pone el acento en un enfoque de la formación que se refiere al proceso personal de construcción de identidad que debe realizar cada futuro docente, a la construcción de la base conceptual necesaria para enseñar y a la construcción de un repertorio de formas docentes apropiadas para las situaciones de enseñanza que deberá enfrentar. Como se advierte este enfoque se contraponen al concepto de “preparación específica para algo” y en lo posible con herramientas a prueba de fuego. Más bien, sostiene que el aprendizaje docente es una tarea que cada profesor comienza durante el período de su formación inicial, sigue con cierto nivel de inseguridad en los primeros dos o tres años de docencia y continúa haciendo durante el resto de su vida profesional, aun cuando el aprendizaje del experto cambie en términos de focos de atención o necesidades (Ávalos, 2005, p. 14).

¹⁰ El acceso a los TFM está restringido por las políticas y dinámicas de publicación de los repositorios.

1.4.1.3 Formación continua de los docentes (maestros y profesores) en servicio.

El BOE (2015) contempla que la formación permanente de docentes constituye un derecho y una obligación de todo el profesorado y una responsabilidad de las Administraciones educativas y de los propios centros. Además, los programas de formación permanente, deberán contemplar la adecuación de los conocimientos y métodos a la evolución de las Ciencias y de las didácticas específicas, así como todos aquellos aspectos de coordinación, orientación, tutoría, atención educativa a la diversidad y organización encaminados a mejorar la calidad de la enseñanza y el funcionamiento de los centros.

Las Administraciones educativas deberán promover la utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y la formación de todo el profesorado, independientemente de su especialidad, estableciendo programas específicos de formación en este ámbito. Igualmente, les corresponde fomentar programas de investigación e innovación. Finalmente, el Ministerio de Educación y Ciencia deberá ofrecer programas de formación permanente de carácter estatal, dirigidos a profesores de todas las enseñanzas reguladas en la presente Ley y establecer, a tal efecto, los convenios oportunos con las instituciones correspondientes. Cabe aclarar que, no ubicamos una referencia explícita a la EA como línea estratégica prioritaria a nivel estatal, sin embargo se reportan estrategias y experiencias, lo cual es un aspecto a valorar.

1.4.2 Retos de los procesos de formación inicial y continua de docentes en EA

Según Briscoe (1991) los procesos de formación inicial y continua de docentes, les debe brindar herramientas para articular la EA con sus prácticas cotidianas, desde componentes didácticos, curriculares y disciplinares. Entre los retos más relevantes encontramos lo que se entiende como transversal, las barreras disciplinares y el tránsito hacia lo sistémico y complejo.

1.4.2.1 Lo Transversal.

La EA es considerada en España como un “tema transversal” (Benayas, Gutiérrez y Hernández, 2003). Esto se debe a que no es un área particular del currículo, sin embargo recoge asuntos necesarios de abordar en los procesos de enseñanza porque representan problemas reales. Este estatus es compartido con otros temas como la Educación moral y cívica, Educación para la paz, Educación para la igualdad de oportunidades entre ambos sexos, Educación para la salud, Educación sexual, Educación del consumidor y Educación vial.

Los temas transversales, en el caso español, abarcan contenidos de varias disciplinas y fueron introducidos por la LOGSE (MEC, 1993), por lo que su tratamiento debe ser abordado

desde la complementariedad. Esto también implica que deben permear los principios ontológicos de los centros educativos. Es así como Muñoz (1996) reconoce algunas implicaciones del concepto de transversalidad:

El carácter transversal afecta, pues, a las asignaturas, pero las desborda, refiriéndolas a objetivos y actividades más generales. En ellas los temas y problemas definidos requieren de la colaboración de las distintas disciplinas y deben tratarse complementaria y no paralelamente, pero, a su vez, la transversalidad impregna todos los planteamientos, organización y actividades del centro educativo. No se trata sólo de, a través de la colaboración interdisciplinar de las distintas materias, llegar a conocer mejor cómo funciona el medio; la transversalidad apunta al desarrollo integral de la persona, asumiendo el sistema educativo una perspectiva ética y una visión del mundo solidaria y responsable respecto a él, una dimensión que dé sentido a estos conocimientos y permita entender y actuar en relación con su problemática (Muñoz, 1996, p. 4).

El asunto de la transversalidad está fuertemente vinculado con lo interdisciplinar, multidisciplinar, pluridisciplinar y transdisciplinar, relaciones que se presentan en mayor detalle a continuación.

1.4.2.2 Lo disciplinar

En relación con lo disciplinar es importante reconocer que la mono-disciplina según (Max-Neef, 2005) es una representación de la especialización del conocimiento, aunque también evidencia la fragmentación y aislamiento de las epistemes. Mientras tanto, la multidisciplinariedad es entendida como el trabajo indagatorio en el que concurren varias disciplinas para el abordaje de problemáticas conceptuales. Es así como en una relación multidisciplinar la cooperación es mutua y acumulativa pero no interactiva (Augsburg, 2005).

De otra manera, según Carvajal-Escobar (2010) la pluridisciplinariedad, citando a Max-Neef (2005), implica cooperación entre disciplinas, sin coordinación; normalmente se da entre áreas del conocimiento compatibles entre sí, y de un mismo nivel jerárquico. Así mismo, desde la perspectiva de Santomé (1994) se puede definir como la unión no-integrativa de dos o más disciplinas, más o menos cercanas y por lo general dentro de un campo de conocimientos, que conservan sus métodos y modelos propios, como ocurre en la multidisciplinariedad, pero en la que se busca mejorar la relación entre ellas.

Con respecto a la interdisciplinariedad, Carvajal-Escobar (2010) reconoce que puede verse como una estrategia pedagógica que implica la interacción de varias disciplinas, entendida como el diálogo y la colaboración de éstas para lograr la meta de un nuevo conocimiento. De otro modo, se puede definir como un segundo nivel de integración entre las disciplinas, que implica cooperación e interacciones reales, además, de un enriquecimiento mutuo.

Finalmente la transdisciplinariedad, es un enfoque de gran importancia para esta tesis doctoral, puesto que además de suponer una relaciones bidireccionales entre los conocimientos y conceptos del mundo que aportan diferentes disciplinas, propone una reconstrucción, que es en sí mismo un nuevo conocimiento. Así que es pertinente par el planteamiento de esta tesis doctoral, especialmente para la estructuración del conocimiento sobre cuestiones ambientales.

De tal manera, que la transdisciplinariedad constituye una etapa superior de integración disciplinar, donde se llega a la construcción de sistemas teóricos totales (macro-disciplinas o trans-disciplinas), sin fronteras sólidas entre las disciplinas, fundamentadas en objetivos comunes y en la unificación epistemológica y cultural (Stokols, 2006). Según Carvajal-Escobar (2010) la investigación con fuerte connotación transdisciplinar está enfocada hacia los aspectos del mundo real, más que a aquellos que tienen origen y relevancia sólo en el debate científico, lo que es importante en EA.

1.4.2.3 Lo sistémico

Este es un asunto recurrente en EA y en esta tesis doctoral, por esta razón Lopera-Pérez (2017) reconoce que desde la teoría general de sistemas se afirma que las propiedades de los sistemas no pueden describirse significativamente en términos de sus elementos separados. La comprensión de los sistemas solo ocurre cuando se estudian globalmente, involucrando todas las interdependencias de sus partes. Bertalanffy (1981) fue el primer expositor de dicha teoría, al buscar una metodología integradora para el tratamiento de problemas científicos; con ello no se pretendía solucionar problemas o intentar soluciones prácticas, sino producir teorías y formulaciones conceptuales que puedan crear condiciones de aplicación en la realidad empírica.

Así, los componentes de la realidad se explican como partes de sistemas o como sistemas en sí mismos, interrelacionados, de manera que cualquier ente no podrá ser visto de forma aislada, sino a través de su posición y de su función en la organización del conjunto. En ese sentido, cualquier fenómeno podrá analizarse y entenderse teniendo en cuenta su ubicación en relación con el micro, meso y macrocosmos.

El medio ambiente es, desde esta perspectiva, un sistema abierto en la medida que interactúa constantemente con el ambiente en forma dual, o sea, lo influencia y es influenciado. Como sistema abierto puede crecer, cambiar, adaptarse y evolucionar, caracterizándose principalmente por la auto-organización e interdependencia.

1.4.3 Tendencias investigativas sobre la formación de docentes en EA

Para reconocer las tendencias investigativas en la formación de docentes en EA, se llevó a cabo una revisión de antecedentes investigativos de la formación de docentes en EA, donde se incluyen aportes de investigadores en el contexto internacional y en España. Se reconocen algunos enfoques temáticos y relativos a los procedimientos de construcción del conocimiento sobre la EA, entre los que se encuentran: los teorizantes, los reflexivos y críticos y por supuesto los investigativos en la formación de docentes de educación primaria y secundaria.

Las construcciones reflexivas son de gran valor en EA y desde donde se fortalecen las bases teóricas (en términos de epistemes) como aproximación a los fenómenos ambientales. En este sentido, Gaudiano y Ceballos (1994) consideran que la consolidación teórica es necesaria, sobre todo en campos como el de la EA, como área relativamente joven y dinámica. De esta manera, se busca redefinir objetos o al menos reconocer la complejidad de esos objetos en diferentes estratos de la realidad, además, de la educación misma amalgamada en las dinámicas sociales.

Lo que respecta a la reflexión/teorización o conceptualización, Sauvé (2006, 2013), Sauvé y Villemagne (2015) en sus reportes, pone en consideración la educación en, para, y por el medio ambiente y ahonda en profundas conceptualizaciones sobre la educación necesaria hoy, la EA como vida.

El hambre, la sed, el miedo, los accidentes petroleros, la invasión de las miner as, los cambios climáticos, todas estas tragedias que surgen y se multiplican muestran más que nunca hasta qué punto los problemas ecológicos y sociales son inseparables y están entrelazados en una red de interacciones múltiples: esto llama a una epistemología de la complejidad y a la integración de los distintos tipos de saberes, necesarios para abordar las realidades con un enfoque sistémico, holístico y crítico (Sauvé, 2013, p. 32).

De tal manera que esta autora, propone enmarcar la EA y la investigación en este área a partir de competencias básicas y competencias eco-ciudadanas. En las primeras a partir de espacios más teóricos para el aprendizaje de saberes, momentos de análisis y confrontación de las actitudes y valores pro ambientales. Las segundas, discriminadas entre competencias críticas, éticas y políticas. Desde esta perspectiva, la autora considera que la “estrategia global privilegiada será la de aprender a través de proyectos colectivos. Se trata de aprender juntos en el transcurso de una tarea cognitiva o por medio de un proyecto de acción social” (Sauvé, 2013, p. 38).

Otros posicionamientos son más críticos, es decir, contrastan tendencias y enfoques de la EA, desde los más tradicionales hasta los más altruistas y abiertos. Bermudez y De Longhi

(2008) reflexionan sobre los estándares de científicidad aplicados a la ecología y a la EA. Así mismo, Vilches y Gil-Pérez (2013) estudian si la sostenibilidad y sus posicionamientos emergentes podrían ser considerados como una ciencia en sí misma, e incluso abordan la Ciencia de la Sostenibilidad en la formación del profesorado (Vilches y Gil-Pérez, 2016). Cabe resaltar que este tipo de trabajos son de gran relevancia porque cuestionan y ponen en tela de juicio las formas tradicionales de pensar la EA. No en todos los casos son meramente reflexivos, también pueden plantear estrategias didácticas y aportar datos empíricos o ser la antesala de estas.

Ahora bien, desde la perspectiva de los procesos de investigación en los que se implica tanto la EA como la formación de docentes podemos encontrar tres tendencias determinadas por el enfoque: cualitativo, cuantitativo y mixto y/o multimétodo, como se muestra en la Tabla 1.7.

Tabla 1.7 Caracterización de investigaciones de formación del profesorado en EA, en términos de enfoque investigativo.

Enfoque	Referencia	Temática	Docentes
Cualitativo	Acebal-Expósito (2010).	Conciencia Ambiental.	Ejercicio.
	Powers (2004).	Fortalecimiento de la EA.	Formación inicial.
	Åhlberg, Kaasinen, Kaivola y Houtsonen (2001).	Construcción colaborativa de conocimiento en EA.	Formación inicial.
	Briano, Midoro y Trentin (1997).	Comunicación on-line sobre temas de EA.	Ejercicio.
	Cantó, Hurtado y Vilches (2013).	Actividades fuera del aula sobre sostenibilidad.	Ejercicio.
	Mora-Penagos (2012).	Ambientalización curricular.	Ejercicio.
	Bonil, Calafell, Granados-Sanchez, Junyent y Tarín (2012).	Ambientalización curricular.	Ejercicio.
	Benítez-Azuaga (1995).	Experiencia de formación en EA.	Ejercicio.
	Grace y Sharp (2000).	<i>Exploring the actual and potential rhetoric-reality gaps in environmental education</i>	Formación inicial.
	Cotton (2006).	Diseño curricular en EA.	Ejercicio.
Cuantitativo	Alvarez, De La Fuente, Perales y García (2002).	Diseño didáctico basado en resolución de problemas en EA	Formación inicial.
	McKeown-Ice (2000).	Propuesta de EA	Formación inicial.
	Tuncer, Tekkaya, Sungur, Cakiroglu, Ertepinar y Kaplowitz (2009).	Alfabetización ambiental.	Formación inicial.

	Álvarez-García, Sureda-Negre y Comas-Forgas (2018).	Alfabetización ambiental.	Formación inicial.
	Aleixandre y Rodríguez (2001).	Problemáticas relativas a la aplicación de la EA.	Ejercicio.
	Pe'er, Goldman y Yavetz (2007).	Alfabetización ambiental.	Formación inicial.
	Lane, Wilke, Champeau y Sivek (1994).	Perspectivas de la EA.	Ejercicio.
	Hsu y Roth (1998).	Alfabetización ambiental y responsabilidad ambiental.	Ejercicio.
	Summers, Childs y Corney (2005).	Educación para el desarrollo sostenible.	Formación inicial.
	le Roux y Ferreira (2005).	Mejora de las habilidades para la EA.	Ejercicio.
	Moseley, Reinke y Bookout (2003).	EA en espacios abiertos.	Formación inicial.
	Saribas, Kucuk y Ertepinar (2017).	Alfabetización ambiental.	Formación inicial.
	Tomas, Girgenti y Jackson (2017).	Actitudes ambientales.	Formación inicial.
	Goldman, Yavetz y Pe'er (2006).	Alfabetización ambiental.	Ejercicio.
Mixto	Gámez (2013).	Estrategia didáctica en EA.	Formación inicial.
	Cutter-Mackenzie y Smith (2003).	Alfabetización ecológica	Ejercicio.
	Lateh y Muniandy (2010).	Retos de la EA actual.	Ejercicio.
	Van Petegem, Blicck, Imbrecht y Van Hout (2005).	Experiencia de formación.	Formación inicial.

En la Tabla 1.7 se presentaron las investigaciones referenciadas en la literatura, organizadas en relación con los enfoques investigativos. Antes de iniciar el análisis relativo a las metodologías de investigación, es preciso señalar que en la literatura se utilizan conceptos diferentes con definiciones o significados similares (es el caso de diseño curricular, estrategia didáctica, diseño didáctico), lo que puede considerarse como una dificultad a la hora de sistematizar y organizar los reportes.

Las investigaciones cualitativas reportan estrategias didácticas llevadas a cabo en proceso de formación de docentes desde enfoques como las TIC, el aprendizaje basado en problemas socio ambientales, las actividades al aire libre (Cantó, Hurtado y Vilches, 2013); además, estrategias en pro de la ambientalización curricular (Mora-Penagos, 2012; Bonil et al.,

2012) o propias de la EDS. De manera similar las investigaciones mixtas proponen análisis de contextos particulares para el estudio de las prácticas en EA y los estudios de experiencias desde la perspectiva de la complementariedad y conexión de datos de naturaleza cualitativos y cuantitativos.

Las investigaciones cuantitativas presentan análisis cuasi-experimentales o experimentales de naturaleza longitudinal (Alvarez et al., 2002). Por otro lado, están los diseños que responden a mediciones a través de la validación y uso de instrumentos en la mayoría de los casos relacionados con la alfabetización ambiental y en términos de actitudes, conocimientos y/o creencias (Moseley et al., 2003; Tomas et al., 2017).

Se destaca que entre las temáticas de mayor interés investigativo están los reportes de estrategias para fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje en EA, las reestructuraciones curriculares, el estudio de actitudes ambientales, los temas relativos a la educación para la sostenibilidad y la alfabetización ambiental.

1.4.4 Alfabetización ambiental de los docentes en formación: el asunto de los conocimientos y las actitudes

Según Stables y Bishop (2001) la aproximación a la EA y la comprensión de los problemas emergentes en la actualidad, se ubica en el marco de la alfabetización ambiental. Este tipo de alfabetización se relaciona con la interdependencia entre los asuntos sociales y ecológicos. Puntualmente Roth (1992) y Disinger y Roth (1992) consideran que es el resultado de los atributos interrelacionados, incluyendo el conocimiento de conceptos ecológicos, cuestiones ambientales y estrategias de acción ambiental; habilidades en el uso de estrategias de acción ambiental. En este sentido, afecta el sistema de valores, la sensibilidad ambiental, las actitudes medioambientales y el locus de control.

Entre tanto, Goldman, Yavetz y Pe'er (2006) enfatizan en el rol de los docentes en los procesos de alfabetización ambiental de las generaciones futuras, así que, su adecuada preparación a través de los diferentes programas de formación inicial es un prerrequisito determinante. Asimismo, la UNESCO (1997) han identificado una insuficiente preparación de los docentes en este tema lo cual se refleja en una inadecuada implementación de la EA en los centros educativos. Este hecho deja en evidencia que la formación inicial y continua de docentes debe garantizar no solo la alfabetización científica, sino también, la alfabetización ambiental, como educación transformadora que garantiza el desarrollo de capacidades y la participación (Pérez-Rodríguez, Varela-Losada, Lorenzo-Rial y Vega-Marcote, 2017).

Según Martín y Velásquez (2014), la alfabetización ambiental se describe en relación con los siguientes factores:

- a) La comprensión de la realidad ambiental y la identificación del problema.
- b) El conocimiento de los procesos que ocurren en los sistemas ecológicos, geo-históricos y socioculturales.
- c) La mejora de una sensibilidad ambiental.
- d) La búsqueda de soluciones a los problemas ambientales.
- e) La toma de conciencia acerca de educar ambientalmente a toda la población mundial.
- f) La comprensión y saber actuar ante los problemas que se presenten en las comunidades.
- g) La comprensión de la seguridad social como esencia principal de la calidad de vida.
- h) El conocimiento y aplicación de los elementos jurídicos ambientales.
- i) La promoción de la salud integral en todos los niveles de participación.
- j) La toma de conciencia de por qué el cumplimiento de las normas y sanciones.

Por otra parte, Goldman et al. (2006) precisan que una persona ambientalmente alfabetizada deberá poseer actitudes, conocimientos y habilidades, lo cual debe otorgarle una predisposición para la acción ambiental. Además, desde esta óptica, es directamente proporcional a la responsabilidad ambiental. Si las dos afirmaciones anteriores las llevamos al ámbito de formación del profesorado, podríamos decir que un docente ambientalmente alfabetizado tendrá mejores actitudes, conocimientos sobre el medio ambiente (metadisciplinares, dinámicos e interconectados) y habilidades que además se conectan con su labor educativa y se deberán reflejar en los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación.

En España, la tesis doctoral de Pesis (2015) relaciona la alfabetización ambiental con el desarrollo sostenible a partir del uso de un instrumento de medición, donde se tuvieron en cuenta aspectos relativos a los conocimientos sobre problemáticas ambientales y medios de formación. Por otra parte, Álvarez-García, Sureda-Negre y Comas-Forgas (2018) evalúan las competencias ambientales de maestros en formación inicial en una universidad española al tener en cuenta los componentes que fundamentan la alfabetización ambiental, concluyendo que los participantes tienen buenas intenciones con respecto al medio ambiente, pero no cuentan con los conocimientos deseables para ejercer como futuros maestros.

Después de realizada esta lectura sobre el concepto de alfabetización ambiental, resulta determinante señalar que para esta tesis doctoral este será entendido desde los conocimientos metadisciplinares y transdisciplinarios relativos al medio ambiente en general o a cuestiones ambientales en particular, además, de las actitudes emocionales, cognoscitivas y conductuales.

1.4.5 Profesionalización docente

Según Tejada-Fernández (2009) la profesionalización docente “es el proceso que deviene del desarrollo social, económico y laboral y que como tendencia es deseable porque garantiza mayor calidad en el desempeño profesional” (p. 465). Particularmente entendemos la profesionalización como la gama de conocimiento y/o habilidades que le posibilitan al docente, en el presente o futuro quehacer, alcanzar un desempeño satisfactorio y le posibilite maniobrar o gestionar las múltiples dificultades que se puede encontrar en la realidad de aula y en los centros educativos.

Debemos mencionar además, que entendemos la profesionalización docente desde la formación inicial, pero también en la formación avanzada (postgraduada) y continua, o también conocido como desarrollo profesional, en todo caso conceptos altamente dinámicos y en coevolución con los saberes experienciales de los docentes. En este sentido Vezub (2005) destaca que la profesionalización docente en España ha estado direccionada hacia los siguientes escenarios: desarrollo profesional centrado en la escuela; articulación y tensión entre las necesidades de implementación de reformas curriculares y la capacitación; las ofertas formativas que atiendan a las diversas etapas o ciclos vitales de los profesores y que sean sensibles a su práctica; la diversificación de las estrategias de formación las que deben adaptarse a las características de los profesores y sus contextos de trabajo y al aseguramiento de condiciones laborales que faciliten las actividades de desarrollo profesional.

En esta tesis doctoral queremos resaltar 3 aspectos relevantes en los procesos de profesionalización docente: el currículo, la didáctica y la investigación educativa.

1.4.5.1 El currículo

Constituye el eje central en la actividad del proceso de enseñanza aprendizaje de cualquier nivel ó institución escolar. Esta afirmación es válida en su extensión al análisis de sistema educacional de cualquier país, región o escuela. El currículo es, “aquello que debe ser llevado a cabo en las escuelas, es el plan o la planificación, por la cual se organizan los procesos escolares de enseñanza aprendizaje” (Sacristán y Pérez-Pérez, 1995, p. 73), además, comprende “los propósitos que guían la acción, así como la acción misma” (Angulo y Blanco, 1994, p. 19). Una decisión curricular representa una materialización del “saber cultural” en formas simbólicas, en palabras y teorías, en libros y documentos no menos que en acciones, es. “una intencionalidad educativa y social y los procesos prácticos de socialización cultural en el interior de las aulas y las escuelas” (Martínez Bonafé, 1994).

Shulman (2013) define el currículo como “la representación de la gama completa de programas educativos y temas particulares, además, los materiales didácticos disponibles en

relación con estos programas y el conjunto de características que sirven como indicaciones y contraindicaciones para el uso de un currículo” (p. 7). Así mismo, un aspecto relevante mencionado por este autor, es que el conocimiento curricular de los docentes se refleja en la capacidad para relacionar o conectar el contenido de un curso o lección con temas que se discuten simultáneamente en otras clases, desde otras áreas de conocimiento. Además, el equivalente vertical de ese conocimiento curricular es la familiarización con los que han sido y serán enseñados durante los años anteriores y posteriores.

El conocimiento curricular es un foco de interés en la formación inicial y continua de docentes en España, puesto que en los últimos años ha tenido cambios estructurales y ontológicos significativos. Bravo (2014) reconoce que el currículo funciona como un elemento adhesivo que relaciona los conceptos y teorías pedagógicas con la práctica, por esta razón es considerado como un mediador de significados entre sociedad y escuela, política y pedagogía, teoría y práctica. Además, leyendo la historia del currículo español concluye que:

En el caso de España, la adopción y subsecuente estudio del campo curricular no se introduce desde la academia misma, sino desde arriba, es decir, desde la administración, que consideraba el control como un agente positivo y por cuya razón se propugnaba por una Reforma Educativa; así, según (Bravo, 2014) “la aparición de las primeras propuestas curriculares supusieron un intento adaptativo del pensamiento y la práctica escolar a las nuevas situaciones que se planteaban en aquellos momentos” (Bravo, 2014, p. 187).

El conocimiento curricular en simbiosis con la EA es de absoluta relevancia, puesto que requiere una profunda contextualización por parte de los centros educativos, en la mayoría de los casos en cabeza de los docentes. Dicha simbiosis, desde el punto de vista de algunos autores es necesaria puesto que no se puede tomar el riesgo de no pensar seriamente en diferentes aspectos relativos a los lugares de experiencias de aprendizaje ambiental real y directo. Incluso, algunas preguntas sobre el medio ambiente rara vez se incluyen en el currículo: ¿Qué es una experiencia de aprendizaje en, sobre, con o para el medio ambiente?, ¿Qué tipo de experiencias o conocimiento se están generando entre los alumnos, los maestros y el contexto? Dichas cuestiones relacionadas con la naturaleza, surgen de la interacción hombre-ambiente, cultura-naturaleza (Payne, 2006).

En sintonía con lo anterior, el currículo debe ser un elemento del sistema educativo que posibilite la apertura para el redescubrimiento de cómo se interactúa con el medio ambiente desde relaciones horizontales con el otro y lo otro. El planteamiento curricular en términos de principios siempre ha sido un desafío para la EA. En este sentido, la UNESCO (1994) planteó cuatro niveles para el desarrollo curricular en EA: El nivel uno es de fundamentación en ecológica, el dos es el nivel de conciencia conceptual, el nivel tres es de investigación y evaluación y el cuarto de habilidades para la acción.

Por otra parte, al proceso de apertura del currículo hacia lo ambiental, se lo conoce como ambientalización o en otros casos sustentabilización del currículo. Un ejemplo de este tipo de procesos es la “adaptación de la propuesta metodológica de orientación hacia la sostenibilidad en los estudios superiores de la red ACES (Ambientalización Curricular de los Estudios Superiores)” referenciada por Barrón et al. (2010). Donde desarrollan algunos aspectos determinantes que ponen de manifiesto la relación EA currículo formal:

- a) Es necesario sustituir la visión estática y fragmentada de la realidad por una visión compleja y dinámica, con capacidad para superar la tradición de descomponer la realidad en partes inconexas.
- b) No se deben escatimar esfuerzos en reforzar la flexibilidad y permeabilidad disciplinar para fomentar el pensamiento sistémico y relacional, mediante la incorporación de proyectos de trabajo interdisciplinar, entre diferentes áreas y materias.
- c) Se debe procurar mejorar la funcionalidad y contextualización de la enseñanza, incorporando el estudio y tratamiento de problemáticas locales y globales, y reforzando la colaboración con entidades locales.
- d) Resulta determinante favorecer la coherencia entre el discurso teórico y la acción, entre la teoría y la práctica, programando trabajos prácticos coherentes con las propuestas teóricas y tratando de que la gestión del centro sea también coherente con la sostenibilidad.
- e) Es pertinente adoptar una epistemología constructivista y una concepción integral de la educación, que realice un reconocimiento explícito de la diversidad (de alumnos, estilos cognitivos, culturas, situaciones, etc.), reconociendo el papel activo de los individuos y los colectivos como sujetos activos de la historia y de la construcción de su conocimiento; y promoviendo, asimismo, una formación integral de los educandos, en sus dimensiones intelectuales, psicomotrices, afectivas, sociales y morales.

1.4.5.2 Conocimiento Didáctico del Contenido

Este tipo de conocimiento de los docentes, hace referencia puntualmente al conocimiento de diferentes estrategias didácticas, enfoques y mecanismos de secuenciación de actividades que pueden ser utilizadas. Para Shulman (1986, p. 9) el conocimiento didáctico del contenido se refiere a “los tópicos que más regularmente se enseñan en un área, las formas más útiles de representación de las ideas, las analogías más poderosas, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones, y, en una palabra, la forma de representar y formular la materia”.

Bolívar (2005) desde sus profundas reflexiones sobre el conocimiento de los docentes, considera que:

Entre los componentes del conocimiento didáctico del contenido se han resaltado también las concepciones, valores y creencias de lo que significa enseñar una determinada materia en un determinado nivel y contexto. A modo de marco organizativo o mapa conceptual estaría en la base de la toma de decisiones curriculares sobre los materiales y medios, objetivos que se proponen en sus clases, las tareas apropiadas que realizan y los criterios y formas que emplean para evaluar el aprendizaje (Grossman, 1990). Cada profesor con experiencia, frente a los noveles, tiene determinadas orientaciones valorativas en su enfoque didáctico de los contenidos, que explican la orientación de su enseñanza (Bolívar, 2005, p. 8).

Es necesario reconocer que el conocimiento didáctico del contenido ha sido un tema de tradición en las didácticas específicas, es el caso de la didáctica de la Matemática o de las Ciencias Experimentales, sin embargo, en EA, tanto en inglés como en español se pueden rastrear algunos estudio y reportes (Kaya, 2009; Abdullah y Halim, 2010; Chinn, 2012; Fonseca, 2011; Ariza, 2014; Lozano y Torres, 2017). Particularmente, Mora y Parga (2014), consideran el conocimiento didáctico del contenido como un sistema complejo que surge de la interacción de cuatro categorías: los conocimientos de lo disciplinar, lo psicopedagógico, lo contextual y lo metadisciplinar. Dichas relaciones descritas en la Figura 1.2.

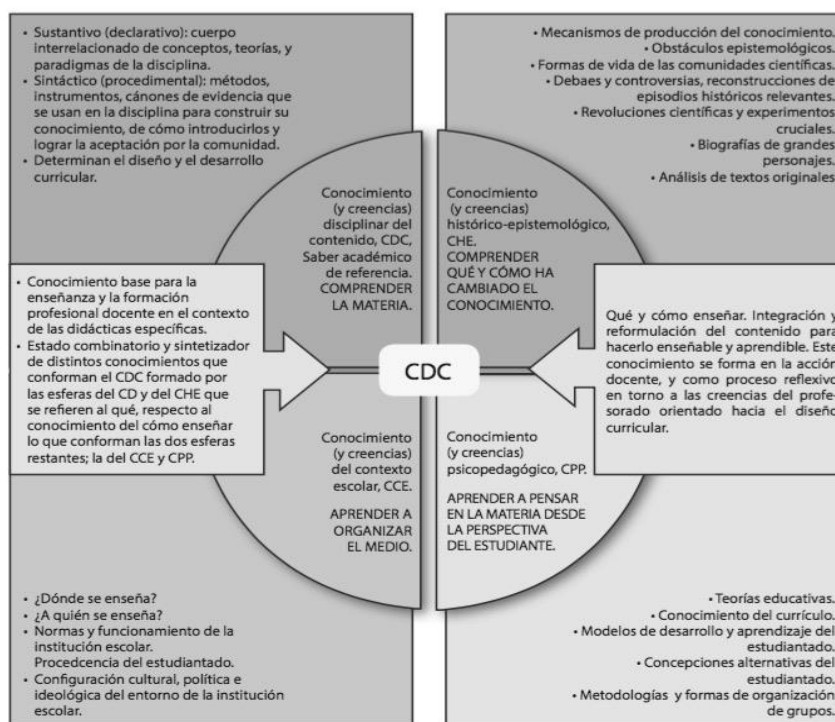


Figura 1.2 Elementos que configuran el conocimiento didáctico del contenido. Tomado de Lozano y Torres (2017).

De tal manera que, en esta oportunidad a través de las EF y EIC, las cuales se generaron como iteración del modelo de formación de docentes (el cual se expondrá en el capítulo 3), se buscaba potenciar el conocimiento didáctico del contenido como mecanismo de atención y priorización de la formación inicial y continua de docentes sobre cuestiones ambientales.

1.4.5.3 La Investigación Educativa

La investigación educativa le permite a los docentes trascender de la formación a los procesos de investigación para la innovación y transformación educativa (Elliott, 2015). Particularmente, el interés por la investigación didáctica ha crecido enormemente (Meisalo, 2007). Según Benayas, Gutiérrez, y Hernández (2003) puede tener múltiples enfoques y alcances, además, estamos de acuerdo en considerar que la investigación en este campo es un contexto investigativo amplio y fructífero.

La investigación en EA reúne una serie de condiciones envidiables como campo peculiar de experimentación y espacio privilegiado para el ensayo de prácticas sociales inéditas en el mundo de la Ciencias Sociales. Los nuevos escenarios de participación social que han venido cristalizando en los últimos tiempos, de forma espontánea en el formato de un voluntariado ambiental activo, crítico y responsable o bajo estructuras más organizadas en forma de movimientos asociativos de carácter proambiental, o bajo el signo de modelos con fuertes planteamientos políticos de base que aspiran a ocupar un espacio propio en los órganos de decisión de las políticas públicas hacen de la EA un campo en expansión al que merece la pena dedicar más atención desde el mundo universitario (Benayas et al., 2003, p. 5).

De acuerdo con lo comentado, posibilitar que algunos docentes en formación inicial lleven a cabo procesos de investigación en EA, es un aporte determinante de esta tesis doctoral al área de estudio, puesto que es una oportunidad para perfilar a las nuevas generaciones de docentes desde el estatus del investigador. Por otra parte, este tipo de experiencias suponen la posibilidad de reflexionar sobre problemáticas educativas actuales relativas a la EA desde una mirada transformadora. Para ello, es importante que los docentes reconozcan múltiples perspectivas teóricas, sean capaces de identificar un problema, diseñar cómo abordarlo, recoger y analizar de manera sistemática datos que les permitan reconstruir un fenómeno educativo en particular como lo reportado por Lopera-Pérez, Díaz, Villagrà, Charro y Molpeceres (2019).

En este sentido, compartimos el posicionamiento de Saborío (2003) en relación la dinamización de los procesos de formación de docentes a través de la investigación educativa:

El mundo de la vida y los paradigmas curriculares práctico y emancipador buscan una educación cuya calidad se valora por la pertenencia de sus procesos de observación, de participación, de construcción de conocimiento, de actitudes creativas e innovadoras que den respuesta a los problemas nacionales y de la

región, relacionados con la ecología, el deterioro social, el tratamiento de temas de género, discapacidad, diversidad cultural y étnica (p. 41).

Cabe aclarar que en el capítulo 3, se describirán las dinámicas de las Experiencias de Investigación Colaborativa como las que se han promovido en el desarrollo de esta tesis doctoral, las cuales se reportarán en el capítulo 5.

1.5 Síntesis

Este marco conceptual como se presenta en la Figura 1.2, se planteó desde diferentes dimensiones de la EA, denominados contextos, como focos de interés que apoyan la consolidación de los referentes para estadios posteriores de la presente investigación doctoral. En este sentido, los contextos filosófico e histórico facilitaron el contraste de los resultados obtenidos en la realización de la investigación, los cuales se expondrán en el capítulo 5. Además, el contexto investigativo se valora como la conceptualización relativa a la formación de docentes en EA en España, que está altamente vinculado con el capítulo 2, sobre los modelos didácticos/de enseñanza/instruccionales. Posteriormente, se profundiza en lo relativo a la alfabetización ambiental y la profesionalización docente.

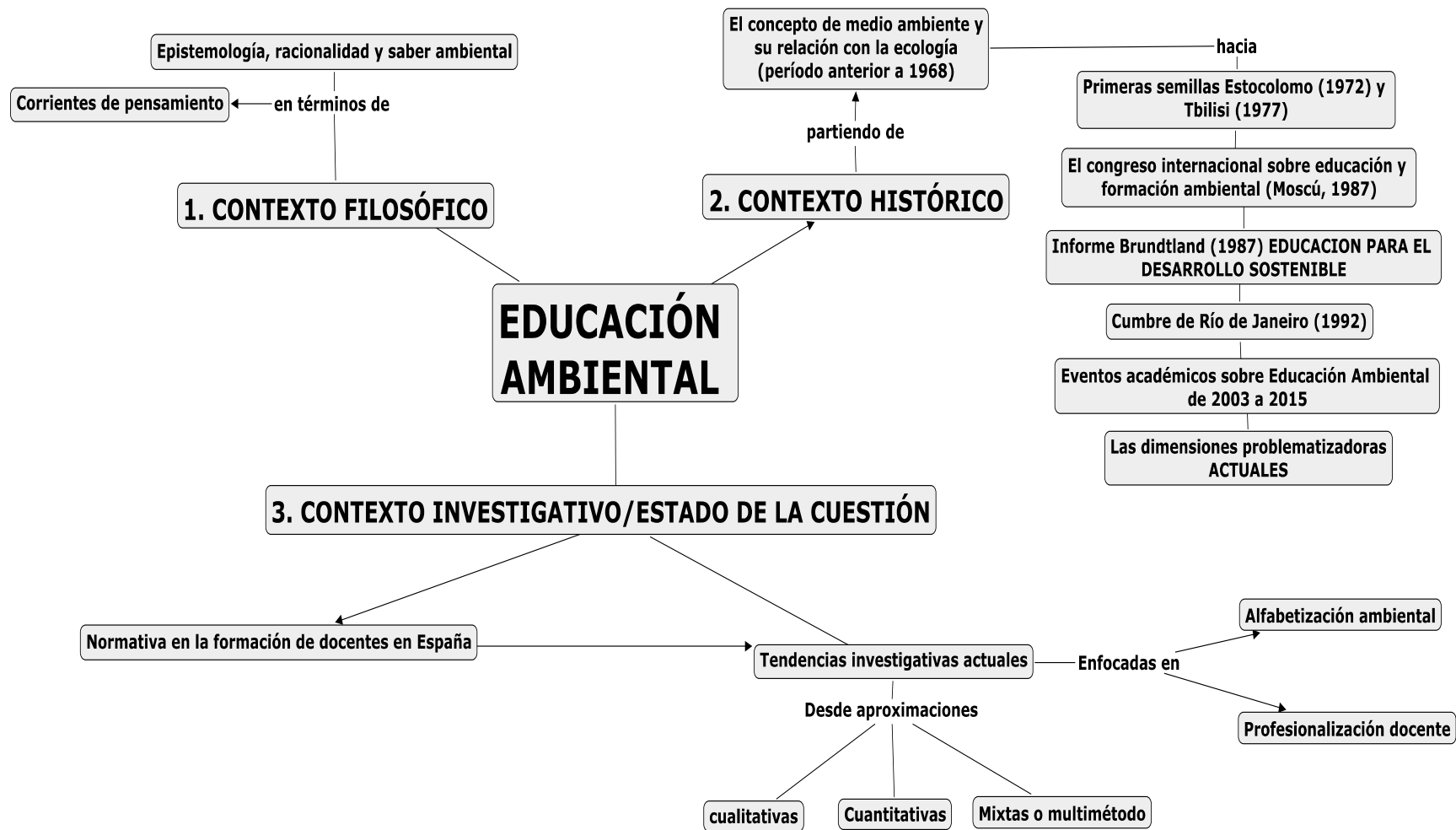


Figura 1.3 Contextos estructurantes del marco conceptual. Elaboración propia.

CAPÍTULO 2. Los modelos de formación en Educación Ambiental: Revisión Sistemática de la Literatura

La investigación en Educación Ambiental es un crisol, donde se interfecundan la acción (o el actuar) y la reflexión.

Sauvé (2010).

2.1 Introducción

Este capítulo da cuenta del proceso de revisión sistemática de la literatura (en adelante RSL) sobre modelos didácticos/de enseñanza/instruccionales, el cual está ligado al capítulo 1, puesto que complementa el componente conceptual de la tesis doctoral y además, posibilita la toma de decisiones metodológicas con miras al diseño del modelo para la formación de docentes en EA, que se expondrá en el capítulo 3. Es decir, la RSL tienen una identidad propia, que responde a un método sistemático para acceder, procesar y analizar datos teóricos con el fin de desarrollar una propuesta de formación de docentes como innovación educativa.

Se asume la RSL como un estudio detallado, selectivo y crítico que integra la información esencial desde una perspectiva unitaria y de conjunto (Icart y Canela, 1994; Guirao-Goris, Olmedo-Salas y Ferrer-Ferrandis, 2008). Siguiendo a Codina (2015) una RSL se caracteriza por ser no arbitraria y evitar el sesgo, puesto que examina la producción científica disponible utilizando las fuentes de información de los que se presume que facilitan el acceso al grueso de la producción. De la misma manera, es explícita e implica que se den a conocer tanto las fuentes utilizadas, como los criterios de búsqueda y de selección y exclusión. Adicionalmente, la RSL es reproducible puesto que posibilita que pares investigadores revisen el trabajo y los procedimientos y lleven a cabo ejercicios de contrastación de resultados (Manterola y Zavando, 2009; Urrútia y Bonfill, 2010).

De acuerdo con la metodología de Investigación Basada en Diseño que estructuró esta tesis doctoral, la RSL ayudará a identificar aquellos elementos importantes para construir el modelo formativo en EA que posteriormente se pone en marcha con docentes en formación inicial y continua en sucesivos ciclos iterativos que son explicados en los capítulos 3 y 4. De esta manera, la RSL nos ha permitido responder a la primera pregunta de esta investigación:

¿Cuáles son las características (estructura, componentes y fundamentos ontológicos) que podría tener un modelo para la alfabetización ambiental y profesionalización docente?

Así que, se pretende una aproximación a los modelos didácticos/de enseñanza/instruccionales referenciados a nivel nacional e internacional, diseñados y utilizados en contextos de educación primaria y secundaria, y el ámbito de la formación de docentes particularmente. Al mismo tiempo, aquellos modelos planteados desde la didáctica general, las didácticas específicas (TIC, Ciencias Experimentales, Ciencias Sociales, Humanidades) y la EA.

En consecuencia, se presenta un primer apartado que describe el proceso de RSL al detallar la recogida de fuentes o documentos primarios, las características del contenido de dichos documentos y el método de análisis. En el apartado posterior, nos centraremos en describir y conceptualizar de manera pormenorizada, las categorías conceptuales emergentes desde donde se analizaron los modelos referenciados en la literatura.

2.2 Descripción del proceso de Revisión Sistemática de la Literatura

La RSL se realizó en dos momentos, el primero de noviembre del 2014 a mayo del 2015 y el segundo de enero a junio de 2016. Entre tanto, el proceso de selección de los documentos primarios que se incluyeron en el análisis, comenzó con el rastreo en las bases de datos de acceso restringido: CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), *Ebscohost*, JSTOR, ProQuest, Scopus, *Web Of Science* (WOS). Posteriormente, se accedió a otras dos bases de datos de acceso abierto: *Education Resources Information Center* (ERIC) y Google académico. Además, la red social académica también de acceso abierto denominada *Research gate*. En el apéndice 2.1 se detallan las características de las bases de datos consultadas.

Asimismo, se determinó el uso de tesauros o palabras claves que posibilitaron el rastreo de los documentos primarios. En español fueron utilizadas las siguientes palabras: modelos didácticos, modelos de enseñanza, modelos de enseñanza y aprendizaje, modelos de formación, modelos de aprendizaje, modelos instruccionales, modelos de enseñanza y Educación Ambiental, modelos didácticos y Educación Ambiental, modelos de enseñanza y Educación Ambiental. Adicionalmente, en inglés las palabras claves fueron: *Instructional models, learning models, Instructional models and Environmental Education, learning models and Environmental Education*.

Cabe resaltar que se obtuvieron 456 documentos primarios a través del uso de las palabras claves mencionadas, sin embargo, luego de leer el resumen/*abstract* y otros apartados como la introducción y marco teórico, se consideró la exclusión de un número importante que no aportaban al objetivo de la RSL, es decir, no conceptualizaban sobre los modelos, reduciendo el número a 136 documentos, de los cuales 46 eran en español (34%) y 90 en inglés (66%).

Ahora bien, inicialmente se estimó la inclusión de documentos entre 2000 y 2016, sin embargo, la ventana temporal se amplió a medida que se ubicaban anteriores que contenían datos relevantes para la comprensión de los modelos didácticos/de enseñanza/instruccionales. De esta manera, decidimos otros publicados entre 1978 y 2016 considerados fuentes de información desde áreas como teoría curricular, didáctica general o pedagogía. El número de documentos primarios en cada año de la ventana temporal se presenta en la Figura 2.1 a continuación.

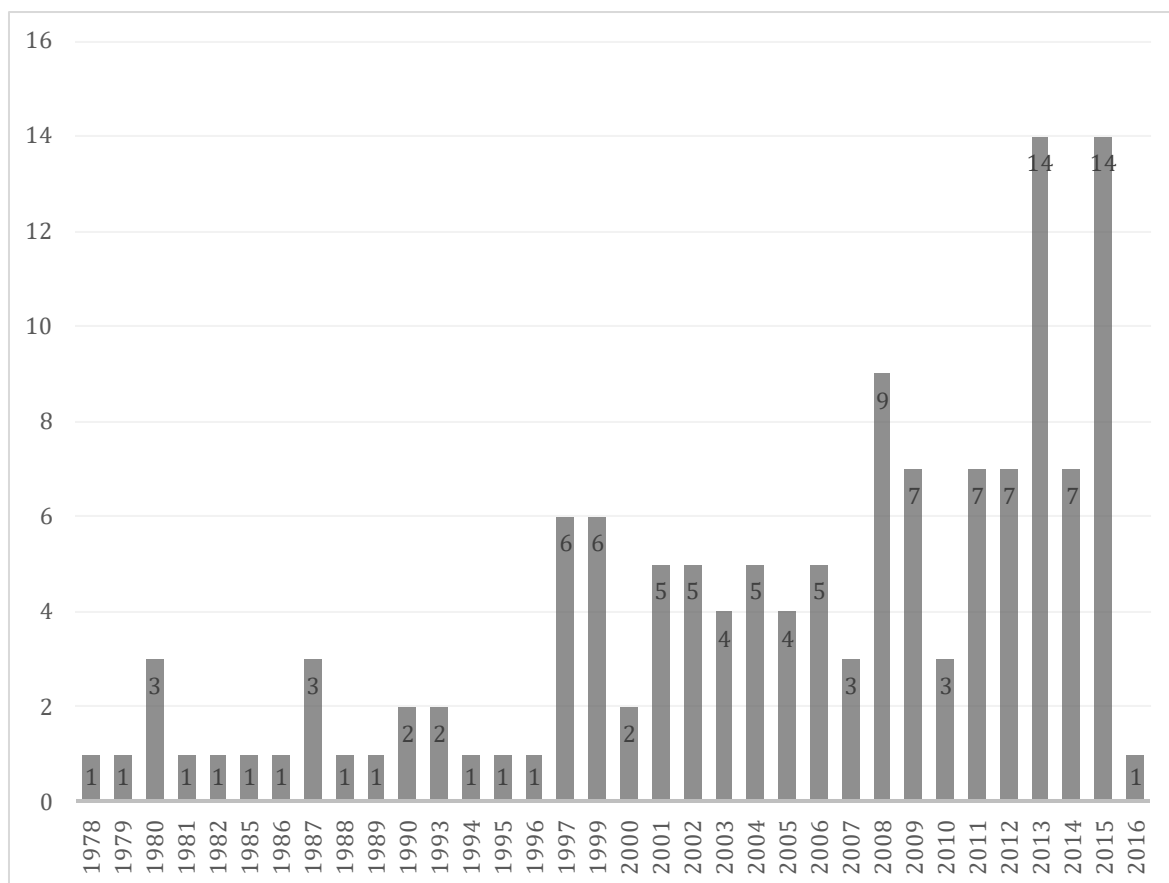


Figura 2.1 Número de documentos primarios (eje y) y su distribución según el año de publicación (eje x).

Cabe aclarar que la muestra final tenía un número importante que fueron producidos entre los años 2000 y 2016, en total el 75%, lo cual era importante porque indicaba la pertinencia investigativa en relación con el interés de este tema como objeto de estudio en diferentes contextos investigativos¹¹. Por otra parte, el origen no fue un criterio de exclusión, puesto que se incluyeron documentos generados por investigadores de Universidades en diferentes países, centros de investigación en medio ambiente o en EA, Organizaciones Gubernamentales y No Gubernamentales (ONG). La mayoría de los documentos procedían de Estados Unidos de América 35% y España 24%, Colombia 4%, China 4%, Turquía 3% y otros con menor porcentaje. Esta distribución puede estudiarse detalladamente en la matriz de sistematización del apéndice 2.2.

¹¹ En este apartado se define contexto investigativo como el lugar, sea la universidad o centro de investigación, desde donde proceden los documentos primarios.

En la RSL se ubicaron documentos de diferente tipo como se muestra en la Figura 2.2. En primer lugar, se incluyeron 111 artículos de revistas (sin importar el índice, puesto que este aspecto no fue un criterio de exclusión), 10 libros o capítulos de libros, 1 tesis, 7 presentaciones en línea, 1 capítulo de Handbook, 1 apartado de enciclopedia, 2 reportes de investigaciones de Máster y 3 comunicaciones orales o conferencias.

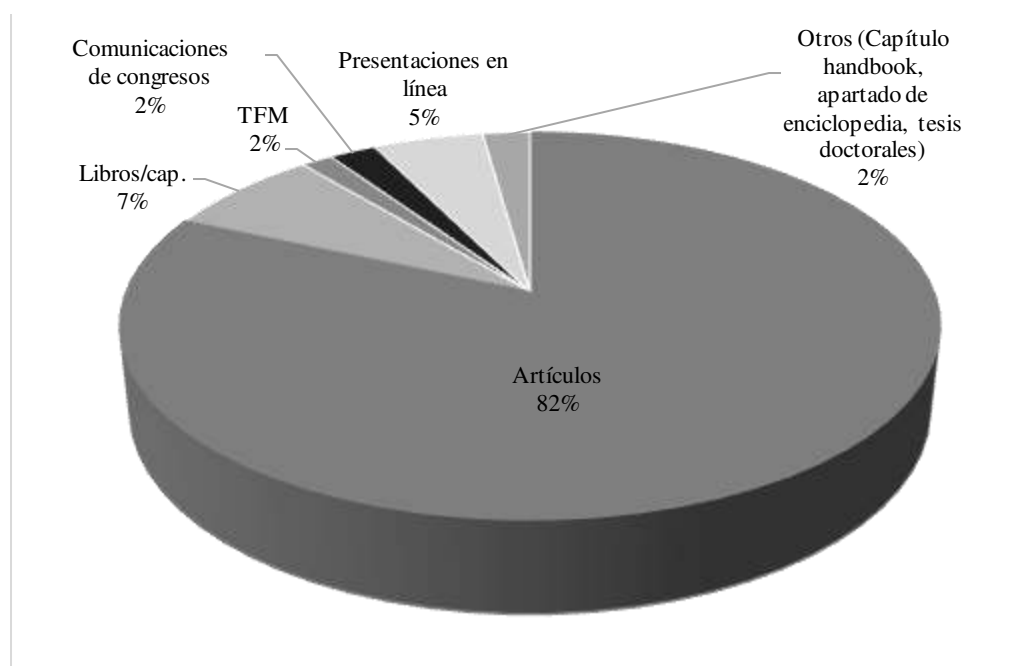


Figura 2.2 Tipología de los 136 documentos que hicieron parte de la muestra final.

Ahora bien, en vista de que el 82% eran artículos de revista, cabe resaltar que el 16,1% procedían de revistas ubicadas en el *Journal Citation Report (JCR)* como se presenta en la tabla 2.1, lo cual es un indicador de calidad de los documentos procedentes de estas revistas.

Tabla 2.1 Revistas con mayor aporte a la RSL, en relación con el número y porcentaje de artículos incluidos y el cuartil Q en el que están ubicados según el *JCR*.

Revistas	Q	N artículos	%
Enseñanza de las Ciencias	4	8	5,9
<i>The Journal of Environmental Education</i>	2	6	4,4
<i>Educational Technology Research and Development</i>	2	4	2,9
<i>International Journal of Environmental and Science Education</i>	2	4	2,9

Por otro lado, los documentos se clasificaron en relación con los ámbitos de investigación que se definieron a partir de la relación entre los títulos y palabras claves, los cuales fueron: Didáctica General y Pedagogía; Didáctica de las Ciencias Experimentales; EA; Didáctica de las Ciencias Experimentales y EA; Didáctica de las Ciencias Experimentales, EA y TIC; EA y TIC; otras Didácticas y currículo Específico (Ciencias Sociales, Humanidades, Matemáticas).

Como se presenta en la Tabla 2.2, el ámbito donde se ubicaron el mayor porcentaje es en Didáctica General y Pedagogía, esto obedece a que la búsqueda inicialmente utilizó palabras claves propias de este ámbito (modelo didáctico, modelos de enseñanza, modelos de enseñanza y aprendizaje). Sin embargo, al intensificar la búsqueda con palabras claves como EA se pudo acceder a un mayor número de artículos tanto de la Didáctica de las Ciencias Experimentales como en EA y TIC. En relación con Didácticas Específicas (Ciencias Sociales, Humanidades, Matemáticas), el porcentaje refleja un número menor de inclusión o vinculación con temas ambientales.

Tabla 2.2 Porcentaje de documentos primarios relativos a los ámbitos de investigación.

Ámbitos	%
Didáctica General y Pedagogía	28,7
Didáctica de las Ciencias Experimentales	19,1
EA	28,7
Didáctica de las Ciencias Experimentales y EA	5,9
Didáctica de las Ciencias Experimentales, EA y TIC	2,9
EA y TIC	2,9
Otras Didácticas y currículos Específicos (Ciencias Sociales, Humanidades, Matemáticas)	11,9

2.3 Método de análisis de los Documentos Primarios

El análisis cualitativo de datos estaba vinculado a la Teoría Fundamentada, donde se pretendía que a partir de los datos emergiera la teoría como “conjunto de categorías bien construidas, por ejemplo, temas y conceptos, interrelacionadas de manera sistemática por medio de oraciones que indican relaciones, para formar un marco teórico que explica algún fenómeno social, psicológico, educativo, de enfermería o de otra clase” (Strauss y Corbin, 2002, p.33). Los diferentes documentos aportaron datos relevantes sobre los modelos: los fundamentos teóricos, niveles educativos donde fueron aplicados; las concepciones de los actores implicados en los procesos educativos, ambientes de aprendizaje, materiales, la estructura o componente didáctico y sobre la transversalización de procedimientos investigativos en algunos casos.

En esta fase de la investigación, además, se retomó la propuesta analítica de Mendez-Romero (2015) para el análisis cualitativo mediado por el *software* atlas.ti (versión 7.0), el cual facilitó el análisis de grandes volúmenes de textos (Frieze, 2014), lo que resultó pertinente para esta RSL. Además, como mencionan Richards y Richards (1994) la utilización de *software* en esta investigación educativa incrementó la transparencia en el proceso de análisis y favoreció la triangulación y contrastación. A continuación se describe el proceso de análisis llevado a cabo:

1. Organización y disposición de los documentos en el *software*.
2. Codificación abierta: Según Strauss et al. (2002, p. 110), la codificación es “el proceso analítico por medio del cual se identifican los conceptos y se descubren en los datos sus propiedades y dimensiones”. De esta manera, los textos se segmentaron (citas) y a cada una se le asignó un código (palabra/concepto/acrónimo), que se comentaron o definieron para darle sentido a los datos.
3. Codificación Axial: los códigos generados a partir de la codificación abierta, se organizaron en grupos o familias de códigos. En este punto del proceso, resulta relevante mencionar, que un apoyo al proceso de codificación axial fue el Método de Comparación Constante MCC propuesto por Bogdan y Taylor (1986), donde como se muestra en la Figura 2.3, hubo un estudio dinámico de los códigos en términos de sus relaciones, propiedades y significado, para finalmente estabilizar el sistema de categorías propio del estudio. Dicho método con la mediación del *software* posibilitó la estructuración de un sistema de categorías de análisis.

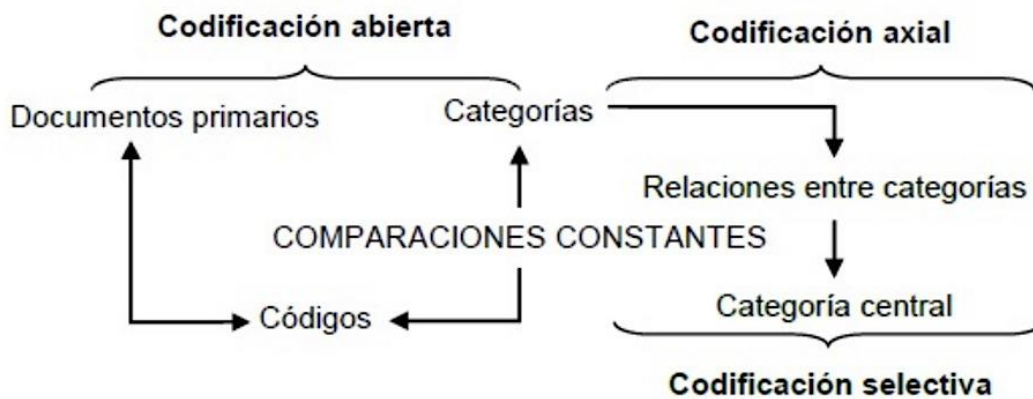


Figura 2.3 Proceso de análisis cualitativo. Tomado de San Martín-Cantero (2014).

En consecuencia, el proceso garantizó el paso del nivel de análisis textual o descriptivo al conceptual. El primero permitió explorar, anotar y recoger datos, además, encontrar similitudes y diferencias. El segundo posibilitó ver relaciones, dirigir el análisis hacia niveles más profundos en términos de significado, mirar detalles y algo muy importante desde la perspectiva metodológica cualitativa, fue la identificación de patrones en las relaciones y los datos. De tal manera que, el resultado del análisis cualitativo de datos fue una unidad hermenéutica y un sistema de categorización, el cual se detallará a continuación.

En este punto cabe resaltar que el *software* está soportado en el método *Noticing, Collecting and Thinking* (NCT) Seidel (1998, citado por Friese, 2012) el cual hace referencia a tres procesos básicos: notar elementos, recolectarlos y pensar acerca de ellos tal como se presenta en la Figura 2.4.

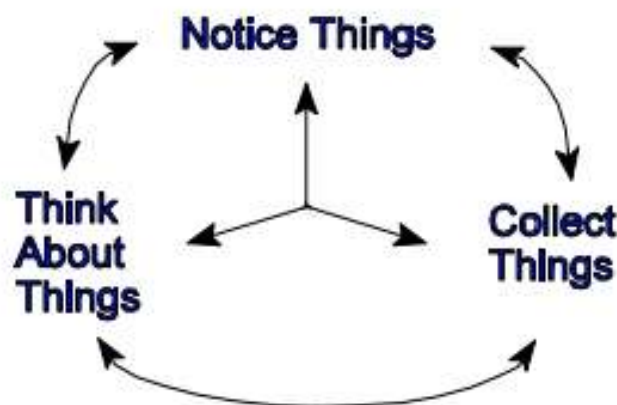


Figura 2.4 Método *Noticing, Collecting and Thinking* (NCT). Tomado de Friese (2012)

2.4 Sistema de categorización

En el proceso de análisis emergieron 7 categorías y cada una de estas contiene a su vez, subcategorías como conceptos que la definen. La primera categoría se denominó **delimitación conceptual (DC)**, desde donde se contrastaron definiciones explícitas realizadas por diferentes autores sobre los modelos (didácticos/de enseñanza/instruccionales). Esta categoría está descrita por dos subcategorías: los modelos como representaciones simbólicas (DC1) de la realidad educativa y los modelos como planeaciones estructurales (DC2) desde donde se referencian múltiples procedimientos didácticos.

La segunda categoría se refiere al **campo disciplinar (CD)** y hace referencia al área de conocimiento en la que se ubica el planteamiento de los modelos. El espectro de las 3 subcategorías permitió ubicar los modelos en: genéricos o de tradición en Pedagogía y Didáctica General (CD1); de las Didácticas Específicas (CD2) como las Ciencias Experimentales, las Matemáticas, las Ciencias Sociales, la EA; y alternativos/interdisciplinares/transdisciplinares (CD3).

La tercera categoría hace referencia a los **contextos educativos (CT)** en los que se plantearon los modelos o los niveles educativos donde se aplicaron. En este sentido, se ubicaron modelos para educación primaria, secundaria y bachillerato (CT1), otros para procesos educativos en el ámbito universitario (CT2) y para la formación de docentes (CT3).

En cuarto lugar, la categoría denominada **fundamentos teóricos (FT)** se refiere a las teorías y posicionamientos filosóficos y epistemológicos que se incluyen en la descripción de los modelos reportados. Las subcategorías organizaron los modelos en relación con cuatro fundamentos teóricos: psicoeducativos (FT1); desde las Didácticas Específicas (FT2); con perspectivas sociales, antropológicas (FT3), y finalmente, aquellos que tienen marcos teóricos integradores (FT4). Es necesario resaltar que esta categoría fue la más compleja de definir durante el análisis, puesto que algunos modelos, pueden ubicarse en varias subcategorías.

La quinta categoría se refiere al **sistema conceptual (SC)**, el cual es entendido como el sistema que integra a los actores implicados en los procesos educativos (docentes, alumnos, la comunidad académica) y los procesos pedagógicos, didácticos, curriculares, evaluativos. En relación con el sistema conceptual, se ubicaron dos subcategorías: relaciones conceptuales unidireccionales (SC1) y de relaciones complejas, abiertas y flexibles (SC2).

La sexta categoría se enfoca en la **estructura (ES)** de los modelos y su proceso de funcionamiento en términos de las subcategorías implicadas: sintaxis y epítome (ES1); determinación de los objetivos, competencias, habilidades (ES2); descripción detallada de las estrategias didácticas referenciadas por los modelos (ES3).

Finalmente, la séptima categoría de análisis se refiere a los procesos de **validación (VA)** reportados en la literatura; cabe mencionar que el término validación obedece a la puesta en marcha, iteración o testeo de un modelo didáctico/de enseñanza o instruccional. La primera subcategoría, reconoce los modelos sobre los cuales se llevan a cabo reflexiones teóricas (VA1). La segunda subcategoría incluye los modelos que se aplicaron y se evaluaron a través de procesos de investigación (VA2).

A continuación en la Tabla 2.3 se relacionan de manera sintética las categorías y subcategorías con sus descriptores. Además, se especifica la etiqueta de los grupos organizados desde el análisis con el *software atlas.ti*.

Tabla 2.3 Sistema de categorización generado durante el análisis de los documentos incluidos en la RSL.

Categorías	Subcategoría		Descriptores
Delimitación conceptual	Representación simbólica y teórica de la realidad educativa	DC1	Definiciones de modelos que se aproximan a representaciones simbólicas, es decir que se enfocan en integrantes, procesos, ambientes y sus interrelaciones. Se destaca una fuerte inclusión de principios ontológicos: filosofía, teóricas que lo soportan, asuntos de representación contextual.
	Planeación estructurada y anticipada de la realidad educativa	DC2	Los modelos se definen en tanto planificación estructurada y anticipada de la realidad educativa, desde donde se incluyen métodos y metodologías, procedimientos, descripción de estrategias, secuencias de actividades, flujos dinámicos.
Campo disciplinar	De tradición en Pedagogía y Didáctica General	CD1	Los modelos de larga tradición, que han perdurado en el tiempo. A pesar de las múltiples anomalías percibidas y analizadas por diferentes autores, se han mantenido. Este tipo de modelos son referentes en el estudio de los modelos, además, no están vinculados a dominios disciplinares específicos.
	Específicos	CD2	Aquellos que son propios de un área o dominio disciplinar, por ejemplo los que fueron referenciados por la Didáctica de las Ciencias Experimentales, Matemática, TIC, Humanidades, EA.
	Alternativos/interdisciplinares/transdisciplinares	CD3	Tienen posiciones significativamente diferentes, rompen los esquemas educativos tradicionales, aplican los principios de otros modelos, son contextuales, y en muchas ocasiones son transdisciplinares.
Contexto	Ed. Primaria, Secundaria y Bachillerato	CT1	Modelos planteados en procesos de formación en Educación Primaria, ESO y Bachillerato.
	Universitaria	CT2	Modelos planteados y aplicados en programas de formación profesional o universitaria.
	Formación de docentes	CT3	Contextos de formación inicial o continua de docentes.

Fundamentos teóricos	Teorías psicoeducativas	FT1	Modelos con un enfoque cognitivista, que se aproximan a los procesos de aprendizaje y la asimilación de los conocimientos.
	Teorías Didácticas	FT2	Vertientes que posibiliten la comprensión del complejo proceso de enseñanza y aprendizaje desde diferentes conocimientos disciplinares.
	Teorías sociales/ antropológicas	FT3	Los modelos que reconocen y valoran la dimensión social implícita en las realidades educativas.
	Marcos teóricos integradores	FT4	Modelos que están planteados desde posturas integradoras o perspectivas teóricas amplias.
Sistema Conceptual	Relaciones unidireccionales	SC1	Los actores educativos y los procesos descritos modelo tienen relaciones de poder establecidas.
	Complejo	SC2	Se reconocen múltiples y diversas relaciones, nuevos roles, posturas dinámicas en el sistema educativo, puesto que la realidad educativa se entiende como compleja.
Estructura	Sintaxis/epítome	ES1	Permite visualizar las partes, fases, momentos y procedimientos de los modelos.
	Objetivos/competencia/conocimientos	ES2	Alcance del modelo en términos del aprendizaje y como determinantes para la enseñanza.
	Estrategias didácticas y actividades	ES3	Por ser las unidades estructurales de los modelos son de gran relevancia, a su vez, se muestran como secuencias integradas de procedimientos. Asimismo, los modelos enfocados en las estrategias describen actividades puntuales.
Validación	Análisis teórico	VA1	Exposición de reflexiones o profundización teórica sobre los modelos.
	Procesos investigativos	VA2	Aplicación de las metodologías de investigación para recoger, sistematizar y analizar las experiencias de enseñanza y aprendizaje llevadas a cabo a través del uso de los modelos.

2.5 Resultados de la Revisión Sistemática de la Literatura

El sistema de categorización anteriormente expuesto, surgió del análisis de 136 documentos, desde donde se generaron 1983 citas (segmentos de texto) y 253 códigos. Además, de una serie de tablas y redes semánticas *networks* que facilitaron la organización de esos códigos para configurar categorías y subcategorías de análisis. En este caso fue determinante el uso de otras herramientas que brinda el *software*, por ejemplo los memos y los comentarios, utilizados tanto para los documentos, como en los códigos y en los grupos o familias de códigos.

En total se identificaron 60 modelos como se muestra en la Tabla 2.4 a los cuales se les asignó un nombre o código de identificación, algunos son reconocidos y de gran trayectoria a nivel educativo, mientras que otros son modelos más locales o para intervenciones puntuales, pero con planteamientos teóricos, prácticos o investigativos que ameritaban ser incluidos en el análisis.

Tabla 2.4 Modelos ubicados en la literatura e identificados con un nombre, grupo en atlas.ti y autores o investigadores que los referencian.

	Nombre asignado a los modelos	Grupo atlas.ti	Referencia
1.	Conductual	M.CON	Bloom (1971); Joyce y Wail (1985); Dick y Carey (2005).
2.	Jurisprudencial	M.JUR	Joyce y Wail (1985).
3.	Personal	M.PER	Joyce y Wail (1985; 2002).
4.	Sociales	M.SOC	Joyce y Wail (1985).
5.	Procesamiento de la información	M.PRO-INF	Joyce y Wail (1985).
6.	Tradicional	M.T	Joyce y Wail (1985).
7.	Constructivista	M.C	Coll (1993); Piaget (1955); Vigotsky (1978).
8.	Cambio conceptual	M.C.C	Strike y Posner (1982, 1992); Pozo (1997).
9.	Significatividad	M.S	Ausubel (1983, 2012); Moreira (2000; 2012).

10.	Investigación/Indagación	M.I	Devés y Reyes (2007); Stenhouse (1998).
11.	Aprendizaje basado en problemas	M.ABP	Hmelo-Silver (2004); Hmelo-Silver y Barrows (2008); Boud y Feletti, (1997).
12.	Descubrimiento	M.D	Bruner (2011).
13.	E- learning	M.E-L	Clark y Mayer (2016); Nicholson (2007).
14.	Experiencial	M.EX-EA	Koutsoukos, Fragoulis y Valkanos (2015).
15.	Tecnológico o científicista	M.TEC	Fernández y Vivar (2010); Fernández, Elortegui, Rodríguez García y Moreno (1997).
16.	Sistémico	M.SIS	Cañal y Porlán (1998).
17.	Conservación sustentabilidad	M.CON-SUS	Welch-Devine, Hardy, Brosius y Heynen (2014).
18.	ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación).	M.ADDIE	McGriff (2000; 2007).
19.	Colaborativo científico-profesor	M.STCM	Shein y Tsai (2015); Buckley (2000).
20.	Ambientalización curricular	M.AM-CU	Bonil et al. (2012).
21.	ST2EEP	M.ST2EEP	Van Ongevalle, Van Petegem, Deprez y Chimbodza (2011).
22.	Escuelas verdes	M.E.V	Sureda y Calvo (2001).
23.	Artesano humanista	M.A.H	Fernández y Orribo (1995).
24.	Investigación ambiental	M.I.A	Schwarz y Gwekwerere (2007); Brownell y Smith (1993).
25.	Reflexión acción	M.R.A	Brookfield's (1995); Ostermann y Kottkamp's (2004).
26.	Modelo de Jonassen	M.J	Jonassen (1999).
27.	Modelo de Kemp	M. K	Kemp (1985).

28.	Modelo para la alfabetización ambiental	M.ALFA-EA	Coppola (1999).
29.	ASSURE	M.AS-SURE	Gagné (2013).
30.	Basado en el contexto	M.B.C	Smith (2002); Sobel (2004).
31.	Basado en competencias ambientales	M.COMPE-EA	Daskolia y Flogaitis (2003).
32.	Para el desarrollo sustentable	M.D.SUS	Åhlberg (2005).
33.	Causalidad	M.DPSIR	Carr, Wingard, Yorty, Thompson, Jensen y Roberson (2007).
34.	Ecología disruptiva	M.ECO	Wyner (2013).
35.	Proceso de protección del medio ambiente	M.EPP	Tapio y Willamo (2008).
36.	Casa	M.HOU	Jeronen y Kaikkonen (2002).
37.	Sistema instruccional (<i>Interservices Procedures for Instructional Systems Development</i>).	M.IPISD	Branson, Rayner, Cox, Furman y King (1975).
38.	Para la calidad educativa	M.MCSE	Doménech-Betoret (2013).
39.	Ajuste educativo	M.MISE	Rivas-Martínez, Doménech-Betoret y RoselRemírez (1997).
40.	Escuelas de la naturaleza	M.NS	Hiidenkivi (2001).
41.	Cebolla	M.ON	Käpylä (1995).
42.	Profesionalización docente	M.PRO	Klingstedt, Descamps, Schroeder-Donofrio (1981).
43.	Proyectos convergentes transdisciplinarios	M.PROY-TRANS	Chun, Kang, Kim y Kim (2015).
44.	Servicios de aprendizaje/interdisciplinar en ciencias ambientales	M.STSL	McLain (2012); Kolb's (1984).

45.	Desarrollo sustentable en formación de profesores	M.SUS-PRO	Vega-Marcote, Varela-Losada, y Álvarez-Suárez (2015).
46.	Conocimiento pedagógico del contenido en tecnología	TPACK-IDDIRR	Lee y Kim (2014).
47.	Árbol	M.TREE	Palmer (1998).
48.	Educación ambiental en la formación del profesorado	M.EA-PRO	Stapp, Caduto, Mann, y Nowak (1980).
49.	Modelo de formación del profesorado sobre naturaleza de las ciencias	M.EC-PRO	Alonso y Mas (2016).
50.	4-5-7E	M.E	Bybee, Taylor, Gardner, Van Scotter, Carlson, Westbrook y Landes (2002); Eisenkraft (2006).
51.	6 Espejos	M.6E	Hertz-Lazarowitz (1992).
52.	Expontaneista activista	M.EX-ACT	Ferrández y Pont (1996).
53.	Formación del profesorado de Biología	M.BIO-PRO	Copello Levy y Sanmartí (2001).
54.	Instruccional en EA	M.INST-EA	Stapp (1978).
55.	EA en el contexto universitario	M.EA-U	Romero y Moncada (2007).
56.	Evaluación de ecosistemas	M.EE	Reid (2006).
57.	Ecosistema digital	M.ED	Nicol y Macfarlane-Dick, 2006; Gomez, Anderson, Park, Maw, Crook y Orsmond (2013).
58.	Formación del profesorado matemáticas	M.MAT-PRO1	González y Nieto (2002); Godino, Giacomone, Wilhelmi, Blanco y Contreras, A. (2013).
59.	Formación del profesorado matemáticas	M.MAT-PRO2	Rivilla (1982).
60.	Formación del profesorado Finlandia	M.FIN-PRO	Hungerford y Volks (1990).

Además de identificar los modelos, la caracterización más detallada permitió la estructuración del sistema de categorías y en términos generales, permitió realizar un análisis más amplio con el fin de generar posteriormente, un modelo propio para la formación de docentes en EA. Sin embargo, la caracterización (y por ende codificación) implicaba una comprensión de sus planteamientos que solo se lograba a través de la contrastación entre diferentes fuentes, puesto que un solo modelo podía estar referenciado en varios documentos. Otros modelos contaban con descripciones teóricas y metodológicas muy breves. Asimismo, la categorización de los modelos indicaba que algunas subcategorías se solapaban, es decir, algunos modelos tenían matices de una u otra subcategoría, especialmente en lo relativo a la delimitación conceptual, el campo disciplinar y a los fundamentos teóricos.

2.5.1 Delimitación conceptual

Antes de referirnos a la categoría DC, es importante puntualizar que para esta investigación los términos modelo didáctico, modelo de enseñanza y modelo/diseño instruccional son análogos, puesto que la diferenciación nominal es el resultado de la tradición lingüística y académica¹². En la Tabla 2.5, se presentan las diferentes denominaciones con sus definiciones y referentes.

Tabla 2.5 Definiciones de modelos didácticos, modelos de enseñanza y modelos instruccionales, respaldadas por la evidencia explícita.

Concepto/término	Referencia	Definición
Modelo de enseñanza	Escudero (1981, p. 15)	Representación simplificada de la realidad, que desde la filosofía vendría definido como interpretación o representación simbólica y esquemática que permite dar cuenta de un conjunto de fenómenos educativos.
	Rodríguez (1990, p.194)	Imagen homeomorfa de un objeto, entendiendo por homeomorfo que la reproducción no es multívoca, pero que tampoco se incluyen en el modelo todas las discriminaciones que podrían hacerse.

¹² En la tradición anglosajona no es usada la palabra didáctico (a), sino aprendizaje y/o enseñanza (*learning and/or teaching*). Además, instruccional tiene connotaciones más amplias en la tradición anglosajona que en la tradición iberoamericana (lengua castellana), donde es un término muy poco utilizado y relacionado con un enfoque tecnicista de los procesos de enseñanza y aprendizaje, además vinculado al modelo transmisional.

	Joice y Weil (1985)	Planes estructurados que pueden usarse para configurar un currículo, para diseñar materiales de enseñanza y para orientar la enseñanza en las aulas.
	Joyce, Weil y Calhoun (2002)	Los modelos de enseñanza se encuentran relativamente articulados y se fundamentan en teorizaciones que permiten a los profesores ejercer su profesión.
Modelos didácticos	Porlán y Cañal (1987)	Construcción teórico formal que basada en supuestos científicos e ideológicos, pretende interpretar la realidad y dirigirla hacia unos determinados fines educativos.
	Jiménez (1991, p.715)	Representación de una realidad, adaptables y organizadores de una actividad, que han de servirnos para la reflexión sobre la práctica, son dinamizadores de conocimientos prácticos y teóricos y son instrumentos válidos para el análisis y la evaluación del sistema, desde los ámbitos de macroplanificación hasta los más próximos como son el de la actividad cotidiana en el aula.
	Larriba (2009, p.73-88)	Conjunto de principios de carácter educativo, fruto del saberacadémico y de la experiencia práctica, que sirven para definir los objetivos educativos y pretenden orientar los procesos de enseñanza aprendizaje.
	Medina y Salvador (2010)	Es la reflexión anticipadora, que emerge de la capacidad de simbolización y representación de la tarea de enseñanza-aprendizaje, que los educadores hemos de realizar para justificar y entender la amplitud de la práctica educadora, el poder del conocimiento formalizado y las decisiones transformadoras que estamos dispuestos a asumir.
	Bonil et al. (2012)	Un modelo didáctico que define de forma compartida las ideas que orientan las acciones individuales y colectivas sin perder de vista un fuerte competente emocional, evitando el dogmatismo para crear escenarios que favorezcan la reflexión rigurosa y la propia iniciativa por encima de la actitud pasiva del que sigue las consignas de los demás. Un modelo que exige un posicionamiento de reflexión continua.
Modelo instruccional (instructional model/instructional design)	Dick y Carey (2005)	Describe las fases de un proceso interactivo que comienza identificando las metas instruccionales y termina con una evaluación sumativa.
	Merril (1983, 2002)	Se enfocan hacia formular conjuntos de factores o elementos que se deben considerar dentro del diseño de las estrategias pedagógicas que se usan en las experiencias

educativas, para hacer de ellas herramientas de aprendizaje más eficientes y poderosas. Muchas veces estos modelos se identifican como teorías para el aprendizaje.

Podemos ver las similitudes entre las definiciones sobre modelo de enseñanza y modelo didáctico de Escudero (1981) y Jimenez (1991) respectivamente, quienes coinciden en determinar que son representaciones de la realidad educativa desde los múltiples actores y procesos involucrados en el desarrollo curricular, de enseñanza, aprendizaje y evaluación/reflexión. En el caso de los modelos instruccionales desde la perspectiva de Merrill (1983; 2002) está presente el diseño de estrategias, es decir enfocado en procesos de transformación de las dinámicas educativas.

Sin embargo, la caracterización de los modelos puede incluir diferentes matices conceptuales, aunque en esencia busquen la aproximación al complejo sistema de interacción que se da en los procesos formativos. Un ejemplo de esto es el reporte investigativo de Morán (2008) quien reconoce las múltiples perspectivas y por lo tanto denominaciones para los modelos:

Los modelos pueden presentar una variedad desde un punto de vista paradigmático (conductista, cognitivista, objetivista-positivista, constructivista –y sus variantes–, etc.), intradisciplinario (diferentes corrientes o perspectivas internas), interdisciplinario (diversidad de aferencias disciplinarias) y de rango teórico (conceptos y criterios globales o de sistema, regionales o de subsistema, y locales o de elementos particulares). Intradisciplinario: no dialoga con otras disciplinas, no toma en cuenta aspectos de otras áreas (por ejemplo, hablar del diálogo didáctico sin tener en cuenta la lingüística); interdisciplinario: se propone dialogar con otras disciplinas; de “rango teórico”: hay modelos sumamente amplios en alcance (por ejemplo, la no directividad de Rogers, o las múltiples inteligencias); otros más restringidos (“enseñanza directa”, “mapeo conceptual”), y algunos de rango medio (Morán, 2008 p.147).

Ahora bien, en las definiciones de modelos de enseñanza/didácticos/instruccionales anteriormente expuestas y otras referenciadas en la literatura (Reigueluth, 2013; Bunge, 1985; Rodríguez, 1990; Medina y Salvador, 2010; Beaumont, Hariton, Bennett, Miranda y Mitchell, 2017) se pueden identificar dos tendencias, que son entendidas como subcategorías dentro de la categoría DC. En primer lugar, la subcategoría (DC1) recoge los modelos que realizan representaciones simbólicas de la realidad educativa, es decir, aquellos que incluyen principios ontológicos, filosofía, teorías educativas con las cuales se identifican y además, consideraciones didácticas tales como esquemas conceptuales. En segundo lugar, en

la subcategoría (DC2) como planificación estructurada se ubican los modelos que se enfocan en métodos y metodologías, procedimientos, descripción de estrategias, secuencias de actividades y propuestas de evaluación.

De los 60 modelos referenciados el 33,3% forman parte de la subcategoría **DC1** y se caracterizan por llevar a cabo planteamientos teóricos en diferente nivel de profundidad, es decir hay un interés por reconstruir las dinámicas propias de enseñanza y aprendizaje, por explicar e incluso transformar los fundamentos epistemológicos, pedagógicos, didácticos y curriculares propios de la práctica educativa. Por otra parte, el 21,6% se ubican en la subcategoría **DC2**. Sin embargo, el 43,4% de los modelos tenían elementos de ambas subcategorías. Estos últimos, de gran aporte a nuestra investigación, puesto que recogen elementos no solo praxeológicos, si no también filosóficos y epistemológicos.

2.5.2 Campo disciplinar

El proceso de RSL posibilitó el hallazgo de modelos que pueden agruparse en 3 campos disciplinares: de tradición en Pedagogía y en Didáctica General (CD1), los propios de didácticas específicas (CD2) y los alternativos/interdisciplinares/transdisciplinares (CD3). En relación con los primeros, CD1, cabe resaltar el trabajo de Joice y Weil (1985) y Joyce, Weil y Calhoun (2002), quienes reseñaron 5 familias de modelos útiles para la enseñanza: conductuales, sociales, personales, jurisprudenciales y para el procesamiento de la información.

Adicionalmente, Joice y Weil (1985) consideran que en general los modelos de enseñanza se caracterizan por elementos como la sintaxis que se pueden entender como fases descriptoras de la acción; el sistema social que está constituido por los sujetos implicados en los procesos de enseñanza y aprendizaje; los principios de reacción para atender las demandas o necesidades del proceso educativo; el sistema de apoyo desde donde se determinan las condiciones para la existencia del modelo, y finalmente, los efectos didácticos y educativos.

Otros modelos que también se ubican en esta categoría son aquellos de mayor renombre y referenciados abundantemente en la literatura como son el trasmisionista o comúnmente llamado modelo tradicional (M.T) y de la misma manera el modelo didáctico constructivista (M.C) el cual ha sido asociado a Coll (1993) y vinculado a la teoría de Piaget (1955, 1998) y a los principios dialécticos de internalización y externalización de Vigotsky (1978). Este último modelo redefinió los roles de los docentes y de los alumnos, posibilitó la reflexión por lo materiales y por los ambientes de aprendizaje y en la actualidad, según Cubero (2005) este modelo propone tres aspectos para transformar la educación: una epistemología

relativista, la concepción de los alumnos como agentes activos y participativos, y la interpretación de la construcción del conocimiento como un proceso interactivo dependiente del contexto cultural e histórico.

El modelo constructivista mantiene una estrecha relación temporal y conceptual, con el modelo fundamentado en la teoría de cambio conceptual (M.C.C) enriquecido por Strike y Posner (1982, 1992) y Vosniadou (2003) con la intención de entender los procesos de aprendizaje. Según Pozo (1997) el cambio conceptual, explica la sustitución o modificación de los conceptos que posee un individuo, así como a la transformación de los procesos mediante los que se manejan dichos conceptos. De tal manera, que como modelo didáctico, se describe como una comprensión de la situación de enseñanza y aprendizaje desde una perspectiva que vincula los asuntos psicodidácticos.

También se destaca la recurrencia en la literatura, de diferentes modelos asociados a la teoría de aprendizaje significativo (M.S) planteada por Ausubel (1983, 2012) como contraria a la perspectiva educativa tradicional o al aprendizaje por repetición y memorístico. Además, posteriormente, reestructurada por Moreira (2000; 2010; 2012) como aprendizaje significativo crítico, desde donde se vinculan otros principios y la funcionalidad de diversas herramientas metacognitivas y procedimientos didácticos.

Las perspectivas referenciadas previamente, se relacionan en la literatura con diversos modelos como se muestra en la Figura 2.5. Es el caso del modelo de aprendizaje por indagación (M.I) referenciado por Harlen (2013), Devés y Reyes (2007). Además, el modelo para el aprendizaje por descubrimiento (M.D) Bruner (2011) y para el aprendizaje basado en problemas (M.ABP) descrito por Hmelo-Silver y Barrows (2008), Boud y Feletti, (1997). Así mismo, el modelo didáctico tecnológico (M.TEC) o científico (Fernández y Vivar, 2010; Fernández, Elortegui, Rodríguez-García y Moreno, 1997) y un modelo de gran renombre en los últimos veinte años como es el *e-learning* (M.E-L).

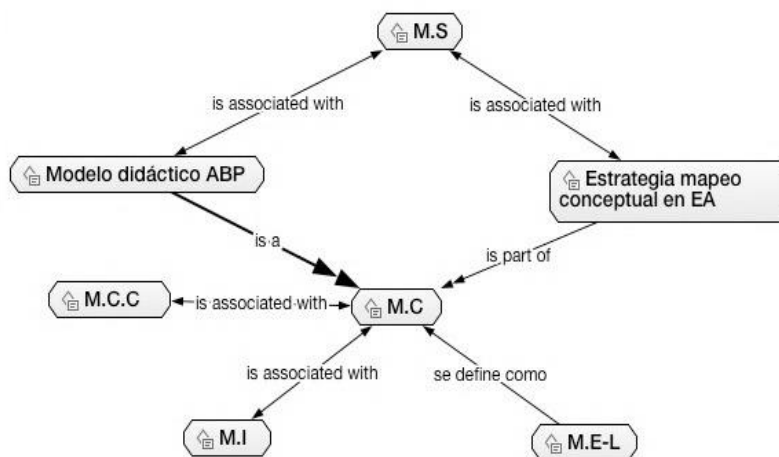


Figura 2.5 Network generado en el proceso analítico sobre las relaciones entre modelos tradicionales.

Se presenta el vinculo entre modelos de tradición Pedagógica y en Didáctica General ubicados en la CD1: constructivista M.C, cambio conceptual M.C.C, aprendizaje basado en problemas M.ABP, significatividad M.S.

Por otro lado, en cuanto a los modelos de dominio disciplinar específico (CD2), se reconocieron una serie de modelos de Didáctica de la Matemática, Didáctica de las Ciencias Experimentales, en TIC y en EA. En la Tabla 2.6, se exponen los modelos de estas 4 áreas y sus respectivas referencias.

Tabla 2.6 Modelos referenciados desde las específicas.

Áreas	Modelos		Referentes
	Código atlas.ti	Nombre formal	
Didáctica de las matemáticas	M.MAT-PRO1	Formación del profesorado en matemáticas 1.	Contreras y Blanco (2001).
	M.MAT-PRO2	Formación del profesorado en matemáticas 2.	Rivilla (1982).
TIC	M.E.D	Ecosistema digital.	Nicol y Macfarlane-Dick, 2006; Gomez, Andersson, Park, Maw, Crook y Orsmond (2013).
	M.TPACK-ID- DIRR	<i>Introduce, Demonstrate, Develop, Implement, Reflect, and Revise.</i>	Lee y Kim (2014).

Didáctica de las ciencias	M.BIO-PRO	Formación del profesorado basado en la reflexión.	Copello Levy y Sanmartí (2001).
	M.EC-PRO	Formación del profesorado en enseñanza de las Ciencias.	Alonso y Mas (2016).
	M.STCM	Colaborativo que vincula científicos y profesores para la enseñanza de las Ciencias Experimentales.	Shein y Tsai (2015); Buckley (2000).
	M.SIS	Sistémico investigativo.	Cañal y Porlán (1988).
	M.PRO-TRANS	Proyectos convergentes transdisciplinares.	Chun, Kang, Kim y Kim (2015).
Educación Ambiental	M.EE	Marco de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (<i>Millennium Ecosystem Assessment framework</i>).	Reid (2006).
	M.EA-U	Para la EA en el contexto universitario.	Romero y Moncada (2007).
	M.INST-EA	Instruccional en EA.	Stapp (1978).
	M.EA-PRO	EA en formación de profesores.	Stapp, Caduto, Mann, y Nowak (1980).
	M.SUS-PRO	Sustentabilidad en formación del profesorado.	Vega-Marcote, Varela-Losada, y Álvarez-Suárez (2015).
	M.STSL	Teoría de sistemas.	McLain (2012); Kolb's (1984).
	M.TREE	Árbol.	Palmer (1998).
	M.ON	Cebolla.	Käpylä (1995).
	M.NS	Escuelas naturales.	Hiidenkivi (2001).
	M.HOU	Casa.	Jeronen y Kaikkonen (2002).
M.EPP	Protección medio ambiental.	Tapio y Willamo (2008).	

M.ECO	Ecología disruptiva.	Wyner (2013).
M.D.SUS	Para el desarrollo sustentable (Finlandia).	Åhlberg (2005).
M.COMPE- EA	Competencias en EA.	Daskolia y Flogaitis (2003).
M.ALFA-EA	Alfabetización ambiental.	Coppola (1999).
M.I.A	Investigadores ambiental.	Schwarz y Gwekwerere (2007).
M.E.V	Escuelas Verdes.	Sureda y Calvo (2001).
M.ST2EEP	Programa de EA (Zimbabwe).	Van Ongevalle, Van Petegem, Deprez y Chimbodza (2011).
M.AM-CU	Ambientalización curricular.	Bonil, Calafell, Granados Sanchez, Junyent y Tarín (2012).
M.CON-SUS	Conservación y sustentabilidad.	Welch-Devine, Hardy, Brosius y Heynen (2014).
M.PSIR	Cadena causal en medio ambiental.	Carr, Wingard, Yorty, Thompson, Jensen y Roberson (2007).
M.FIN-PRO	Responsabilidad ambiental en profesorado (Finlandia).	Hungerford y Volks (1990).

Se destaca que los modelos propios de las didácticas específicas están enmarcados en sus epistemologías. Por ejemplo el modelo para la formación del profesorado en Didáctica de la Matemática (M.MAT-PRO2) propuesto por Rivilla (1982), se caracteriza por tener planteamientos integrales, que parten de las concepciones de modelo didáctico referenciadas por autores propios del momento histórico (década de los 80). Además, cuenta con una detallada delimitación conceptual. Este autor logra un desarrollo concienzudo en relación con la estructura. Por su parte, también se fundamenta en los tipos de conocimiento que debe tener el profesor de matemáticas y toma de referencia autores como Shulman (1987)

desde el principio de *Pedagogical Content Knowledge (PCK)* o conocimiento pedagógico/didáctico del contenido por su traducción (véase capítulo 1).

Por otra parte, en vista de que los modelos instruccionales han tenido como campo directo de acción las TIC en los últimos 20 años, se reportaron modelos como el de ecosistema digital (M.E.D) de Nicol y Macfarlane-Dick (2006), Gomez, Andersson, Park, Maw, Crook y Orsmond (2013) o el modelo M.TPACK-IDDIRR (*Introduce, Demonstrate, Develop, Implement, Reflect, and Revise*) de Lee y Kim (2014). En ambos casos, se desarrollan secuencias de enseñanza y aprendizaje, además, se han aplicado en diferentes contextos educativos: primaria, secundaria y educación universitaria, donde la planeación estratégica y la estructuración metodológica cobran gran importancia.

En la Didáctica de las Ciencias Experimentales, se rastrearon modelos que vinculaban el componente disciplinar, epistemológico y didáctico, como es el caso del modelo de formación del profesorado para la enseñanza de las ciencias (M.EC-PRO) propuesto por Copello, Levy y Sanmartí (2001). Así mismo, otros investigadores como Cañal y Porlán (1998) con el modelo M. SIS, desde donde abordaron la necesidad de repensar la enseñanza de las Ciencias desde la teoría de sistemas de Bertalanfy (1976) al entender y explicar las dinámicas de aula con sistemas dinámicos:

La estructura formal de un aula es semejante, por lo que proponemos la caracterización del sistema-aula, que pueda denominarse GNOSISTEMA (si resulta útil el empleo de un término específico) como un sistema compuesto por elementos humanos que mantienen relaciones entre sí y con el contexto del aula (Cañal y Porlán, 1998, p.55).

Estos autores, vinculan su postura a otra de naturaleza constructivista como es la investigación en el aula, desde donde se presenta una profusa conceptualización y delimitación en la relación entre los alumnos, los profesores, el contexto, el procesos de enseñanza y aprendizaje, la secuencia de estrategias y actividades que ofrece este modelo.

En esta misma área, hay un modelo colaborativo caracterizado por la vinculación de científicos y profesores de Ciencias Experimentales (M.STCM) desarrollado por Shein y Tsai (2015) y Buckley (2000), el cual reformula el currículo con unas dinámicas específicas para favorecer la construcción escolar del conocimiento y el diálogo de saberes y quehaceres. Cabe mencionar, que desde esta perspectiva también se dinamizan múltiples conocimientos: disciplinares, curriculares, pedagógicos, tecnológicos y del contexto.

Ahora bien, de los 60 modelos ubicados en la literatura, 19 (31.3%) estaban explícitamente vinculados a la EA. Es preciso mencionar el modelo para el Marco de Evaluación de los

Ecosistemas del Milenio *Millennium Ecosystem Assessment framework* (M.E.E) planteado por Reid (2006) como una forma de explicar los vínculos a corto y largo plazo entre las personas y el medio ambiente a nivel local, regional y mundial. El marco del modelo M.E.E parece ser adecuado para enseñar temas globales, pero también puede usarse para enseñar el uso de recursos en una región específica, para analizar los impulsores del cambio y para identificar oportunidades de intervención. Se precisa mencionar que este marco fue rápidamente adoptado e integrado diversos escenarios universitarios (Fortuin, van Koppen y Leemans, 2011).

En segundo lugar, está el modelo desarrollado por Romero y Moncada (2007) codificado como M.EA-U, el cual está pensado para incorporarse en el currículo universitario. Según los autores, tiene connotaciones constructivistas y está caracterizado por dos niveles como se presenta en la Figura 2.6: El conceptual y el metodológico. El nivel conceptual está fundamentado en principios orientadores, entre los que destacan el paradigma de la complejidad, la sustentabilidad y la interdisciplinariedad. Por otra parte, el nivel metodológico considera los centros de interés de los estudiantes, además del aspecto didáctico.

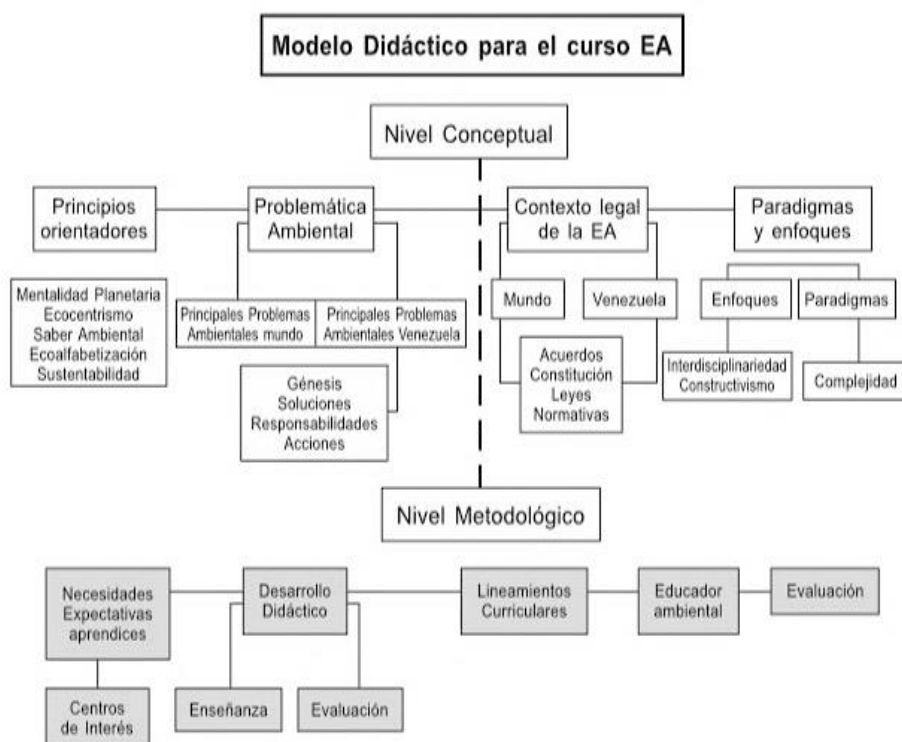


Figura 2.6 Descripción de modelo didáctico planteado por Romero et al. (2007).

Otros modelos transitan de lo unidisciplinar (es decir de un área de conocimiento) a lo interdisciplinar e incluso transdisciplinar. Es así como Stapp (1978) planteó un modelo instruccional que apuntaba a responder diferentes objetivos relacionados con la conciencia ambiental, conocimientos sobre el medio ambiente, resolución de problemas y autoconocimiento. Este autor, reconoce que es fundamental la reestructuración curricular para favorecer el diálogo de saberes, la progresión conceptual y de valores ambientales desde los niveles educativos inferiores hasta el bachillerato.

En una investigación posterior Stapp, Caduto, Mann, y Nowak (1980) planteron un diseño instruccional en el que se interrelacionan tres tipos de competencias en la formación de docentes en EA: las competencias relativas al conocimiento en ciencias básicas, las competencias para comprender las relaciones entre los ecosistemas y la cultura y las competencias educativas. Este trabajo es relevante puesto que según los autores, se aplicó con docentes en formación para el desarrollo de programas en EA desde la perspectiva transdisciplinar.

Es preciso mencionar modelos altamente transformadores de las dinámicas educativas, desde donde se dinamizaron los principios formativos en EA. Es el caso del modelo de las escuelas verdes (M.E.V) conceptualizadas en profundidad por Sureda y Calvo (2001), cuya estrategia curricular está basada en los modelos pluridisciplinares de Hungerford, Peyton y Wilke (1980). El modelo de escuelas verdes se fundamenta en la determinación de un plan de acción que responda a procesos de monitoreo y diagnóstico ambiental, es decir, a las necesidades del contexto. Además, se le da protagonismo a la función comunitaria y colaborativa, tanto en el ámbito académico como administrativo.

Así mismo, se ubicaron una serie de modelos didácticos finlandeses. Es preciso mencionar tres modelos en particular:

- Modelo *onion* (Käpylä, 1995) descrito por 4 niveles desde el más interno fundamentado en la experiencia con el medio ambiente como esencia de la EA, hasta el más externo reflejado en las acciones. A continuación en la Figura 2.7 se presenta el esquema explicativo de los autores donde en el nivel más externo se ubican los conflictos y acciones medio ambientales, posteriormente los significados sociales sobre el medio ambiente y las reglas (explícitas o implícitas), además, el medio ambiente como un todo, además, en el nivel más interno ubica la experiencia en el medio ambiente desde los sentidos.

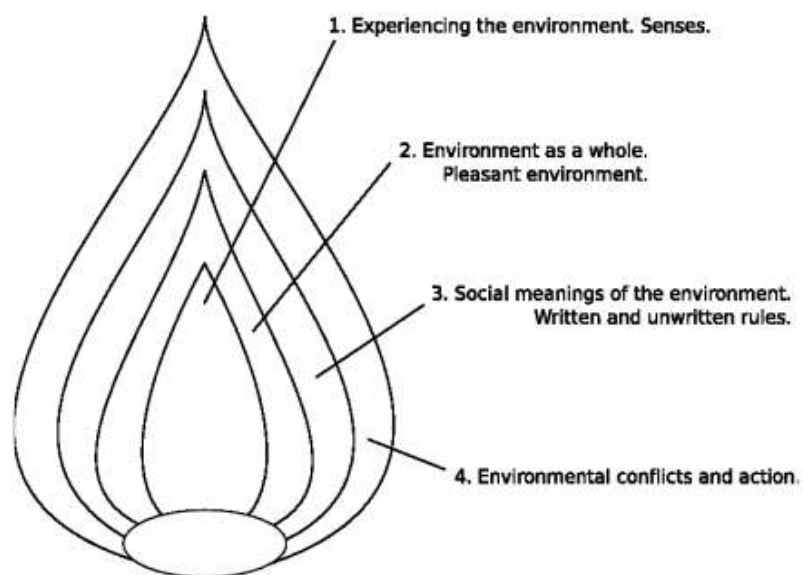


Figura 2.7 Presentación del modelo *onion*. Tomado de Käpylä (1995)

- el modelo *tree* de Palmer (1998) y Plamer y Neal (2003) (Figura 2.8) quienes consideran que las implicaciones de la EA provienen de diferentes ideologías o perspectivas sobre las causas de los problemas ambientales (Palmer, 1998). Así que este autor recomienda que todos los componentes del modelo de la EA deben abordarse de manera sistemática: sobre el medio ambiente, en el medio ambiente y para el medio ambiente, a partir de la problematización orientada a la acción socialmente crítica.

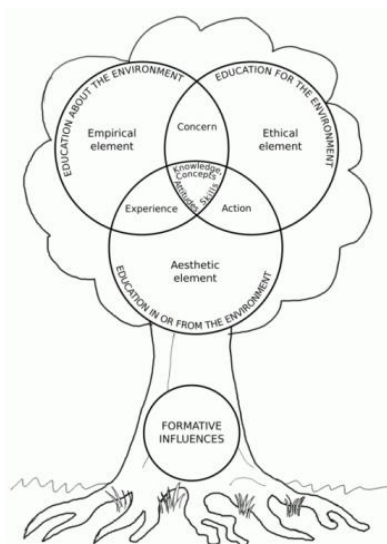


Figura 2.8 Esquema explicativo del modelo *tree*. Tomado de Palmer (1998).

- Modelo *house* (Jeronen y Kaikkonen, 2002). Como se muestra en la Figura 2.9, está basado en la idea de que el desarrollo de los sentidos y las emociones son cruciales en la EA. Desde este modelo se considera que los principales objetivos en la EA son fomentar la sensibilidad ambiental, para aprender la conciencia y el conocimiento ambiental y para adquirir una responsabilidad que permita a las personas resolver problemas ambientales.



Figura 2.9 Modelo *house*. Tomado de Jeronen y Kaikkonen (2002).

Desde el fundamento de este último modelo, Åhlberg (2005) planteó el modelo para el desarrollo sustentable, donde la biodiversidad, los problemas ambientales y el concepto de sustentabilidad son temas centrales. Asimismo, estos modelos plantean la resignificación de las dinámicas escolares mediante diferentes metáforas y las formas de concebir el medio ambiente, para encaminar procesos educativos.

Por otra parte, el modelo de aprendizaje basado en contexto (M.B.C) referenciado por Elder (2003) y Sobel (2004), también tiene fundamentos transdisciplinarios, pues se pretende que el ambiente cercano, local se convierta en el elemento integrador del proceso educativo de los alumnos; en palabras de Sobel (2004) esta perspectiva "ayuda a los estudiantes a desarrollar vínculos más fuertes con su comunidad, mejora la apreciación de los estudiantes por el mundo natural y crea un mayor compromiso para servir como ciudadanos activos y contribuyentes" (p.7).

Por otro lado, queremos destacar el modelo para la ambientalización curricular (M. AM-CU) planteado por Bonil, Calafell, Granados Sanchez, Junyent y Tarín (2012). Puesto que es referente para esta tesis doctoral, ya que aporta claridad frente al proceso de diseño de

un modelo de formación al tener en cuenta diferentes aspectos constitutivos. Los autores consideran que “la ambientalización curricular es un proceso reflexivo y de acción orientado a integrar la EA en el desarrollo curricular. Este proceso debe además permitir el análisis del contexto socioambiental y la búsqueda de alternativas coherentes con valores de sostenibilidad” (Bonil et al., 2012, p. 146). Además, reconocen 4 esferas: la conceptual, la creativa, la didáctica y la investigativa.

2.5.3 Contexto Educativo

En relación con el nivel o contexto educativo en el cual se ubican los modelos, en la primera subcategoría CT1 se organizaron aquellos diseñados para la educación primaria, secundaria y bachillerato; el CT2 incluye aquellos que son planteados para el contexto de educación universitaria y finalmente los CT3 los que responden a procesos de formación del profesorado de cualquier nivel. En la Figura 2.10 se muestra la frecuencia de cada una de estas subcategorías.

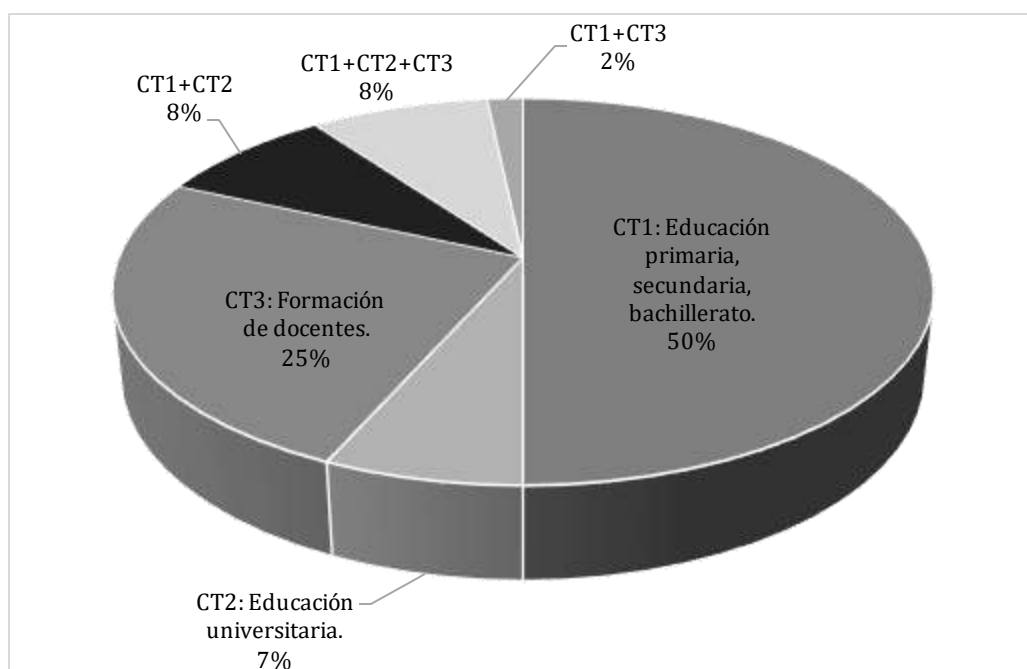


Figura 2.10 Porcentaje de modelos reportados en la literatura vinculados a cada contexto educativo.

Podemos decir que el 50% de los modelos están planteados para la educación primaria, secundaria y el bachillerato; ahora bien, un número reducido está orientado a la educación universitaria (7%), lo que muestra que no hay evidencia tangible y concisa de que el estudio de los modelos de enseñanza haya sido un tema de interés en el contexto universitario durante los últimos 30 años. Por otro lado el 25% de los modelos fueron planteados y/o aplicados en procesos de formación del profesorado, los cuales son de especial interés para esta

tesis doctoral. A su vez, un 18% de los modelos analizados, se han puesto en marcha en contextos educativos diversos, de Educación Primaria, Secundaria y/o Universidad.

2.5.4 Fundamentos teóricos

Para la categoría de fundamentos teóricos se tuvieron en cuenta los constructos que cimientaban los modelos en términos de teorías psicoeducativas FT1, didácticas FT2, sociales/antropológicas FT3 o marcos integradores FT4. Cabe resaltar que esta última tiene un espectro amplio de teorías que los sustentan, por lo tanto los modelos con esta fundamentación incluyen las demás subcategorías e incluso otras periféricas como la teoría de sistemas, ingenieriles, humanistas.

Así que el ejercicio de agrupación en las subcategorías da cuenta de algo muy particular y es que de los 60 modelos referenciados, más del 50% tienen marcos integradores, lo que es un indicador de las múltiples perspectivas teóricas que tienen los modelos, además, de la necesidad de incorporar estas para responder a las realidades educativas particulares. Otro factor determinante, es que la mayoría de los modelos desarrollados a partir de 1990 se preocupan por la incorporación de diferentes dominios disciplinares (Ciencias Experimentales, Ciencias Sociales, humanidades, TIC) y que el conocimiento en didáctica indiscutiblemente requiere de estudios sociales, antropológicos y el aporte de la psicología para aproximarse al proceso de aprendizaje y a la metacognición, lo cual deberá ser tenido en cuenta para el diseño de un modelo propio.

2.5.5 Sistema conceptual

En relación con esta categoría es necesario profundizar aún más sobre los conceptos implicados en la acción educativa. En primer lugar están los sujetos: alumnos, profesores, expertos, directivos, padres de familia. En segundo lugar están los procesos: curriculares, enseñanza, aprendizaje, evaluación. Y en tercer lugar está el contexto y sus múltiples fenómenos.

Así que, en la subcategoría SC1 se ubican aquellos modelos que contemplan las relaciones lineales y unidireccionales entre los sujetos implicados en la acción educativa, es decir, se mantiene el docente como sujeto de poder y aquel que controla la dinámica escolar, y los alumnos como sujetos pasivos que reciben instrucciones y procuran el dominio conceptual. De tal manera que en esta subcategoría se ubicó el modelo transmisionista o tradicional (M.T).

Sin embargo, la lectura sobre los principios que constituyen los modelos permitió reconocer que hay una preocupación por la dinamización de los conceptos inherentes al sistema y a la acción educativa. Así que la subcategoría SC2 recoge modelos donde está presente la reestructuración de los ambientes de aprendizaje y en otros casos el intercambio en el protagonismo alumno-profesor que es claro en el modelo constructivista M.C, para el cambio conceptual M.C.C., para la significatividad M.S y por supuesto en el *e-learning* M. E-L.

2.5.6 Estructura

La estructura de un modelo puede tener, en primera instancia, lo que Reigeluth (1979) denominó epítome (que a su vez hace parte de la subcategoría estructura ES1) que según este autor tiene dos funciones: la primera es sintetizar el tema de estudio de un curso o del currículo, y la segunda es hacer énfasis en un único tipo de contenido. Dichos contenidos pueden ser de tres tipos: conceptos, procedimientos o principios y las definiciones que el autor hace de estos son:

Un concepto es un conjunto de (a) objetos, eventos o ideas que tienen ciertas características en común. Conocer un concepto implica ser capaz de identificar, reconocer, clasificar o describir lo que es algo. Un procedimiento es un conjunto de acciones que están destinadas a lograr un fin. A menudo se denomina una habilidad, una técnica o un método. Conocer un procedimiento implica saber cómo hacer algo. Un principio es una relación de cambio: indica la relación entre un cambio en una cosa y un cambio en otra cosa. Describe causas o efectos identificando lo que sucederá como resultado de un cambio dado (el efecto) o por qué sucede algo (la causa) (Reigeluth, 1979, p.10).

En este sentido la mayoría (el 60%) de los modelos se ubicaron en esta subcategoría, pues los diseñadores de modelos buscan la consolidación y la estructuración o síntesis por medio de esquemas explicativos que hagan referencia a los principios y organización. Cabe resaltar que algunos de los modelos incluidos en el estudio, tienen un nivel de estructuración, pero que se enfocan en objetivos y en planteamiento de estrategias y procedimientos metodológicos.

La subcategoría estructura ES2 (20% de los modelos) que se refiere al alcance del modelo en términos de objetivos o competencias y habilidades. Sin embargo, en el caso de formación del profesorado la mayoría se refieren a conocimientos tanto disciplinares como didácticos y curriculares, lo cual nos va dando luces sobre los conocimientos a los que se debería apuntar en el diseño e iteración del modelo de formación de docentes.

Así mismo, la tercera subcategoría ES3 (20% de los modelos) se refiere a las estrategias didácticas y las actividades. Según Sims y Koszalka (2008), estas facilitan la generación de diseños o modelos instruccionales. Con respecto a las actividades, Perkins y Salomon

(1992) reconoce que “deberían ser muy interesantes y atractivas en sí mismas porque alimentan otros logros relativos al aprendizaje del alumno” (p. 45).

Por su parte Coll, Martín, Mauri, Miras, Onrubia, Solé y Zabala (1997) entienden que “las estrategias de control o alto nivel: metacognición, planificación, evaluación, revisión, creación, son extremadamente dependientes del influjo estimulador e incluso educativo del medio ambiente que rodea la vida de cada individuo” (citado por Sevillano, 2008, p.2). Este último autor agrega que las estrategias de aprendizaje son definidas como “las operaciones mentales empleadas para facilitar la adquisición de conocimiento, y añade dos características esenciales: que sean directas o indirectamente manipulables y que tengan un carácter intencional o propositivo” (Sevillano, 2008, p. 2).

Particularmente en EA, se identificaron una amplia gama de estrategias como aporte significativo para este estudio, pues algunas podrían ser utilizadas en la etapa de diseño del modelo para la formación del profesorado. Así que a continuación se exponen y relacionan dichas estrategias en la red semántica expuesta en la Figura 2.11.

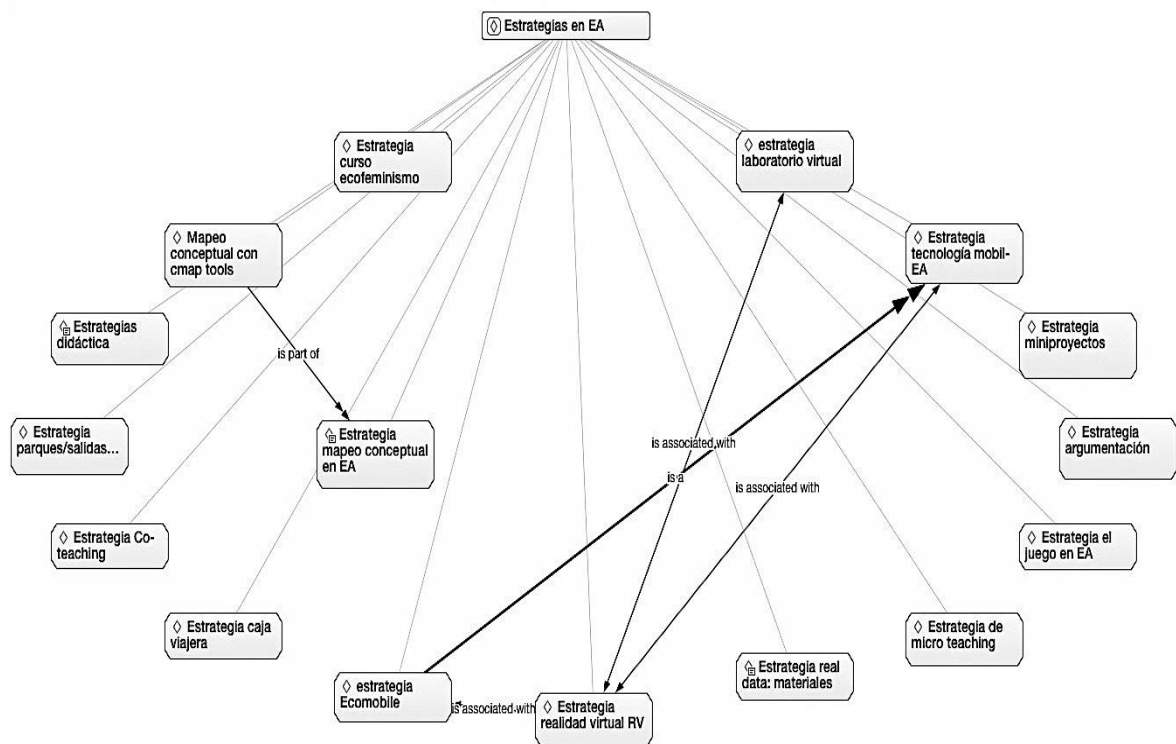


Figura 2.11 Estrategias didácticas en EA referenciadas en la literatura.

2.5.7 Validación

Se entiende la validación como los mecanismos utilizados para reconocer el efecto que la aplicación de un modelo genera en un contexto educativo. Cabe mencionar que equívocamente los modelos pueden ser asumidos como representaciones generalizables, puesto que algunos de los más reconocidos en el ámbito investigativo y escolar, se han replicado en múltiples contextos. Sin embargo, los modelos ubicados en la literatura especialmente en EA, son modelos particulares que se aproximaron a la transformación de procesos educativos puntuales y cuya generalización no es una cuestión condicionante.

En efecto, los 60 modelos fueron organizados en dos grupos según los mecanismos de validación. En primer lugar está la validación teórica reflexiva (subcategoría VA1) y en segundo lugar, la validación mediante procesos de investigación cualitativa, cuantitativa o mixta (subcategoría VA2). Cabe resaltar que algunos modelos tienen los dos tipos de validaciones.

Con respecto a la subcategoría VA1, los modelos sociales definidos por Joyce y Wail (1985) hacen un planteamiento y recogen información desde diferentes fuentes para la estructuración y explicación detallada de sus dinámicas. Destacan también las conclusiones de Joyce *et al.* (2002) indicaron que el trabajo cooperativo fortalece los vínculos entre los pares, las recompensas se comparten y se generan sentimientos mucho más positivos hacia las tareas, el aprendizaje en sí y los demás miembros del grupo, fortaleciendo la imagen personal de cada estudiante. Esto es sin duda una reflexión sobre las cualidades de este tipo de modelos y el efecto en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Además, los estudiantes conforman grupos cooperativos se acrecienta el compromiso de ellos hacia las metas de aprendizaje, reduciéndose el ensimismamiento y desarrollándose una mayor responsabilidad con respecto al aprendizaje personal.

Otro ejemplo que encajaría dentro de la categoría VA1 es el modelo de aprendizaje basado en contexto (M.B.C) descrito por Dopico y García-Vázquez (2011) como:

La experiencia de aprendizaje que aquí se presenta pretende crear nuevas perspectivas para la ciencia y la educación ambiental en contextos educativos, tanto dentro como fuera de la escuela. Nuevos espacios donde profesores y estudiantes pueden involucrarse en el entorno ecológico y reflexionar juntos sobre las diferentes maneras en que los individuos, las comunidades y el ambiente trabajan juntos (Mueller y Bentley, 2009). En este estudio, los estudiantes que participan en iniciativas de Educación Continua, asumiendo el papel de estudiantes investigadores y desarrollando sus conceptualizaciones de ecojusticia, también han aprendido elementos para los cuales las prácticas agrícolas son sostenibles con la conservación de ecosistemas y recursos naturales. Igualmente, si no más im-

portante, es posible mantener una relación amistosa y virtuosa con el entorno natural, experimentando estilos de vida culturales que son beneficiosos tanto para las personas como para los ecosistemas. Este conocimiento científico y la alfabetización influyen positivamente en los atributos ambientales (p. 323).

Ahora bien, en relación con la subcategoría VA2, hay una amplia gama de reportes e informes investigativos sobre la implementación de los modelos. Cabe mencionar el modelo de proyectos convergentes transdisciplinarios (M.PRO-TRANS) para la enseñanza de las Ciencias Experimentales propuesto por Chun et al. (2015) quienes después de llevar a cabo la propuesta con 40 alumnos, aplican un cuestionario y responden a ciertas categorías de análisis relativas al trabajo de laboratorio y salidas de campo.

El modelo codificado como M.TPACK-IDDIRR para el desarrollo del Conocimiento Pedagógico del Contenido en tecnología desarrollado por Lee y Kim (2014) quienes se proponen no sólo desarrollar un modelo, sino también aplicarlo e investigar cómo el modelo podría ser usado en la formación de profesores de preescolar. Así que eligieron un enfoque de estudio de caso para generar una comprensión desde la singularidad.

Esta categoría de validación además, permitió reconocer los aspectos que son evaluados en la aplicación de un modelo. En este sentido, Gagné (2013) considera que la categorización para el análisis en la implementación de un modelo (instruccional) debe tener en cuenta objetivos, información verbal, habilidades intelectuales y estrategias cognitivas. Por su parte, Merrill (2002) enfatiza en la importancia de usar o encontrar hechos, conceptos, procedimientos o principios. Además, de cada una de las categorías individuales de resultados de aprendizaje, el diseñador es capaz de analizar y prescribir las condiciones de instrucción necesarias para un aprendizaje efectivo.

Así mismo, Sarma (2012) propone que la evaluación integral requiere una retroalimentación continua en todos los niveles de planeación. Desde la perspectiva de este autor, implica la recogida de datos o información para la reflexión y la revisión sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje, el programa como tal, las clases e incluso el sistema en su totalidad. Además, puntualiza que la eficacia de una innovación en EA debe considerar las concepciones de medio ambiente que se están promoviendo, las actitudes frente a la situación planetaria y a la vida y las habilidades para generar cambios.

De otra manera, Sims (2006) en la medición o validación de un modelo instruccional en TIC, puntualiza sobre una serie de aspectos como: estilos de aprendizaje, complementos de los cursos, actividades cognitivas, roles, efectos audio visuales, diseño para el aprendizaje.

Winther, Volk, y Shrock (2002) describen el estudio cualitativo referente a la implementación de un programa en EA, que además, referencia un modelo teórico el cual soporta dicho programa para la formación de profesores, donde se tuvieron en cuenta variables como: la motivación de los profesores, percepción de los profesores sobre el proceso de formación, percepciones de los profesores sobre aspectos administrativos y soporte entre pares y la implementación del programa desde la perspectiva de los profesores.

En tanto, Stapp, Caduto, Mann y Nowak (1980) (modelo M. INST-EA) mencionan que en relación con la EA, es imprescindible la adquisición de actitudes positivas frente al medio ambiente, además, la reorganización, análisis y clarificación de los valores personales concernientes al medio ambiente. Y finalmente, el desarrollo de habilidades que favorezcan una vida armoniosa con el medio.

En relación con la formación del profesorado Vega-Marcote, Varela-Losada y Álvarez-Suárez (2015) (modelo M.SUS-PRO) evalúan su modelo sobre educación para el desarrollo sustentable desde competencias básicas como: construcción de nuevos principios de sustentabilidad; la comprensión de las conexiones entre el medio ambiente y lo social, económico y cultural; la multiperspectiva local global; el desarrollo de iniciativas para que los estudiantes analicen los conflictos socio ambientales y encuentren alternativas de gestión; y la promoción de practicas sustentables en diferentes contextos y culturas.

Cabe mencionar que en este mismo contexto investigativo (formación del profesorado) autores como Ben-Peretz (2011); Grossman (1990) y Tamir (1991) abordan la profesionalización docente en términos de desarrollo de conocimiento en diferentes áreas o dominios: conocimiento del contenido de interés; conocimiento de los alumnos y su proceso de aprendizaje; conocimiento en didáctica general y específica; conocimiento del currículum; conocimiento del contexto y conocimiento de si mismo. También, Bennett's (1997) adopta un marco teórico para el desarrollo genérico de habilidades. Este modelo identifica cuatro niveles y procesos que implican el desarrollo personal y profesional: manejo de tareas, manejo de los otros, manejo de sí mismo y manejo de la información.

2.6 Síntesis

Desde el punto de vista teórico, la RSL posibilitó una aproximación más rigurosa, al tema puntual de los modelos didácticos/de enseñanza/instruccionales de forma genérica hasta

aquellos planteados especialmente para la formación de docentes. El análisis de los 60 modelos, permitió el reconocimiento de algunos aspectos determinantes para el diseño de un modelo propio desde donde se puedan encaminar procesos de formación de docentes sobre cuestiones ambientales.

Es así como consideramos que el modelo deberá tener en cuenta componentes estructurales y sociales, así como las fases formativas y las unidades de gestión (estrategias didácticas y actividades) que lo componen. En lo relativo a las cuestiones ambientales los modelos identificados dan cuenta de la necesidad de abandonar las ideas de linealidad disciplinar y apostar porque se entienda el mundo en términos de sistemas altamente dinámicos, interactivos e interdependientes.

La RSL permitió articular el conocimiento sobre el medio ambiente con su enseñabilidad, lo cual es reiterativo en modelos propios del contexto de formación de docentes. Habrá que dejar de manifiesto la necesidad de profundizar en el currículo y en los principios y enfoques didácticos innovadores de las aulas y espacios de enseñanza y aprendizaje tradicionales. De tal manera que, en el capítulo 3 se presenta el diseño del modelo para la formación de docentes en EA. Finalmente y a manera de síntesis, la Tabla 2.7 presenta la relación de los 60 modelos didácticos identificados en la RSL con las categorías y subcategorías de análisis.

Tabla 2.7 Caracterización de los modelos a partir de las categorías y subcategorías de análisis.

	Modelos		Delimitación Conceptual		Campo Disciplinar			Contexto			Fundamentos Teóricos				Sistema Conceptual		Estructura			Validación	
	Etiqueta atlas.ti	Grupo atlas.ti	DC1	DC2	CD1	CD2	CD3	CT1	CT3	CT4	FT1	FT2	FT3	FT4	SC1	SC2	ES1	ES2	ES3	VA1	VA2
1.	Conductual	M.CON	X	X	X			X	X		X				X		X		X	X	
2.	Jurisprudencial	M.JUR	X	X	X			X	X		X				X		X		X	X	
3.	Personal	M.PER	X	X	X			X	X		X				X		X		X	X	
4.	Social	M.SOC	X	X	X			X	X		X					X	X		X	X	
5.	Procesamiento de la información	M.PRO-INF	X	X	X			X	X		X				X		X		X	X	
6.	Tradicional	M.T	X	X	X			X	X	X	X				X				X	X	X
7.	Constructivista	M.C	X	X			X	X	X	X				X		X		X	X	X	X
8.	Cambio conceptual	M.C.C	X	X	X			X	X	X	X	X				X			X	X	
9.	Significatividad	M.S	X	X	X			X	X	X	X	X				X		X	X	X	X
10.	Investigación/Indagación	M.I		X			X	X						X		X	X	X	X	X	X
11.	Aprendizaje basado en problemas	M.ABP		X			X	X			X	X				X	X	X	X	X	X

12.	Descubrimiento	M.D		X		X		X		X	X	X				X	X	X	X	X	X
13.	E-learning	M.E-L	X	X			X	X	X	X				X		X	X	X	X	X	X
14.	Experiencial	M.EX		X			X	X						X		X			X	X	
15.	Tecnológico o científico	M.TEC	X		X			X						X	X			X		X	
16.	Sistémico	M.SIS	X	X			X	X						X		X	X	X	X	X	X
17.	Conservación sustentabilidad	M.CON-SUS	X			X		X			X	X				X		X	X	X	
18.	ADDIE	M.ADDIE		X	X					X				X		X	X	X		X	X
19.	Colaborativo científico-profesor	M.STCM		X		X		X			X	X				X	X	X	X		X
20.	Ambientalización curricular	M.AM-CU	X	X		X			X					X		X		X	X	X	X
21.	ST2EEP	M.ST2EEP	X	X			X			X				X		X		X	X		X
22.	Escuelas verdes	M.E.V	X	X			X	X						X		X	X	X	X	X	X
23.	Artesano humanista	M.A.H	X		X				X				X			X			X	X	
24.	Investigación ambiental	M.I.A	X	X			X			X				X		X		X	X	X	X
25.	Reflexión acción	M.R.A	X		X					X		X			X			X	X	X	

26.	Modelo de Jonassen	M.J	X		X			X						X		X	X	X	X	X	
27.	Modelo de Kemp	M. K	X	X	X			X			X	X				X	X	X	X	X	
28.	Modelo para la alfabetización ambiental	M.ALFA-EA	X	X			X	X						X		X	X	X	X	X	
29.	ASSURE	M.ASSURE		X	X			X						X		X		X	X	X	X
30.	Basado en el contexto	M.BC	X				X	X						X		X		X	X	X	
31.	Basado en competencias ambientales	M.COMPE-EA	X	X			X			X				X		X	X	X	X	X	
32.	Para el desarrollo sustentable	M.D.SUST	X			X		X						X		X	X	X	X	X	
33.	Causalidad	M.DPSIR	X			X		X						X		X	X	X	X	X	
34.	Ecología disruptiva	M.ECO	X			X		X						X		X	X	X	X		X
35.	Proceso de protección del medio ambiente	M.EPP	X			X		X						X		X	X	X	X		X
36.	Casa	M.HOU	X			X		X			X					X	X	X	X	X	
37.	Sistema instruccional	M.IPSD		X	X			X			X	X				X			X	X	
38.	Para la calidad educativa	M.MCSE	X		X			X			X	X	X		X		X	X	X		X
39.	Ajuste educativo	M.MISE	X		X			X			X	X			X		X	X	X	X	

40.	Escuelas de la naturaleza	M.NS	X			X		X			X	X				X		X			X	
41.	Cebolla	M.ON	X			X		X						X		X	X	X	X	X	X	
42.	Profesionalización docente	M.PRO	X	X	X					X				X		X	X	X	X	X	X	
43.	Proyectos convergentes transdisciplinarios	M.PROY-TRANS		X			X	X						X		X		X	X			X
44.	Servicios de aprendizaje/interdisciplinar en ciencias ambientales	M.STSL	X	X			X	X						X		X	X	X	X	X	X	X
45.	Desarrollo sustentable en formación de profesores	M.SUS-PRO	X	X		X				X				X		X	X	X	X	X		X
46.	Conocimiento pedagógico del contenido en tecnología	TPACK-ID-DIRR	X	X		X				X				X		X	X	X	X	X		X
47.	Árbol	M.TREE	X			X		X						X		X		X	X	X		
48.	Educación ambiental en la formación del profesorado	M.EA-PRO	X			X				X	X	X				X	X	X	X	X		
49.	Modelo de formación del profesorado sobre naturaleza de las ciencias	M.EC-PRO		X		X				X		X				x		X	X			X
50.	4-5E	M.E	X	X	X			X			X	X				X	X	X	X	X		
51.	6 Espejos	M.SMC	X	X			X	X						X		X	X	X	X	X		X
52.	Expontaneista activista	M.EX-AC	X		X			X			X	X				X		X	X			X

53.	Formación del profesorado de Biología	M.BIO-PRO		X		X				X	X	X				X	X	X	X	X	
54.	Instruccional en EA	M.INST-EA	X	X		X		X						X		X	X	X	X	X	
55.	EA en el contexto universitario	M.EA-U		X		X		X		X	X					X		X	X		X
56.	Evaluación de ecosistemas	M.E.E	X			X		X		X	X					X	X	X	X	X	
57.	Ecosistema digital	M.E.D		X		X		X			X	X				X	X	X	X	X	
58.	Formación del profesorado matemáticas	M.MAT-PRO1	X			X				X				X		X		X	X	X	
59.	Formación del profesorado matemáticas	M.MAT-PRO2	X	X		X				X	X	X				X	X	X	X	X	X
60.	Formación del profesorado Finlandia	M.FIN	X	X		X				X				X		X	X	X	X	X	

CAPÍTULO 3. Modelo de formación docente en Educación Ambiental

Esto sabemos. Todo está conectado, como la sangre que une a una familia.

Lo que le acaece a la tierra, acaece a los hijos e hijas de la tierra.

El hombre no tejió la trama de la vida, es una mera hebra de la misma.

Lo que le haga a la trama, se lo hace a sí mismo.

Ted Perry (inspirado en el Jefe Seattle).

3.1 Introducción

En este capítulo presenta el modelo de formación inicial y continua de docentes para la alfabetización ambiental, el cual se diseñó a partir de la RSL. Así que en primera instancia, describiremos el modelo, de acuerdo a sus sistemas, fases y componentes estructurales. En segunda instancia, explicaremos algunos aspectos importantes sobre su contextualización y describiremos aquellas cuestiones relevantes que hemos tenido en cuenta para aplicarlo en procesos de formación de diferentes grupos de docentes en la Universidad de Valladolid y a través del CFIE (Centro de Formación e Innovación del profesorado) de la ciudad.

Particularmente, el modelo se define como una representación del proceso de formación de docentes, donde se tiene el interés de abordar cuestiones ambientales relevantes en el contexto europeo. Se ha concebido como una herramienta de planificación que pretende poner en perspectiva la formación de maestros (primaria) y profesores (secundaria y bachillerato) comprometidos y críticos frente a las problemáticas ambientales.

A su vez, el modelo apunta hacia la articulación lógica, coherente y formal entre la teoría y práctica de los docentes en activo y en formación inicial. En esencia, es una representación de los procesos y espacios educativos con miras al desarrollo de experiencias de formación e investigación colaborativa sobre EA.

3.2 Caracterización genérica del modelo

Esta caracterización como se mencionó anteriormente, ahonda sobre los niveles de organización del modelo: sistemas, fases y componentes estructurales. Para explicar detalladamente estos, empleamos la metáfora de la geometría toroidal como se muestra en la Figura 3.1, donde la parte interior del toroide, señalada con una flecha roja, describe y explica la formación de docentes (mediante el modelo) y la parte externa, indicada con la flecha amarilla, se refiere a las múltiples y diversas realidades de los centros educativos. Las interacciones entre lo interno y lo externo son dinámicas: la formación de docentes –de manera directa o indirecta, a mediano o largo plazo- se proyecta hacia los centros educativos y a su vez los requerimientos de estos retroalimentan la formación de docentes y nos ayudan a identificar acciones de mejora.

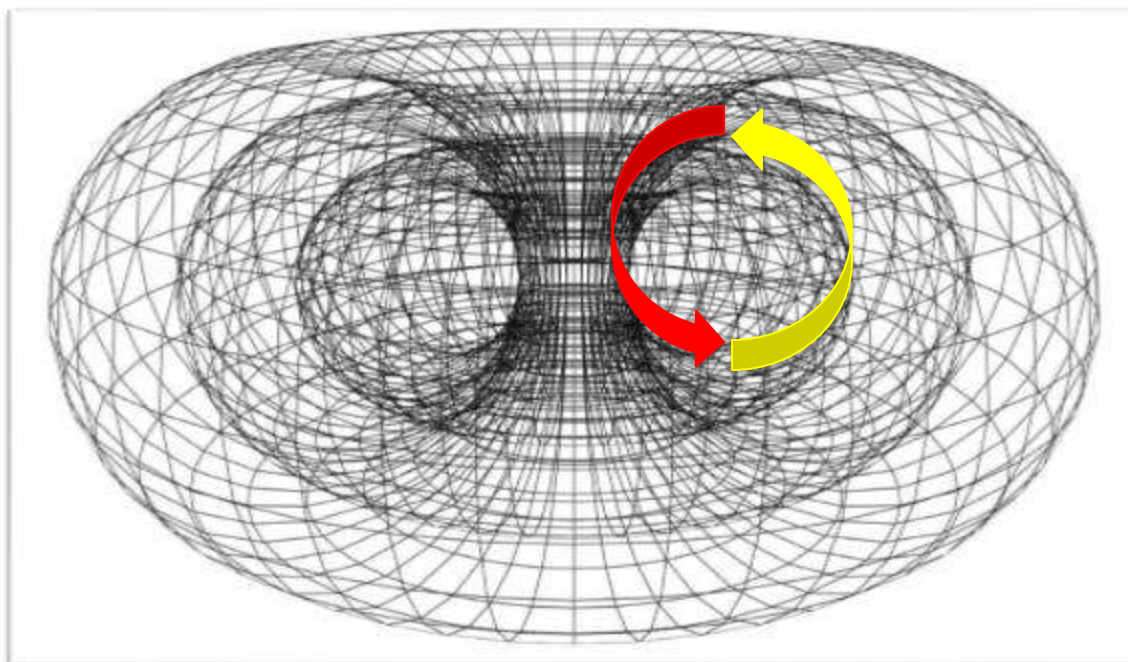


Figura 3.1 Forma geométrica toroidal como metáfora de la estructura del modelo. Elaboración propia.

La parte interna del toroide, a través de cortes transversales, como se muestra en la Figura 3.2, refleja dos sistemas: el sistema 1 para el desarrollo de experiencias de formación (en adelante EF) en la Universidad de Valladolid, en el programa de Grado de Educación Primaria y el Máster de profesor de ESO y Bachillerato, formación profesional y enseñanza de idiomas, de la modalidad de Ciencias Experimentales (Física/Química, Biología/Geología), y en el CFIE de la ciudad de Valladolid. Adicionalmente, el sistema 2 hace referencia

a las experiencias de investigación colaborativa (en adelante EIC) en EA, en los mismos programas de formación de esta universidad.

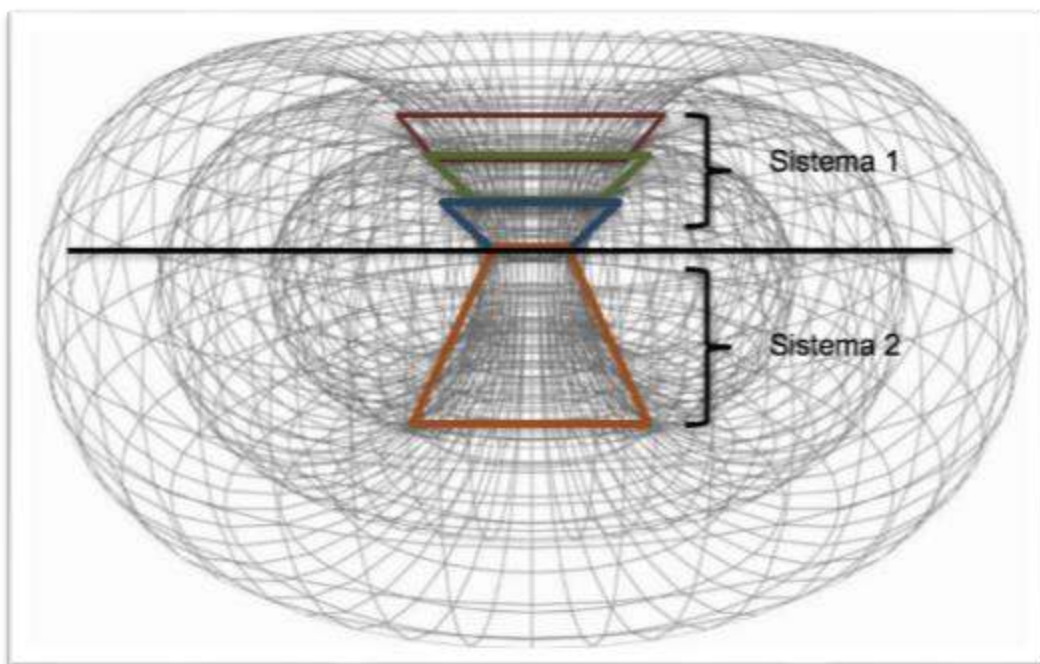


Figura 3.2 Sistemas del modelo para la formación de docentes explicados a través de la metáfora toroidal.

Particularmente, definimos las EF vinculadas al sistema 1, como espacios educativos inmersos en los programas de formación de docentes pensados con el interés de ambientalizar el currículo de las asignaturas incluidas en los programas de formación inicial al ofrecer dichas experiencias en procesos de formación continua de docentes en servicio. Cabe mencionar que las EF se plantean como respuesta a la necesidad identificada en la literatura, de incluir la dimensión ambiental en la Educación Superior.

En este sentido, Gutiérrez y González (2005) reconocen que como mecanismo de ambientalización de la educación superior, se han generado redes universitarias hacia la sostenibilidad, y destacan algunas en Iberoamérica como: ACES, Complexus, OIUDSMA, SUMA 21, Cubana de Formación Ambiental. En particular, la Red ACES (formada por 11 universidades: 5 europeas y 6 latinoamericanas), ha trabajado en el diseño de modelos, criterios e instrumentos de ambientalización de los estudios superiores, además de compartir y contrastar sus proyectos y trabajos de ambientalización (Geli, Junyent y Arbat, 2005) la didáctica y la investigación en Educación Ambiental, como componente importante de los diferentes programas de formación (Mora, 2012, p. 81).

Así que, las dinámicas que describen estas experiencias están condicionadas por las **fases**: dirigida, mediadora y semidirigida colaborativa, como se puede ver en la Figura 3.3.

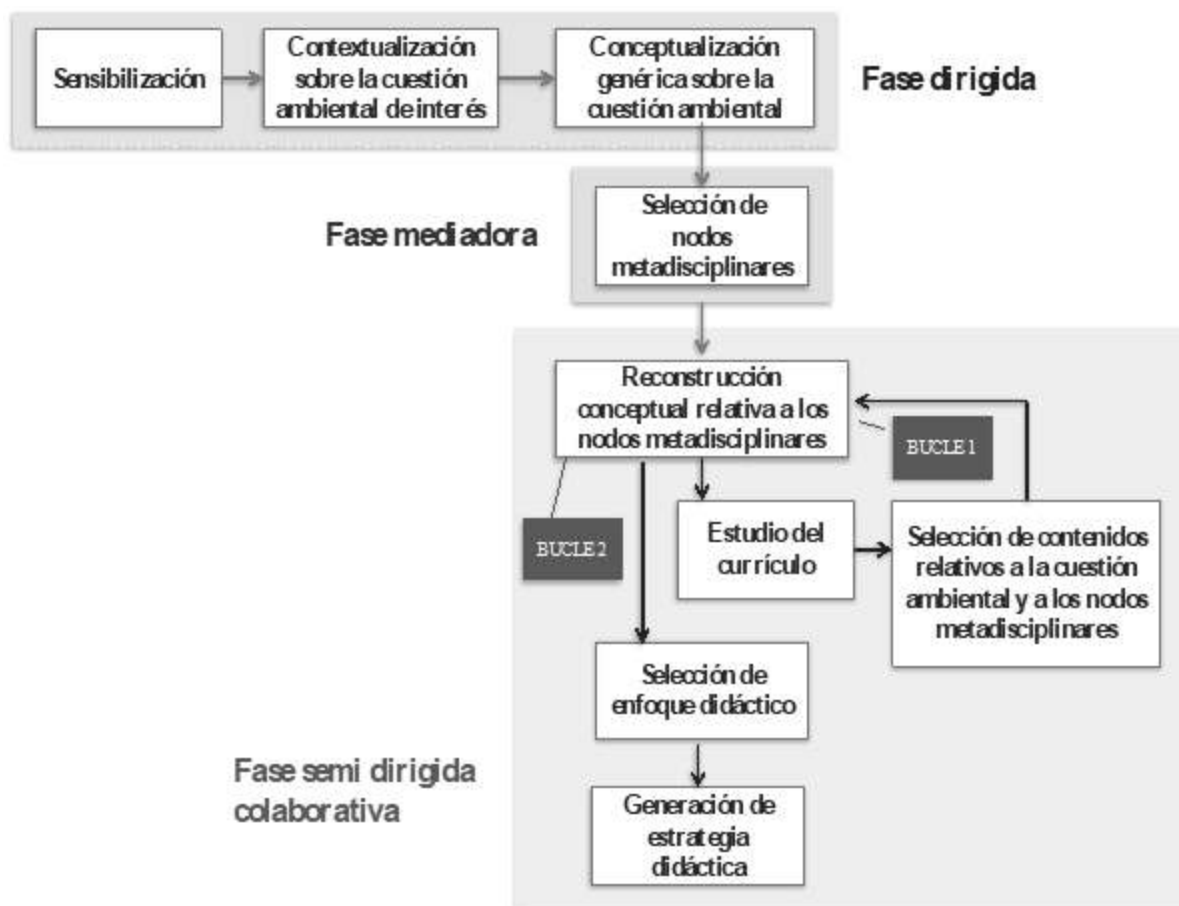


Figura 3.3 Estructura genérica del sistema 1 del modelo de formación.

Este procedimiento describe las EF.

En el esquema anterior, se reconoce como la fase dirigida aquella que busca favorecer que los docentes en formación valoren e identifiquen aspectos relevantes relacionados con el medio ambiente y la EA. Así mismo, pretendemos que mediante la reflexión sobre una situación ambiental particular, logren contextualizarla (geográfica y políticamente). En la fase dirigida también se lleva a cabo una conceptualización genérica, por ejemplo, en el caso del cambio climático, se plantea una conceptualización que implica la integración de diferentes áreas de conocimiento (Ciencias Experimentales, Ciencias Sociales, Ética, Ciencias Políticas, entre otras).

Por otra parte, la fase mediadora se caracteriza por un estrecho diálogo entre los agentes implicados (formadora, docentes en formación) en la elaboración de una reconstrucción

conceptual más profunda, a través de la selección de un concepto/nodo metadisciplinar significativo (siguiendo el ejemplo del cambio climático, nodos metadisciplinares relativos a esta cuestión ambiental pueden ser: la energía, el agua). En este punto, se inicia el trabajo colaborativo entre los docentes en formación.

En último lugar, en la fase semi dirigida colaborativa, los docentes en formación en equipos leen y estudian el currículo (primaria, secundaria y/o bachillerato), ubican el nodo metadisciplinar abordado anteriormente, identifican los contenidos relativos a este nodo, y reorganizan su estructura conceptual (bucle reflexivo 1: disciplinar-curricular); adicionalmente, dicha reestructuración la encaminan hacia el diseño de una estrategia didáctica que se puede aplicar en los centros educativos “proyección” (bucle reflexivo 2: curricular-didáctico).

En la Figura 3.4 se muestra el sistema 2 pensado para favorecer las EIC, donde a través de la conformación de un equipo interdisciplinar se acompaña a los docentes en formación inicial a sus prácticas pedagógicas¹³ en aulas reales, para el planteamiento y desarrollo de un ejercicio investigativo en EA. Las fases que describen este sistema son: identificación con la EA y el medio ambiente de forma genérica (no necesariamente desde una cuestión ambiental particular). También se propone a los docentes en formación una lectura del contexto educativo donde llevarán a cabo sus prácticas. La fase de estructuración, en la cual, identifican problemáticas y se vinculan con preguntas de investigación y premisas iniciales; adicionalmente, se establecen objetivos y se inicia la consolidación del marco teórico identificando bloques temáticos o categorías conceptuales y los aspectos metodológicos. La siguiente fase es de intervención, en la cual los docentes en formación planean y/o diseñan estrategias para el aula de educación primaria, secundaria y/o bachillerato y las aplican. Finalmente, en la fase analítica, se sistematizan las experiencias de aula y se analizan para generar un informe.

¹³ Estas prácticas se llevan a cabo a través de la asignatura de Prácticum en los diferentes programas de formación inicial o es el lugar donde desempeñan su labor en el caso de los docentes en servicio.

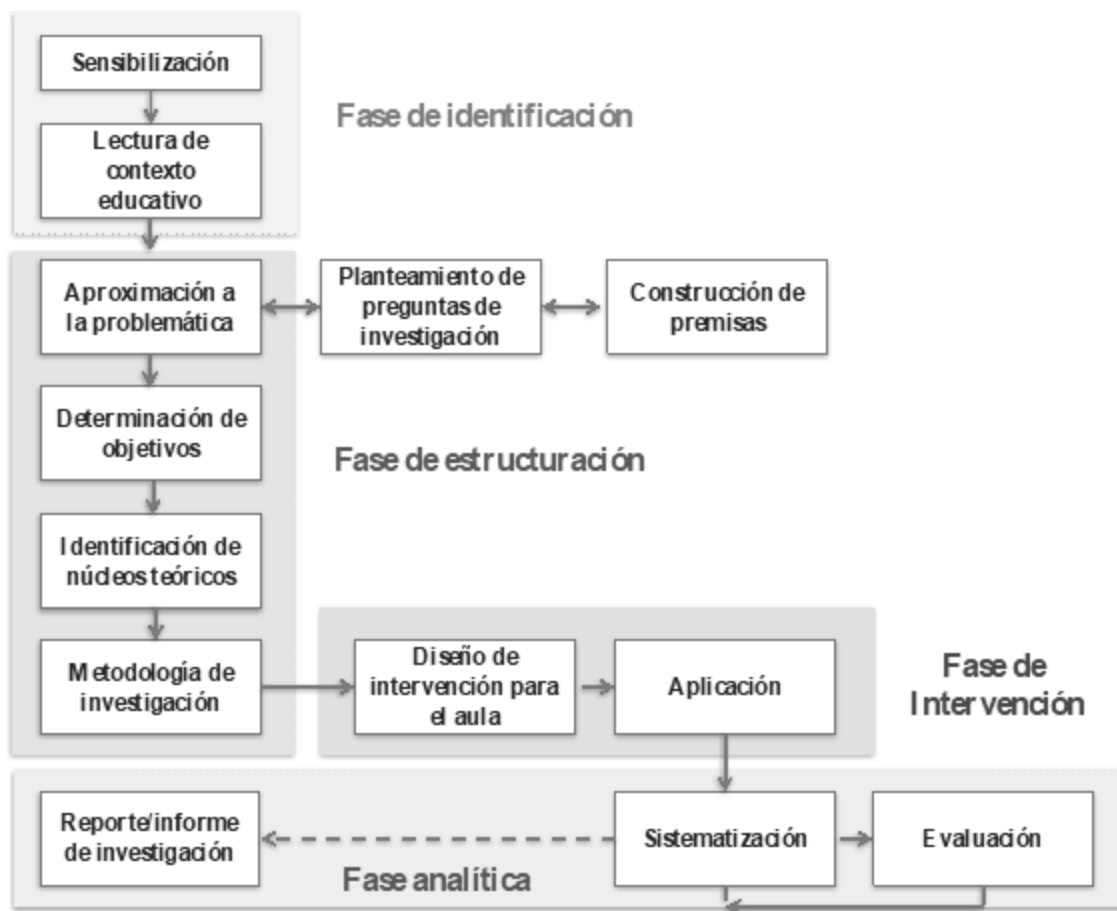


Figura 3.4 Estructura genérica del sistema 2 del modelo de formación.

Procedimiento que describe las EIC.

Por otro lado, cada sistema y por lo tanto cada tipo de experiencia, es decir, tanto las EF como las EIC, cuentan con unos componentes específicos, que hacen referencia a los conocimientos que se pretende favorecer en los docentes. Estos componentes están directamente relacionados con la validación del modelo en la medida que nos ayudarán a identificar los aspectos a analizar durante su aplicación. Además, cabe señalar que estos componentes fueron identificados en la RSL, a partir de referencias de Shulman (1986, 1987), Cahran, DeReiter y King (1993) o Ball, Thames y Phelps (2008) pertenecientes a la Didáctica de las Matemáticas; así como de otras referencias procedentes de la Didáctica de las Ciencias Experimentales Talanquer (2004), Mellado (1993, 1998), Viel (2004), Nor Aishah y Yap (2002), For Carlsen (1999) e incluso desde la conceptualización de la EA Tuan et al. (2000); Jang et al. (2009) y Zhou (2015).

Es así como se considera que cada sistema se encuentra enfocado hacia el desarrollo de unos componentes o conocimientos centrales. Por ejemplo, el sistema 1 enfatiza al desarrollo del componente disciplinar, el curricular y el didáctico a través de las EF, mientras que el sistema 2 se focaliza en el componente investigativo, que particularmente surge porque las EIC además de transitar por los componentes del sistema 1, trascienden al sistema 2 a través del planteamiento y desarrollo de procesos de investigación colaborativa. Cabe resaltar que el componente actitudinal es longitudinal a las diferentes experiencias.

En primer lugar, el **Componente Disciplinar** se refiere a la organización de conceptos que explican una cuestión ambiental de interés, pero desde diferentes dominios disciplinares. Para esto, se analizaron las propuestas de García-Díaz (1997; 1999a; 2000a) y Rodríguez-Marín, Fernández-Arroyo y García (2014), las cuales dan un paso adelante para transitar desde concepciones unidisciplinares (utilizan el conocimiento de una disciplina) hacia otras más integradoras o transdisciplinares.

Para comprender mejor ese aspecto, recurriremos al ejemplo del cambio climático. Esta cuestión puede ser abordada desde las Ciencias Experimentales, entendiendo el clima como un sistema estructurado por otros sistemas (atmósfera, hidrósfera, litósfera, criósfera, biósfera). Estos aspectos requieren del conocimiento en Física, Química, Biología y Geología. Sin embargo, para entender la complejidad de un fenómeno como el cambio climático, es necesario que la estructuración conceptual implique otros conocimientos sociales, culturales, políticos y económicos. Así, cada cuestión ambiental se debería explicar a través de diferentes conceptos de múltiples disciplinas, cada concepto en sí mismo es diferente, pero hay unos que son más estructurantes que otros y por eso los llamaremos nodos metadisciplinares.

Estos nodos, también pueden ser entendidos como conceptos comunes (ubicados dentro del sistema conceptual relativo al cambio climático) que necesitan múltiples áreas de conocimiento. Por ejemplo, un nodo metadisciplinar sobre el cambio climático puede ser la energía, cuyo despliegue transdisciplinar posibilita ir hacia el cambio climático y viceversa. Estos aspectos permiten reconocer que las relaciones entre los nodos metadisciplinares y

las cuestiones o problemas ambientales son dialógicas¹⁴ y hologramáticas¹⁵ (Osorio-García, 2012).

Estos posicionamientos, también se relacionan con la teoría general de sistemas de Bertalanffy (1981) quien considera que la ciencia clásica procuraba aislar los elementos del universo observado (por ejemplo: compuestos químicos, enzimas, células, sensaciones elementales, individuos en libre competencia), con la esperanza de que volviéndolos a juntar, conceptual o experimentalmente, resultaría el sistema o totalidad (por ejemplo: célula, mente, sociedad). En la actualidad, es aceptado que para comprender no se requieren solamente conocer los elementos sino las relaciones entre ellos.

Ahora bien, el conocimiento que el modelo espera favorecer o desarrollar en los docentes en formación inicial y continua es un conocimiento transdisciplinar, el cual aporta a “la comprensión del mundo actual, donde uno de sus imperativos es la unidad del conocimiento” (Nicolescu, 1999, p.38). Por otra parte, Grisolia (2008, p. 4) considera que “la transdisciplinariedad produce un grado de cooperación tal que se construye un nuevo campo de saber, que es una combinación de disciplinas involucradas pero que toma una identidad propia”.

En segundo lugar, el **Componente Curricular** Shulman (1987) reconoce que este tipo de conocimiento debería estar representado por el abanico completo de programas diseñados para la enseñanza de temas particulares. De la misma manera, se refiere al conjunto de características que sirven como indicaciones y contraindicaciones para el uso de currículos particulares o materiales de programas. Este autor considera que un docente debe tener dominio del contenido curricular de lo que quiere enseñar.

En este caso, se procura desde el modelo de formación, la integración en el currículo de la cuestión ambiental de interés, a través del establecimiento de relaciones conceptuales entre los diferentes contenidos, estándares, competencias y criterios de evaluación. Esta integración implica transdisciplinariedad, es decir, la reconstrucción del conocimiento desde diferentes áreas de conocimiento, que tradicionalmente han sido consideradas como aisladas.

¹⁴ **El dialógico:** A diferencia de la dialéctica no existe superación de contrarios, sino que los dos términos coexisten sin dejar de ser antagónicos.

¹⁵ **El principio hologramático:** Este principio busca superar el principio de “holismo” y del reduccionismo. El holismo no ve más que el todo; el reduccionismo no ve más que partes. El principio hologramático ve las partes en el todo y el todo en las partes.

En tercer lugar, el **Componente Didáctico** hace referencia al conocimiento de diferentes enfoques y mecanismos de secuenciación de actividades que los docentes en formación pueden utilizar para el desarrollo de los nodos metadisciplinares en futuras o presentes intervenciones de aula. Es así como el modelo reconoce las estrategias y actividades como unidades estructurales, en algunos casos dirigidas por el formador y en otros casos auto dirigidas por los mismos docentes en formación.

Dichas estrategias fueron sugeridas por la RSL (capítulo 2) y comparten el hecho de asumir visiones y posiciones epistemológicas diferentes a las dominantes en la educación tradicional. Este componente es desarrollado en profundidad por los docentes en formación durante la fase semi dirigida colaborativa en las EF, y en las EIC en la fase de intervención. Así que resulta un conjunto ecléctico de estrategias, todas ellas activas, experienciales, críticas con la realidad ambiental (social, económica, política, ecológica), prácticas, transdisciplinares y por supuesto colaborativas.

En cuarto lugar, el **Componente Investigativo** pretende empoderar a los profesores en formación inicial en el rol de investigadores, puesto que como menciona O'Donnell-Allen (2004) tradicionalmente los docentes han construido su subjetividad en torno al conocimiento escolar, pero actualmente están enriqueciendo sus conocimientos a través de la investigación en sus prácticas, lo cual les permite reflexionar y comprender la complejidad del ambiente escolar y al mismo tiempo aportando a su profesionalización (Kemmis, 2001; Patterson, Sumsion, Cross, McNaught, Fleet, Talay-Ongan y Burgess, 2002; Rodgers, 2002).

Adicionalmente, Gray y Campbell-Evans (2002) reconocen que los docentes con habilidades investigativas tienen mayor capacidad para compartir y analizar críticamente sus prácticas, lo cual es clave para transformar los contextos escolares. Ahora bien, estos autores ahondan en lo referente al doble perfil docente-investigador. Asimismo, Rodgers (2002, p. 235) sugiere que “la investigación colaborativa es un factor clave para la transformación escolar, además le permite a los docentes leer e interpretar su realidad y aprender continuamente sobre las dinámicas escuela-aula como una oportunidad para la acción local”. Lo que es aún más significativo de la propuesta de investigación colaborativa en este caso en EA, es que pretende dinamizar y re-significar el rol de los docentes y vincularlos emocionalmente con su labor y con el medio ambiente. Asimismo, optimizar sus tiempos en función de la reflexión y acción, sistematizar y darle sentido a sus experiencias de aula.

En consecuencia, les permite la constitución de redes o comunidades de enseñanza aprendizaje al establecer un diálogo equitativo con sus pares y con investigadores de otras áreas. Sin embargo, incorporar procesos de investigación colaborativa en la formación continua

de docentes en servicio puede ser complejo y según lo reporta Vaillant (2016) con numerosos intentos y pocos resultados.

Así que, en la implementación del sistema 2, las EIC se plantean procesos de investigación educativa desde el trabajo colaborativo y/o comunidades de aprendizaje en EA. Reconocemos que la investigación es un potente mecanismo de formación que procura darle al docente en formación el estatus de investigador, lo cual apunta no solo hacia reflexiones epistemológicas sino también metodológicas (sobre los procedimientos y técnicas) propias de su saber.

En quinto lugar, ubicamos el **Componente Actitudinal**, considerado como el resultado del bucle reflexivo de los profesores dentro de las dinámicas contextuales. Este aspecto es relevante porque posibilita la generación de un hábito y práctica totalmente necesaria en el quehacer como docente y es la reflexión, evaluación retrospectiva de lo que ocurre con ellos mismos y su alumnado. Según Freire (1999) además de críticos y reflexivos, los docentes deben tener habilidades sociales y una sensibilidad especial frente a las relaciones humanas, con capacidad para acompañar a sus alumnos en la generación de preguntas que les permitan sumergirse en un proceso de búsqueda y toma de conciencia, orientado a entenderse a ellos mismos, a su entorno y a los demás.

En estos términos, Shulman (1987) en su trabajo lo relaciona el componente actitudinal con el razonamiento pedagógico y lo describe en ciclos de acción, que parten de la comprensión inicial hasta la final donde median la transformación, la enseñanza, la reflexión y la comprensión. La evidencia explícita da cuenta de que el conocimiento actitudinal del profesor puede estar directamente relacionado con los aspectos personales y vocacionales, pero también con su formación continua y con los procesos de investigación como posibilidades de autogestión profesional y/o mecanismos para atraer al alumnado a través del desarrollo de métodos innovadores e interesantes.

Particularmente, se introduce el término de empatía como el desarrollo de conductas pro sociales. De la misma manera, Hoffman (2000) señala que la empatía puede generar una intención de ayuda, pero que esta intención no es necesariamente materializada. En el caso del quehacer pedagógico, la empatía favorece las relaciones docente-alumno y es un aliado a la hora de potenciar el proceso de enseñanza y aprendizaje y de garantizar la difusión de una postura positiva y afectiva frente al conocimiento.

En sintonía con lo anterior, dentro de este aspecto hay un número significativo de textos que hacen referencia a la autoconfianza, autoreflexión y automotivación, emociones determinantes en la formación y práctica de los docentes de ciencias y como concluye en su investigación Mellado-Jiménez, Borrachero, Brígido, Melo, Dávila, Conde y Ruiz (2014):

El estudio de las emociones desde la didáctica de las ciencias puede aportar datos para que tanto el alumnado como el profesorado sean conscientes de la importancia de sus emociones, de que pueden ser vulnerables emocionalmente, así como para establecer programas de intervención metacognitivos y metaemocionales, tanto en el aprendizaje como en la formación del profesorado, para que alumnos y profesores puedan conocer sus emociones, controlarlas y autorregularlas. Las emociones negativas son en muchas ocasiones un obstáculo para el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. El reto es, a través de actividades científicas creativas y emocionantes, conseguir sustituir las emociones negativas por el placer, el orgullo, la satisfacción, la alegría, la confianza y tantas otras emociones positivas que a lo largo de la historia han hecho de la actividad científica una aventura del pensamiento y una empresa profundamente humana, que ha contribuido decisivamente a la comprensión de la naturaleza y al progreso de la humanidad (Mellado-Jiménez et al., 2014, p. 13).

En consecuencia, el análisis de los marcos descritos nos ha permitido concretar que tanto las EF como las EIC pueden favorecer las gamas de conocimientos de los docentes desde el punto de vista de cinco componentes. En un primer nivel está el conocimiento disciplinar, que es el punto de partida, el cual hace referencia a conocimientos genéricos sobre el medio ambiente y sobre una cuestión particular. En segundo nivel hay dos componentes: conocimiento curricular y el conocimiento didáctico. Además, estos son la antesala del conocimiento investigativo, el cual consideramos como un nivel de pensamiento superior y el mayor reto en los procesos de formación de docentes.

De manera longitudinal, el componente actitudinal está presente en todos los demás componentes, se manifiesta en las emociones, actitudes, preocupaciones los docentes tienen sobre el medio ambiente y también sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje vinculados a este.

Cabe resaltar que los diferentes tipos de conocimiento o componentes del modelo están vinculados con la alfabetización: conocimiento disciplinar sobre el medio ambiente y componente actitudinal, y con la profesionalización docente: conocimiento curricular, didáctico e investigativo.

3.3 Especificidades del modelo y disposición para su iteración

Con especificidades, nos referimos a los detalles que complementan a los aspectos genéricos del modelo y lo preparan para su iteración. A continuación describiremos el contexto

educativo, es decir los grupos de docentes en formación con los que participaron en las EF y EIC planteadas por el modelo. Además, el sistema social, que puntualiza los agentes directos e indirectos vinculados, y finalmente, las unidades estructurales del modelo que son las estrategias didácticas reconocidas desde la RSL para apoyar los procesos de formación de docentes en EA.

3.3.1 Contexto educativo

Recordamos que el modelo se diseñó para docentes en formación inicial y continua¹⁶. Así que en diferentes momentos o iteraciones, a través del sistema 1 del modelo se pusieron en marcha 3 experiencias de formación nombradas como EF₁₋₂₋₃. En primera instancia, la EF₁ la conforman maestros en formación inicial, es decir alumnos del Grado de Educación Primaria de la Universidad de Valladolid. En segunda instancia, la EF₂ se desarrolló con un grupo de estudiantes del Máster de profesorado. Adicionalmente, la última experiencia de formación EF₃ se llevó a cabo con docentes en ejercicio de la ciudad de Valladolid a través del Centro de Formación e Innovación del profesorado CFIE.

Por otra parte, bajo el objetivo de fomentar EIC en EA se plantearon las iteraciones del sistema 2 del modelo reconocidas como EIC₁₋₂. La EIC₁ se realizó con maestros en formación inicial del programa de Grado de Educación Primaria de la Universidad de Valladolid que estaban en cursando asignaturas del Prácticum II y el Trabajo Fin de Grado (TFG). En segunda instancia, la EF₂ estuvo destinada al acompañamiento de profesorado en formación inicial perteneciente al programa de Máster de profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato de la misma Universidad durante la realización de su Prácticum y Trabajo Fin de Máster (TFM).

3.3.2 Sistema social del modelo

El sistema social se refiere a los diferentes actores implicados en las experiencias de formación y de investigación colaborativa. Es así como en las EF₁₋₂ interactuaron la formadora (F), la tutora de la Universidad de Valladolid (TU) y los docentes en formación inicial (DF). Ahora bien, en las EF₃ con los docentes en formación continua, el CFIE determinó que la Formadora (F) estuviera acompañada de una experta (E) en Ciencia y Tecnología (que formaba parte del personal del CFIE). A su vez, en los diferentes escenarios de formación como en el Museo de la Ciencias o el aula ambiental se integraron expertos temáticos.

¹⁶ En el capítulo 4 se describirán puntualmente los participantes en las diferentes experiencias de formación e investigación colaborativa.

En relación con las EIC los docentes en formación inicial contaron con el acompañamiento de un par académico (PA) y la tutora de la universidad de Valladolid (TU). A su vez, también intervinieron los tutores de los centros educativos (TUC) y sus alumnos de primaria, secundaria o bachillerato según el caso, estos entendidos como agentes indirectos. Adicionalmente, se integró una experta (E) que intervino cuando el par académico o la tutora de la universidad lo consideraron necesario.

A continuación, se describen los roles de cada uno de los agentes implicados en las experiencias de formación y de investigación colaborativa en EA que han sido mencionados anteriormente.

- **Docente en formación inicial o continua (DF):** se caracterizan porque están interesados en llevar a cabo formaciones o investigaciones en EA. Por esta razón, para la investigación los docentes en formación son considerados sujetos y agentes de cambio. Los docentes en formación cuentan con la capacidad para participar, discernir, contrastar y reestructurar (aprehender) sus estructuras conceptuales.
- **Formadora (F):** es un formador de formadores, definido como aquel profesional formado y cualificado en este caso en el área de la EA, que desarrolla las experiencias. Puntualmente, el formador favorece la labor del docente en formación al posibilitar espacios para experimentar, reflexionar y pensar el quehacer desde lo colectivo y desde lo colaborativo. Además de enriquecer conceptualmente al docente en formación desde las disciplinas científicas, desde los enfoques filosóficos y éticos moviliza el diálogo entre saberes transdisciplinarios generando sinergias.
- **Tutora Universidad (TU):** en las EIC el tutor es el profesor de la Universidad de Valladolid responsable del acompañamiento a los docentes en formación en la realización de trabajos finales, desde la perspectiva de investigación colaborativa específicamente en el ámbito de la EA. El tutor de universidad trabaja en colaboración un par académico, pero se caracteriza por tener mayor experiencia en el campo de investigación en educación y por conciliar en pro de la resolución de conflictos, especialmente ideológicos y metodológicos.
- **Par académico (PA):** es una acompañante para los DF que colabora en los procesos de planteamiento, implementación, sistematización y análisis de resultados de las investigaciones. El perfil del PA es sensibilizar a los DF sobre la formación en EA y las conexiones de las diferentes áreas de conocimiento a la hora de abordar cuestiones ambientales.

- **Experto (E):** es un agente condicionado por la necesidad de asesoramiento de los docentes en formación en las EF y EIC. Es un profesional de un área particular, con un alto dominio del conocimiento disciplinar y con experiencia en investigación educativa.
- **Tutor de los centros educativos (TUC):** es un profesor vinculado a un centro educativo de carácter público o concertado de la ciudad de Valladolid, que acoge a un docente en formación para vincularlo a la práctica académica.

3.3.3 Estrategias didácticas

Tradicionalmente las estrategias didácticas se han considerado como un conjunto organizado de acciones que implican la utilización y organización de unos recursos materiales y la realización de unas actividades determinadas. Por lo tanto, las estrategias están asociadas a la organización y la práctica de los docentes, e implican la planificación y reflexión por el quehacer docente y las prácticas de aula.

Las estrategias didácticas se entienden como secuencias integradas de procedimientos que se seleccionan con el propósito de facilitar la adquisición, el almacenamiento y/o la utilización de la información. Sevillano (2008) entiende por estrategias las operaciones mentales empleadas para facilitar la adquisición de conocimiento, y añade dos características esenciales: que sean directas o indirectamente manipulables y que tengan un carácter intencional o propositivo. Por otra parte para Monereo (1995) “son procesos de toma de decisiones (conscientes e intencionales) en los cuales el alumno elige y recupera, de manera coordinada, los conocimientos que necesita para cumplimentar una determinada demanda u objetivo, dependiendo de las características de la situación educativa” (p. 27).

Las estrategias didácticas que le dan forma al modelo tienen enfoques muy variados, indicados por la RSL por su efectividad en los procesos de enseñanza y aprendizaje y particularmente en la formación de docentes en EA. A continuación, en la Tabla 3.1 se lleva a cabo la caracterización de las estrategias didácticas que se utilizaron en las experiencias formativas a lo largo de esta tesis doctoral, así como los principales referentes teóricos sobre los que se sustentaron la contrastación y triangulación de los resultados obtenidos.

Tabla 3.1 Estrategias didácticas utilizadas durante las diferentes fases de las EF.

Fase	Estrategias didácticas	Referencias
Dirigida	Panel multimedia: infografías, histografías, simulaciones (<i>real data</i>).	Lehrer y Schauble (2002); Kamarainen, Metcalf, Grotzer, Browne, Mazzuca, Tutwiler y Dede (2013); Almenara y Cejudo (2005); Davidson (2014).
Mediadora	Mapeo conceptual con mediación de ordenador (<i>Software CMap Tools</i>)	Moreira y Novak (1988); Novak (1998); Novak y Cañas (2006); Moreira (2010); Cañas et al. (2006).
Semi dirigida-colaborativa	Modelización: progresión de modelos mentales didácticos analógicos, modelos concretos.	Johnson-Laird (1987); Greca y Moreira (1998); Adúriz-Bravo y Izquierdo-Aymerich (2009); Moseley et al. (2000); Adúriz-Bravo, Gómez, Márquez y Sanmartí (2005); Galagovsky y Adúriz-Bravo (2001).
	Museos y visitas a parques naturales.	González, Gil y Vilches (2002); Cardona, Angulo, Soto, Quintero, Ceballos, Delgado y Cifuentes (2012); Storcksdieck, Ellenbogen y Heimlich (2005).
	Aprendizaje por Descubrimiento.	Wells y Arauz (2005); Lieberman y Miller (2003); Bruner (2011); Moreno (2016).
	Aprendizaje basado en el lugar o contexto.	Gruenewald y Smith (2014); Powers (2004); Smith (2002); Sobel (2004); De Robles y Cuevas (2016); Duffin, Powers, Tremblay y Peer (2004).
	Aprendizaje basado en problemas –ABP–.	Albanese y Mitchell (1993); Savery y Duffy (1995); Hmelo-Silver (2004); Bas-Peña (2011); Ortiz, González, Marcos, Victoria y Nardiz (2003); Gómez (2005); Guevara (2010).
	Aprendizaje por Indagación.	Cristóbal-Tembladera y García-Poma (2013); Garritz (2010); Harlem (2013); National Research Council (2000); Reyes-Cárdenas y Padilla (2012); Sbarbati-Nudelman (2015).
	Aprendizaje por proyectos.	LaCueva (2001); Brears, MacIntyre y O'Sullivan (2011); Gary (2015).
	TIC en EA: páginas y plataformas web, edición de videos, simulaciones computacionales.	Cabero y Llorente (2005); del Consuelo-Carranza (2007); Paredes (2012); Mendoza (2012); Barcelo, Palacios y Pérez (2009).

3.4 Síntesis

En este capítulo se presentaron los principales componentes del modelo de formación que fue diseñado a partir de la RSL. La descripción se presenta de forma genérica al reconocer los sistemas y fases estructurales. A su vez, se concreta su componente ontológico a través de la proyección de los tipos de conocimientos que se busca favorecer en los docentes en formación: disciplinar, curricular, didáctico, investigativo y actitudinal.

Por otra parte, las especificidades se centraron en reconocer el contexto educativo en el que se proyectaron las iteraciones del modelo, además el sistema social o agentes implicados en las EF y en las EIC y finalmente se hace un recuento de las estrategias didácticas que se plantearon en las EF₁₋₂₋₃ y en las EIC₁₋₂, también sugeridas por la RSL.

Finalmente, se da paso a la aproximación metodológica de esta investigación doctoral, la cual se presenta en el capítulo 4, donde se retomarán en diferentes apartados algunos aspectos relativos al modelo, puesto que se presentará una organización de las iteraciones y también se mencionaran las modificaciones del modelo tras dichas iteraciones.

CAPÍTULO 4. Metodología

La investigación en Educación Ambiental es por su propia naturaleza, necesaria e inexcusablemente, investigación educativa, construida en los escenarios que los saberes pedagógicos habilitan en su convergencia con los saberes "sociales" y "ambientales". Esto debe reflejarse en sus marcos conceptuales, epistemológicos, teóricos, metodológicos, académicos, etc.

Caride-Meira (2002).

4.1 Introducción

A continuación se presentan los aspectos metodológicos de esta investigación doctoral. En primer lugar, se expone la cosmovisión de la investigadora, pues como lo menciona Jorrín (2016), este aspecto da cuenta de una manera particular de responder las preguntas ontológicas, epistemológicas y axiológicas en los que se sustenta la presente investigación.

En segundo lugar, se abordará el marco teórico metodológico, enmarcado en la tradición cualitativa y en la metodología de Investigación Basada en Diseño. A su vez, presentamos la metodología mixta como estrategia utilizada para la recogida y el análisis de datos.

En tercer lugar, se expondrá la estructura conceptual de la investigación y el proceso de la reducción anticipada de datos. Además, se detallará el sistema de categorías que se ha utilizado para presentar el análisis de resultados, el cual se expondrá en el capítulo 5.

Adicionalmente, se hace énfasis en el diseño de investigación, en el que describiremos de manera detallada el proceso de investigación desarrollado a través de las 5 fases en las que se ha dividido: **la fase 1** es el diseño del modelo formación (descrito en el capítulo 3), donde se retomaron los datos aportados por la RSL (capítulo 2) para establecer los procedimientos pedagógicos que se llevaron a cabo en los procesos de formación de docentes, tanto desde el sistema 1 (EF) como desde el sistema 2 (EIC).

La fase 2, denominada Iteración Exploratoria (IEX), en las que se aplicaron los sistemas 1 y 2 del modelo en experiencias de formación e investigación colaborativa con maestros en formación inicial. En esta primera iteración, se recogieron los datos que fueron analizados en la **fase 3** o de reflexión retrospectiva RR₁, la cual permitió pulir y mejorar el modelo para su aplicación en la siguiente fase.

En consecuencia, durante la **fase 4** denominada iteración evaluativa (IEV) se aplicó el modelo en tres experiencias de formación con docentes e investigaciones colaborativas con profesorado. El análisis de los datos recogidos durante esta iteración evaluativa se entendió como una segunda reflexión retrospectiva RR₂, llevada a cabo en la **fase 5**, la cual permitió identificar aspectos relevantes sobre la aplicación del modelo diseñado para la formación inicial y continua de docentes en EA.

Finalmente, en este capítulo se abordarán los asuntos éticos desde la perspectiva de Shenton (2004) en relación con cuatro aspectos: credibilidad, transferencia, consistencia y confirmabilidad.

4.2 Cosmovisión de la investigadora

Siguiendo a Creswell (2013) la cosmovisión o el *worldview* de las investigadoras puede entenderse en relación con los cinco paradigmas vigentes: el positivismo, el postpositivista, el socio constructivista, el transformador y el pragmático. Particularmente, esta investigación doctoral se ubica entre el paradigma transformador y el pragmático. El doble perfil está justificado desde el pragmatismo, por la intención de diseñar un modelo teórico y llevarlo a la realidad educativa de la formación de docentes, y se acepta, en todo caso, la provisionalidad de las ideas y procedimientos, a la luz de investigaciones futuras. Además, se pretende comprender y aprender de las diferentes experiencias.

Ahora bien, desde el paradigma transformador, se valora la formación de docentes, tanto de primaria como de secundaria y bachillerato, como una labor de gran relevancia social, aun más desde la perspectiva de la alfabetización ambiental. De esta manera, se parte de la valoración y reconocimiento de la evolución que dichas cuestiones han tenido en los últimos 50 años, desde el panorama político, social y económico. Así mismo, se han tenido en cuenta las corrientes emergentes y las implicaciones educativas que fueron abordadas de manera profusa en el capítulo 1.

En consonancia, se promueve el principio de otredad y sustentabilidad desde las miradas contextuales/locales para movilizar la multi-perspectiva o reflexión en torno al territorio. Además, se busca una educación integradora y la reestructuración disciplinar, para leer la realidad desde una mirada crítica, así como para pensar otras formas de habitar este planeta. De esta manera, en el trabajo de investigación entendemos que es posible una educación que no separe al hombre de la naturaleza, que lo lleve a pensarse y recrearse como agente de cambio, sensible y consciente del efecto que su estilo de vida genera a nivel planetario.

Por ello, esta investigación ha supuesto una oportunidad para reflexionar en torno a la necesidad de apostar por una educación no hegemónica, que moviliza los roles, los espacios, los procesos y por supuesto la racionalidad en términos ambientales. Además, la formación de docentes que se promueve en esta investigación, busca vincularse a la ética ambiental entendida como una ética transformadora, crítica y democratizada.

Se considera importante encaminar procesos de investigación en EA, como es el caso, que aterricen los paradigmas ampliamente desarrollados en la filosofía ambiental a propuestas concretas de formación de docentes, en y desde la universidad y para la escuela. Desde este punto de partida, entendemos la labor docente como una profesión movida por la pasión por el conocimiento, lo que sin duda se deberá reflejar en el alumnado, en las aulas reales y en la sociedad en general.

Así que es relevante dinamizar los procesos de formación de docentes a favor del desarrollo de iniciativas que pongan en perspectiva los múltiples fenómenos y problemáticas ambientales del mundo moderno. En este camino nos podemos encontrar con muchos obstáculos: el currículo, los ritmos y tiempos escolares, el reto que implica la transdisciplinariedad. Sin embargo, existe una preocupación cada vez mayor por la integración de lo ambiental en el sistema educativo, no como un asunto opcional, sino como una prioridad, puesto que se deben hacer adaptaciones educativas que respondan a lo que Vilches y Gil-Pérez (2007) denominaron “la emergencia planetaria”.

De tal manera que entre las múltiples opciones praxeológicas, esta investigación particularmente se interesa por llevar a cabo una indagación teórica que brinde los elementos conceptuales y metodológicos para “ambientalizar” los procesos de formación del profesorado en y desde la Universidad de Valladolid, que como lo menciona Mora (2012) obedece a:

La necesidad de incluir la dimensión ambiental en la Educación Superior aparece más que una elección como un imperativo, en la que las instituciones de Educación Superior en todo el mundo deben dar respuesta efectiva de aplicación de modelos centrados en el desarrollo sostenible mostrando caminos y concreciones que apunten a la satisfacción de las necesidades básicas de la sociedad. De esta manera, ha aparecido la integración de lo ambiental a los Proyectos Educativos Institucionales de las Universidades y en concreto a sus funciones institucionales de gestión, investigación, extensión y docencia (p. 80).

Además, se cree en la potencialidad de los procesos de colaboración, las redes de enseñanza y aprendizaje o comunidades de aprendizaje, donde grupos interdisciplinarios trabajan para fomentar los procesos formativos. En consecuencia, en el trabajo desarrollado en esta tesis doctoral se ha realizado un esfuerzo por conformar pequeños equipos colaborativos desde

donde el fenómeno de formación de docentes cuente con la riqueza de las múltiples perspectivas.

4.3 Marco teórico metodológico

Se entiende la metodología como el conjunto de principios estructurantes que permiten la aproximación puntual a un objeto de estudio o incluso a un proceso desde diferentes medios, tanto teóricos como prácticos (Ibáñez, 1996). Para ello, se establecen los *métodos*, que pueden ser vistos como los caminos específicos, que permiten acceder al análisis de los distintos objetos que se pretenden investigar. Ibáñez (1996) considera que el “*método* engloba todas las operaciones y actividades que regidas por normas específicas, posibilitan el conocimiento de los procesos sociales. Finalmente, las *técnicas* son los procedimientos específicos de recogida de información o datos” (p. 57). Estos procedimientos no son necesariamente en sí mismos cuantitativos o cualitativos, la diferenciación en cualquier caso provendrá de su identificación dentro de un método específico.

Así que, las metodologías cualitativa y cuantitativa tienen fundamentos comunes en relación con la sistematicidad y el cuidado de los contextos, los informantes y los datos en sí. Estos paradigmas, además, llevan a estudios de fenómenos y permiten establecer premisas, las observan, evalúan, corroboran y transforman. Sin embargo, como se destaca en la Tabla 4.1, hay un enorme número de disyunciones o diferencias entre los paradigmas cualitativo y cuantitativo en términos de planteamientos y desarrollo de la investigación (Hernández, Fernández-Collado y Baptista-Lucio, 2010).

Tabla 4.1 Diferencias entre la investigación cualitativa y la cuantitativa. Adaptado de Hernández et al. (2010).

CUANTITATIVO	ASPECTOS	CUALITATIVO
Busca ser objetivo	Objetividad	Admite la subjetividad
Las ciencias Físicas, Naturales y Sociales son una unidad. A las ciencias sociales pueden aplicárseles los principios de las ciencias naturales.	Relación entre Ciencias Físicas, Naturales y Sociales	Las Ciencias Físicas, Naturales y Sociales son diferentes. No se aplican los mismos principios.
Neutral e imparcial	Posición personal del investigador	Explícita
De independencia y neutralidad. No se afectan, se separan.	Relación entre el investigador y el fenómeno estudiado	De interdependencia, se influyen, no se separan.

Delimitado, acotado, específico.	Planteamiento del problema	Abierto, libre, no es delimitado o acotado, es muy flexible.
La teoría se utiliza para ajustar sus postulados al mundo empírico. La teoría es generada a partir de la comparación entre la investigación previa con los resultados del estudio.	Uso de la teoría	La teoría es un marco de referencia. La teoría no se fundamenta en estudios anteriores, sino que se genera a partir del estudio de la investigación.
Se prueban las hipótesis, estas se establecen para ser aceptadas o rechazadas, dependiendo del grado de certeza o probabilidad.	Hipótesis	Se generan hipótesis durante el estudio o al final de éste.
Es estructurado, predeterminado.	Diseño de la investigación	Abierto, flexible, construido durante el trabajo de campo o realización del estudio.
Se involucra a muchos sujetos en la investigación porque se pretende generalizar los resultados del estudio.	Muestra de estudio	Se involucra a unos cuantos sujetos y no necesariamente se pretende generalizarlos.
La naturaleza de los datos es cuantitativa (datos numéricos).	Naturaleza de los datos	La naturaleza de los datos es cualitativa (textos, narraciones, audios, videos, etc.)
Se basa en instrumentos estandarizados, es uniforme para todos los casos. Los datos se obtienen a través de la observación, mediciones y documentación de las mediciones.	Recolección de datos	El investigador es el Instrumento de recolección de datos, se auxilia de diversas técnicas que van desarrollándose durante el estudio.
Describir las variables y explicar sus cambios y movimientos.	Finalidad del análisis de los datos	Comprender a las personas y sus contextos.
Tablas, diagramas y modelos estadísticos. El formato de presentación es estándar.	Presentación de resultados	El investigador emplea una variedad de formatos para reportar sus resultados: narraciones, fragmentos de textos, videos, audios, fotografías y mapas. El formato varía según el estudio.

En este sentido, es importante reconocer las diferencias más profundas y de naturaleza epistemológica entre la investigación cualitativa en relación con la cuantitativa. Es así como Becker (1993) considera cinco aspectos determinantes entre los dos paradigmas que ilustran sobre dicha diferenciación: prácticas del positivismo, aceptación de la sensibilidad

postmoderna, capturando de los puntos de vista individuales, examinando las estrecheces de la vida diaria y obteniendo ricas descripciones.

Según Taylor y Bogdan (1987) la investigación cualitativa tiene algunas características importantes que la diferencian de la cuantitativa, así que se retomarán a continuación y se contrastarán con lo propuesto por otros autores.

- I. El investigador ve el contexto y a los participantes desde una perspectiva holística.
- II. Los investigadores cualitativos son sensibles a los efectos que ellos mismos causan sobre las personas involucradas en su estudio, lo cual puede entenderse como un posicionamiento naturalista, donde la interacción con los informantes es natural y poco intrusiva.
- III. Los investigadores cualitativos se identifican con las personas que estudian para comprender cómo perciben la realidad. En este sentido, Blumer (1969) considera que tratar de aprehender el proceso interpretativo permaneciendo distanciado como un observador objetivo y rechazando el rol de unidad actuante equivale a arriesgarse al peor tipo de subjetivismo.
- IV. Para el investigador cualitativo, todas las perspectivas son valiosas y se pretende lograr una comprensión detallada de las perspectivas de otras personas.
- V. Los métodos cualitativos son humanistas porque si se estudian a las personas desde las cualidades características se puede llegar a conocerlas en lo individual y a experimentar lo que ellas sienten en sus luchas cotidianas en la sociedad.
- VI. Los investigadores cualitativos ponen en relieve más que la validez o incluso que la validez interna, la credibilidad en del proceso investigativo, que para Merriam (1998) permite aproximarse a la congruencia de la investigación con la realidad, puesto que como lo menciona Blumer (1969) los métodos cualitativos permiten permanecer próximos al mundo empírico. Están destinados a asegurar un estrecho ajuste entre los datos y lo que la gente realmente dice y hace.
- VII. Para el investigador cualitativo, todos los escenarios y personas son susceptibles de ser estudiados desde la singularidad.
- VIII. La investigación cualitativa es un arte.

Desde esta óptica es relevante considerar la trayectoria histórica de la investigación cualitativa reconociendo la carga epistemológica implicada en su evolución. Según Lincoln y Guba (1985) y Denzin (1989) se definen cinco momentos operativos en la historia de la investigación cualitativa: el tradicional (1900-1950), el moderno o la edad de oro (1950-1970), fusión de géneros (1970-1986), la crisis de representación (1986-1990) y el postmoderno o momento presente (1990 hasta hoy). Cabe destacar que según Richardson (1991)

“el momento actual es valorado como un tiempo de una nueva sensibilidad, donde ningún discurso posee un lugar privilegiado, ni ningún método o teoría puede reclamar para si un conocimiento autorizado de alcance universal y general” (p.173).

La investigación cualitativa postmoderna (espacio temporal de interés) ofrece una amplia gama de posibilidades procedimentales, por esta razón es considerada como multi-método focalizado sobre un objeto. Así mismo, Lincoln y Denzin (1994) consideran este momento histórico está caracterizado por:

La investigación cualitativa es un campo interdisciplinar, transdisciplinar y en muchas ocasiones contradisciplinar. Atraviesa las humanidades, las Ciencias Sociales y las Físicas. La investigación cualitativa es muchas cosas al mismo tiempo. Es multiparadigmática en su enfoque. Los que la practican son sensibles al valor del enfoque multimetódico. Están sometidos a la perspectiva naturalista y a la comprensión interpretativa de la experiencia humana. Al mismo tiempo, el campo es inherentemente político y construido por múltiples posiciones éticas y políticas. El investigador cualitativo se somete a una doble tensión simultáneamente. Por una parte, es atraído por una amplia sensibilidad, interpretativa, postmoderna, feminista y crítica. Por otra, puede serlo por unas concepciones más positivistas, postpositivistas, humanistas y naturalistas de la experiencia humana y su análisis (p. 576).

Este aspecto refleja el intento tanto desde la epistemología como por parte de los investigadores de comprender los fenómenos de interés, aproximarse a ellos e intentar dar cuenta de una realidad puntual, entendiendo, por supuesto, que la realidad nunca va a ser capturada en su totalidad, pero asumiendo la oportunidad que ofrece la metodología y los métodos se puede lograr. Así que en relación con aspectos como la credibilidad, en la investigación cualitativa se pueden llevar a cabo ejercicios de triangulación (Denzin, 1989; Fielding y Fielding, 1986; Flick, 1992, 2004). Además, para el último autor la combinación de múltiples métodos, materiales empíricos, perspectivas y observadores focalizados en un estudio singular debe ser entendida como una estrategia que agrega rigor, amplitud y profundidad a cualquier investigación.

Actualmente el proceso de investigación cualitativa está vinculado a tres actividades puntuales interconectadas e interdependientes: Teoría, método y análisis, relacionadas con la ontología, la epistemología y la metodología. Según Guba y Lincoln (2002) el investigador, situado genérica y multiculturalmente, se aproxima al mundo con un conjunto de ideas, una estructura (teoría, ontología) que se especifica en un grupo de preguntas (epistemología) las cuales son examinadas (metodología, análisis) de diversas maneras. Es decir, se recolectan los materiales empíricos sustentados en las preguntas, se analizan y luego se escribe sobre ellos. Cada investigador habla desde dentro de una comunidad interpretativa diferente, que configura, a su modo, los componentes de género del acto investigativo.

Por otro lado, Corbin y Strauss (2002) reconocen que la investigación cualitativa tiene dos componentes fundamentales. Primero, están los *datos*, que pueden provenir de fuentes diferentes, tales como entrevistas, observaciones, documentos, registros y películas. Segundo, están los *procedimientos*, que los investigadores pueden usar para interpretar y organizar los datos. Entre estos se encuentran: *conceptualizar y reducir* los datos, *elaborar* categorías en términos de sus propiedades y dimensiones, y *relacionarlos*, por medio de una serie de oraciones proposicionales. Al hecho de conceptualizar, reducir, elaborar y relacionar los datos se suele denominar *codificar* (Becker, 1993; Lofland, 1971; Miles y Huberman, 1993).

Así mismo, otros procedimientos, entre los que se incluye el *muestreo* no estadístico (Schatzman y Strauss, 1973), *escribir memorandos y diagramar* son parte del proceso analítico. Los informes *escritos y verbales* conforman el tercer componente y pueden presentarse como artículos en revistas científicas, en charlas (por ejemplo en congresos), o como libros. Claramente, existen muchos enfoques o métodos diferentes para hacer investigación cualitativa (Lincoln y Denzin, 1994; Gubrium y Sankar, 1994).

Cabe resaltar que las tradiciones de la investigación cualitativa más representativas son: la narrativa (Lieblich, Tuval-Mashiach y Zilber, 1998; Polkinghorne, 2007), la fenomenológica (Husserl, 2001; Merleau-Ponty, 2012), la etnográfica (Wolcott, 1999; Angrosino, 2007), la basada en la Teoría Fundamentada (Glaser y Strauss, 2009; Glaser, 2013), la investigación acción (McKernan, 1999; Coughlan y Coughlan, 2002) y el estudio de caso (Merriam, 1998; Yin, 2013; Stake, 2013, 2013), cada una de estas ofrece una aproximación diferente a los fenómenos.

Si bien esta tesis doctoral se nutrió de la metodología cualitativa, planteó además, la recolección de algunos datos cuantitativos, en el marco de una Investigación Basada en Diseño, desde donde la RSL permitió el diseño de un modelo de formación para la alfabetización ambiental y la profesionalización docente. A su vez, este modelo se ha puesto en marcha en diversas experiencias en la formación inicial y continua de docentes. En este sentido, la Investigación Basada en Diseño fue una metodología que permitió aportar a la formación de docentes de manera realista y sistemática. Así que, a continuación se presenta la caracterización y la adaptación para esta investigación doctoral.

4.4 Investigación Basada en el Diseño

Según Kennedy-Clark (2013) desde la década de los 60 la Investigación Basada en Diseño es reconocida como un campo de estudio importante, tanto para la didáctica como para las

teorías de currículo. En sus inicios este planteamiento metodológico tenía connotaciones tecnicistas, sin embargo, tras fuertes críticas y el enriquecimiento epistemológico ha pasado a considerarse como una herramienta para la resolución de problemas educativos (Dorst y Dijkhuis, 1995). Así que se entiende el diseño como un proceso reflexivo de la acción que resulta de la influencia de perspectivas constructivistas.

Cabe reconocer que es considerada como una metodología investigativa para contextos educativos que estudia en detalle la enseñanza, aprendizaje y evaluación, como antesala a la innovación. En este punto es importante resaltar que existen una amplia gama de metodologías relacionadas con el diseño, que podría decirse tienen en esencia muchas similitudes, pero que las diferencias han favorecido la diversificación y consolidación de cada una de estas: la investigación de desarrollo (Van Den Akker, 1999), el diseño experimental (Brown, 1992; Collins, 1992), la investigación formativa (Newman, 1990), la investigación de diseño educativo (Van Den Akker, Gravemeijer, McKenney y Nieveen, 2006), el diseño instruccional (Gagne, Briggs y Wager, 1992) y la investigación basada en el diseño (Herrington, McKenney, Reeves y Oliver, 2007; Wang y Hannafin, 2005).

Asimismo, se acepta la similitud entre la Investigación Basada en Diseño y la investigación acción desde las dinámicas de problematización, diseño, aplicación y reflexión. Sin embargo, la Investigación Basada en Diseño propone procesos de diseño fundamentados en hallazgos teóricos y permite la simultaneidad en los procesos iterativos, es así como Barab y Squire (2016) reconocen que a diferencia de la investigación acción pone énfasis en la generación de teoría, que para el caso de esta tesis doctoral sería el modelo de formación de docentes.

Esta investigación doctoral se identificó con la Investigación Basada en Diseño porque proporciona la apertura para el uso de diferentes métodos de investigación como una forma de dirigir y vincular cuestiones teóricas y prácticas. En este sentido, permite la convergencia de procedimientos cuantitativos y cualitativos, recoger datos de diferente naturaleza y adaptar los procesos de análisis para aportar a la generación de teoría (Brown, 1992). De la misma manera, soporta la exploración de problemas y el refinamiento de la teoría y la práctica educativa con el interés de favorecer y crear diferentes tipos de ambientes de aprendizaje (Reeves, Herrington y Oliver, 2005; Wang y Hannafin, 2005).

En este sentido, Plomp (2007) considera que la Investigación Basada en Diseño es un proceso sistemático de diseño educativo e instruccional que cumple con ciclos de análisis, diseño, evaluación y revisión de las actividades, todo esto como procesos iterativos. Adicionalmente, Reimann (2011) reconoce que favorece la motivación de los investigadores,

puesto que los diseños se adaptan a contextos particulares en pro de favorecer el aprendizaje y transformar las prácticas de aula.

Ahora bien, frente a la pregunta ¿Por qué es pertinente la Investigación Basada en Diseño para esta investigación doctoral? Consideramos conveniente destacar que es una metodología viable para solucionar problemas prácticos y reales, y avanzar hacia construcciones teóricas e incluso al planteamiento de retos educativos de alto nivel. Además, abre una brecha entre las áreas y disciplinas tradicionales y posibilita la transdisciplinariedad como una opción con diversidad de métodos, abierta a diversidad de participantes y de contextos. Particularmente, se han ubicado diferentes investigaciones en didáctica de las Ciencias Experimentales y en EA con la Investigación Basada en Diseño como metodología de investigación (Nelson, Ketelhut, Clarke, Bowman y Dede, 2005; Assaraf y Orion, 2009; Juuti y Lavonen, 2012).

De igual modo, Molina y Castro (2011) determinan algunos aspectos que caracterizan la Investigación Basada en Diseño: un equipo de investigadores trabajando con un pequeño grupo de alumnos, un grupo de investigadores trabajando en un aula en colaboración con un docente, un grupo de investigadores y formadores de profesores y maestros en activo promoviendo conjuntamente el desarrollo de una comunidad profesional (Barab y Squire, 2004; Cobb, Confrey, DiSessa, Lehrer y Schauble, 2003). En este sentido, esta metodología posibilita la participación de diferentes tipos de agentes que aportan diversos grados y tipos de experiencias; entre ellos la persona que actúa como docente, la cual ha de estar completamente implicada en el estudio. Esta diversidad de participantes enriquece la elaboración y análisis del diseño, así como la recogida e interpretación de los datos, e incrementa la calidad del proceso de investigación (Steffe y Thompson, 2000).

Otras ventajas que ofrece la Investigación Basada en Diseño para la investigación particularmente en teoría curricular y en didácticas específicas son:

- Desarrollo de modelos teóricos empíricamente fundamentados (Molina et al., 2011).
- Favorece el diseño de productos de enseñanza tales como currículos o software (Hjalmarson y Lesh, 2008).
- Es viable para situaciones de enseñanza y aprendizaje complejas.
- Vincula la práctica educativa con los procesos de investigación e innovación.

- Permite la exploración de posibilidades para ambientes noveles de enseñanza y aprendizaje, desarrollo de teorías contextualizadas sobre enseñanza y aprendizaje, construcción de conocimiento acumulativo de diseño y desarrollo de la capacidad humana para la innovación (*Design Based Research Collective, 2003*).

Por otra parte, los ciclos iterativos del proceso que se muestran en la Figura 4.1, están alineados con el auténtico diseño de entornos de aprendizaje y construcción de la teoría (Lesh, 2003). Así que este enfoque metodológico está determinado por tres aspectos según Reeves (2006): direccionamiento de problemas complejos en contextos reales especialmente de colaboración; integración de conocimiento y principios de diseño hipotéticos que se hacen posibles en el intento de solucionar problemas conduciendo un riguroso y reflexivo proceso de investigación que prueba y refina una innovación educativa. En tanto que “la esencia en los objetivos de la Investigación Basada en Diseño es la aproximación a la construcción de fuertes conexiones entre la investigación educativa y la realidad educativa” (Amiel y Reeves, 2008, p. 34).

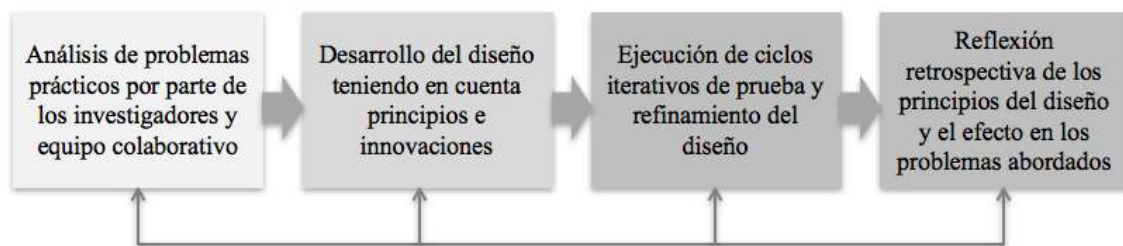


Figura 4.1 Refinamiento de problemas, soluciones, métodos y principios de diseño. Adaptado de Amiel y Reeves (2008).

Ahora bien, en la Figura anterior la fase de iteración cíclica del diseño se puede entender como un proceso repetitivo en términos de procedimiento cuyos resultados afectan el componente teórico y el diseño a la vez. De la misma manera, Molina y Castro (2011) exponen una relación entre la situación de enseñanza/aprendizaje con los principios teóricos como se presenta en la Figura 4.2.

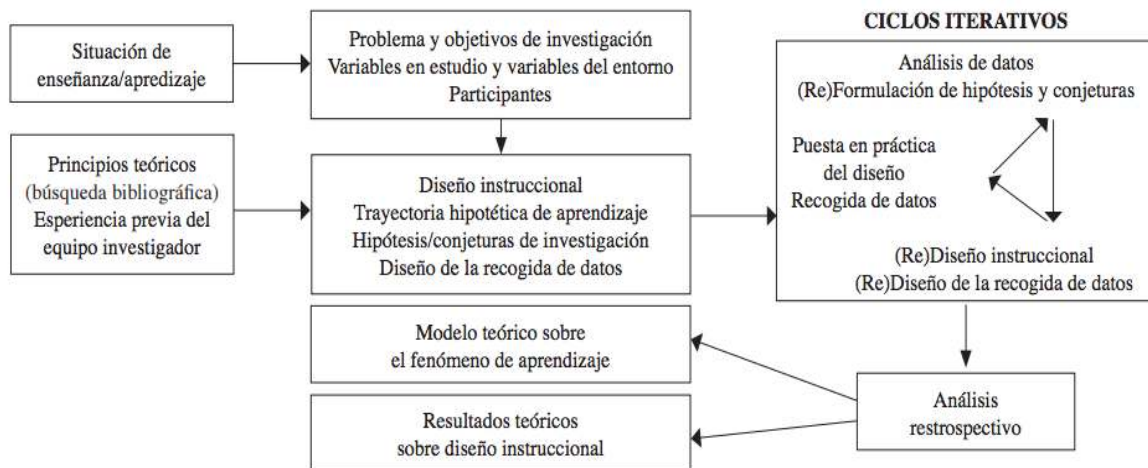


Figura 4.2 Esquema de Investigación Basada en Diseño. Tomado de Molina y Castro (2011).

Como lo exponen Cobb et al. (2003), Shavelson, Phillips, Towne y Feuer (2003) y Collins, Joseph y Bielaczyc (2004) los procesos implicados son complejos, altamente intervencionistas, iterativos a través de ciclos continuos de puesta en práctica, análisis y rediseño. Estas dinámicas posibilitan reconocer si el modelo teórico es viable a la vista de los datos obtenidos, y si los investigadores están dispuestos en todo momento a modificar el modelo ante observaciones inesperadas.

En consecuencia, por la naturaleza cíclica del diseño, los procesos de recogida y análisis de datos se dan durante los ciclos o iteraciones y al final a manera de reflexión retrospectiva. Según Molina y Castro (2011), las cuestiones a las que da respuesta el primero de estos análisis son típicamente de carácter práctico y están directamente relacionadas con el objetivo de promover el aprendizaje de los estudiantes participantes. En cambio, el análisis retrospectivo persigue contribuir al desarrollo de un modelo teórico de ese proceso de aprendizaje (Cobb, 2000).

4.4.1 Estrategia mixta para la recogida de datos en la Investigación Basada en Diseño

Los métodos mixtos favorecen la integración y conexión entre las metodologías de investigación tradicionales. A su vez algunos autores como Teddlie y Tashakkori (2003), Grinnell y Unrau (2005), Creswell y Plano-Clarck (2006), Greene (2007, 2008) consideran que posibilitan la aplicación de métodos híbridos, plurales y conectivos con el objetivo de establecer relaciones más cercanas y al mismo tiempo rigurosas entre el fenómeno de estudio, el investigador y los participantes, los datos y los procedimientos.

Así que, el empleo conjunto de métodos cualitativos y cuantitativos, dado que se interesa por el proceso y el resultado, potencia ambos procedimientos y facilita la triangulación a

través de operaciones convergentes (Anguera-Argilaga, Sánchez-Algarra, Camerino-I Foguet y Castañer-Balcells, 2014). En términos generales, los métodos mixtos buscan una conexión más adecuada que enriquezca la construcción de conocimiento sobre un fenómeno en este caso educativo (Tashakkori y Teddlie, 2003).

Particularmente, la conexión de métodos cuantitativos y cualitativos puede contribuir a los puntos fuertes y neutralizar las limitaciones de cada metodología utilizada de forma independiente (Pole, 2009). Este autor también reconoce ventajas y desventajas de los métodos mixtos, sin embargo, considera que es la aplicación en investigaciones reales lo que va a determinar su alcance y la viabilidad de su uso. Ahora bien, en relación con las ventajas particularmente, para Greene (2008) los métodos mixtos favorecen la comprensión y un mejor entendimiento de fenómenos complejos, a través del uso de múltiples formas de conocimiento.

Para Creswell y Plano-Clark (2006) la investigación mixta permite integrar, en un mismo estudio, métodos cuantitativos y cualitativos, con el propósito de que exista mayor comprensión acerca del objeto de estudio. Además, puntualizan que los métodos mixtos implican aproximaciones pragmáticas y ejercicios sistemáticos de triangulación, además de congruencia y complementariedad metodológica entre lo cuanti y cualitativo.

En esta perspectiva, se ubican múltiples referentes que han encontrado en la simbiosis métodos mixtos- Investigación Basada en Diseño un nicho investigativo interesante. Por ejemplo, Kennedy-Clark (2012; 2013) aplicó de manera persistente la combinación y conexión de diferentes datos y procesos analíticos; así mismo Squire's (2004) recurrió a expertos de los que obtuvo datos tanto cualitativos como cuantitativos acerca de su diseño educativo, para refinarlo y aplicarlo posteriormente.

De tal manera que, en esta investigación se plantea el uso de una estrategia mixta para los procesos de recogida y análisis de datos. Dichos procesos además, están relacionados con las fases genéricas: Diseño, iteración, reflexión retrospectiva, que a continuación se detallan. Como estrategia mixta, en esta investigación hemos apostado por la recogida de datos de naturaleza cuantitativa mediante el uso de instrumentos como cuestionarios. Adicionalmente, los datos cualitativos han sido obtenidos a través de transcripciones de audios de entrevistas, observaciones, así como del análisis de diversos artefactos generados por los informantes. La recogida de datos realizada en esta investigación a través del uso de técnicas de tipo cualitativo y cuantitativo nos ha permitido una mayor comprensión de los procesos de alfabetización ambiental en la formación de docentes.

4.5 Diseño de la investigación

Es preciso puntualizar que la identificación con la Investigación Basada en Diseño como metodología de investigación obedece a aspectos particulares como los intereses, tiempos y ritmos de la investigadora, además, la muestra a la que se tenía acceso y su problemática particular. En consecuencia, esta metodología tiene el potencial para ayudar en el desarrollo de intervenciones educativas, además, ofrece la oportunidad de favorecer el aprendizaje en el proceso investigativo, en este caso para el diseño de un modelo para la formación de docentes y en su iteración con el fin de favorecer EF y EIC en EA.

La Investigación Basada en Diseño en esta tesis doctoral está determinada por 2 preguntas de investigación centrales, así que el planteamiento de las fases y la integración con los procesos de recogida y análisis de datos también tienen una correspondencia con estas cuestiones:

- 1) ¿De qué manera el modelo posibilita la alfabetización ambiental (conocimientos disciplinares, metadisciplinares y actitudinales) sobre el medio ambiente en general y cuestiones ambientales específicas?
- 2) ¿Cuál es el aporte del modelo a la profesionalización docente en EA en relación con los conocimientos curriculares, didácticos y en el ámbito de la investigación colaborativa?

A continuación describiremos la reducción anticipada de datos y posteriormente presentaremos la estructura de la Investigación Basada en Diseño desde sus diferentes fases, los participantes, las técnicas e instrumentos de recogida de datos y la proyección del proceso de análisis de los datos.

4.5.1 Estructura conceptual de la investigación y reducción anticipada de datos

En particular, como se muestra en la Figura 4.3, la estructura conceptual de esta investigación, resulta de la relación entre las preguntas de investigación, el reconocimiento de las declaraciones temáticas o tópicos de investigación (las preguntas informativas de cada una), las categorías y subcategorías de análisis.

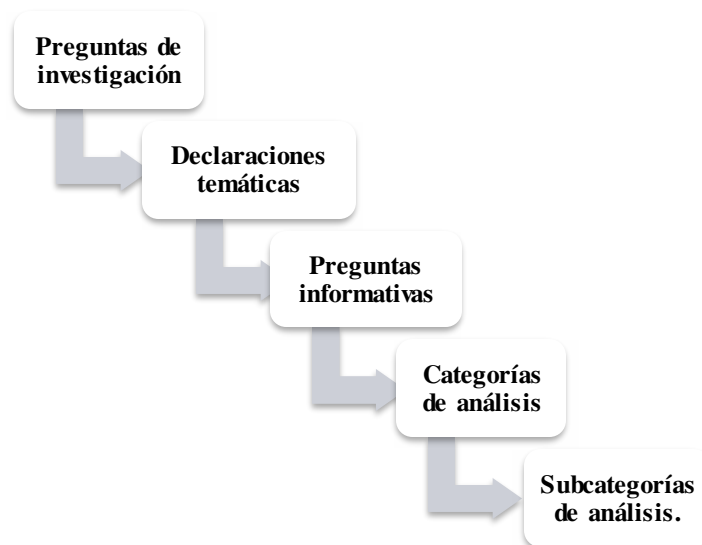


Figura 4.3 Estructura conceptual de la Investigación Basada en Diseño.

Este esquema si bien presenta la estructura conceptual de la investigación, está relacionado con la reducción anticipada de datos, la cual es definida por Miles y Huberman (1993) como el proceso que se lleva a cabo a través de subprocesos vinculados entre sí para realizar el análisis, orientado además a la selección y condensación mediante la definición de preguntas, participantes, los instrumentos de recogida de datos y particularmente con el proceso de análisis de datos (apartado 4.5.2.2).

Partimos de reconocer que las declaraciones temáticas son tópicos relativos a las preguntas centrales de investigación y a los objetivos. Estas declaraciones han sido dinámicas durante el proceso de investigación, puesto que como lo menciona Stake (2010, p.132) “los significados y la recolección de datos y los problemas y los resultados prospectivos cambian a lo largo del estudio”. Ahora bien, desde la perspectiva del enfoque progresivo se acepta la incertidumbre en el proceso de investigación, y es así como Parlett y Hamilton (1972) explicitan que “se empieza con una amplia base de datos, pero los investigadores reducen sistemáticamente la extensión de su investigación para dar una mayor atención a los resultados. Esta focalización progresiva permite dar el debido peso a fenómenos únicos e imprevistos” (p. 458).

Las declaraciones temáticas se definen en términos de las categorías y subcategorías de análisis como se presenta en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2 Sistema de categorización y su relación con las preguntas de esta investigación doctoral y con las declaraciones temáticas

Preguntas de investigación	Declaraciones temáticas	Categorías	Subcategorías
----------------------------	-------------------------	------------	---------------

1. ¿De qué manera el modelo posibilita la alfabetización ambiental (conocimientos disciplinares, metadisciplinares y actitudinales) sobre el medio ambiente en general y/o cuestiones ambientales específicas?	Alfabetización ambiental.	1. Conocimiento sobre el medio ambiente	1.1 Concepciones de medio ambiente y EA. 1.2 Reflexiones sobre las tensiones y problemáticas ambientales. 1.3 Estructuración del conocimiento.
2. ¿Cuál es el aporte del modelo a la profesionalización docente en EA en relación con los conocimientos curriculares, didácticos y en el ámbito de la investigación colaborativa?	Profesionalización docente.	2. Actitudes ambientales	2.1 Intereses personales y profesionales. 2.2 Actitudes ambientales.
		3. Conocimiento curricular.	3.1 Elementos curriculares y EA. 3.2 Transdisciplinariedad.
		4. Conocimiento didáctico del contenido.	4.1 Enfoques didácticos. 4.2 Estrategias didácticas.
		5. Investigación colaborativa.	5.1 Proceso de investigación. 5.2 La investigación en los centros educativos. 5.3 Dinámicas colaborativas.

Es así como la declaración temática alfabetización ambiental está descrita en primera instancia, por la categoría denominada conocimiento sobre el medio ambiente, desde donde se analizaron las concepciones de los participantes sobre el medio ambiente en general o cuestiones ambientales en particular, además, las reflexiones sobre las tensiones y problemáticas ambientales actuales, y finalmente está vinculada con las dinámicas de estructuración de conocimiento sobre el medio ambiente y la EA.

La segunda categoría de la alfabetización ambiental son las actitudes ambientales, donde se determinó el interés personal y profesional de los participantes por el medio ambiente y la EA, y se analizaron las actitudes emocionales o afectivas, las cognoscitivas y las conductuales.

Por otra parte, la segunda declaración temática se denomina profesionalización docente, la cual se analizó a la luz de tres subcategorías: conocimiento curricular, conocimiento didáctico del contenido y los procesos de investigación colaborativa. En este sentido, el conocimiento curricular está determinado por la relación que los participantes establecieron entre el currículo y la EA, así como los posicionamientos sobre la transdisciplinariedad. El conocimiento didáctico del contenido permitió analizar las estrategias didácticas planteadas por los docentes en formación durante las diferentes EF y la funcionalidad de los enfoques planteados desde el modelo de formación.

Finalmente, la categoría investigación colaborativa permitió caracterizar estos procesos en los docentes que participaron en la EIC al describir dichos procesos, reconocer las implicaciones en los centros educativos y las dinámicas de colaboración.

A continuación se presentan y describen cada una de las categorías y subcategorías de análisis.

Categoría 1: Conocimientos sobre el medio ambiente

Incluye los conocimientos sobre el medio ambiente en general y sobre la EA en particular, es decir aquellos conceptos, procesos y relaciones que requieren ser mirados desde varios dominios disciplinares: ecológicos-sistémicos, sociales, humanistas, históricos y relativos a las problemáticas y el principio de sustentabilidad biológica. Por ejemplo, un aspecto relevante frente al cambio climático (cuestión ambiental abordada en las EF) es el aumento de la deforestación en áreas protegidas, así que el análisis debería incluir preocupaciones ecológicas relativas a la pérdida de biodiversidad, nichos y alteración de hábitats, y otras de tipo económico, sociales, estéticas, políticas y relativas a la justicia social.

Para responder a los conocimientos se planteron tres subcategorías de análisis. La primera son las concepciones de los docentes sobre el medio ambiente y la EA; la segunda son las reflexiones de los participantes sobre las tensiones y problemas ambientales; y la tercera es relativa a la estructuración conceptual como evidencia de procesos de aprendizaje sobre el medio ambiente.

La Tabla 4.3 ilustra las preguntas informativas para cada una de las subcategorías relacionadas con el conocimientos sobre el medio ambiente.

Tabla 4.3 Preguntas informativas de las subcategorías de análisis relativas a la categoría conocimiento sobre el medio ambiente.

Preguntas informativas

Concepciones de medio ambiente y EA	<p>1.1-¿Cuáles son las concepciones de los docentes en formación sobre el medio ambiente en general o asuntos ambientales en particular?</p> <p>1.2-¿Qué implicaciones tienen dichas concepciones?</p> <p>1.3-¿Cuáles son las dimensiones constitutivas de la EA que reconocen los docentes en formación?</p>
Reflexiones sobre las tensiones y problemáticas ambientales	<p>1.4-¿Cuáles son las tensiones entre la naturaleza y la cultura que son evidentes para los docentes en formación?</p> <p>1.5-¿Qué tipo de problemáticas ambientales identifican los docentes en formación?</p>
Estructuración del conocimiento	<p>1.6-¿Cuál es la valoración que los docentes en formación tienen sobre el contexto socio político de lo ambiental?</p> <p>1.7-¿Cuáles son las características de los mapas conceptuales en términos de estructura y contenido semántico?</p> <p>1.8-¿Cuáles son las características de las proposiciones que plantean los docentes para explicar una cuestión ambiental?</p> <p>1.9-¿Cómo es el proceso de estructuración del conocimiento sobre el medio ambiente en las EIC?</p> <p>1.10-¿De qué manera la estructuración del conocimiento posibilita a los docentes en formación la selección de contenidos y la proyección didáctica en EA?</p>

Categoría 2: Las actitudes ambientales

Desde la perspectiva de Stables y Bishop (2001) las actitudes ambientales son de especial relevancia en la alfabetización ambiental. Es necesario resaltar que las actitudes pueden ser observadas en la vida cotidiana de las personas, lo cual implicaría investigaciones longitudinales; o actitudes manifiestas en un momento determinado o en la aplicación de instrumentos puntuales. En este caso se analizarán las actitudes manifiestas por los docentes en formación al aplicarse los cuestionarios (inicial y final) o las explícitas en sus discursos escritos y orales durante las EF y las EIC.

En este sentido, la categoría actitudes ambientales está descrita por dos subcategorías: los intereses personales y profesionales de los participantes sobre el medio ambiente y la EA; y las actitudes ambientales manifiestas de los docentes en formación: emocionales, cognitivas y conductuales.

La Tabla 4.4 expone las preguntas informativas de las subcategorías que describen las actitudes ambientales.

Tabla 4.4 Preguntas informativas de las subcategorías relativas a la categoría actitudes ambientales.

Subcategorías	Preguntas informativas
interés por lo ambiental a nivel personal y profesional al iniciar el proceso.	2.1-¿Qué tipo de intereses manifiestan los docentes en formación por el medio ambiente y la EA?
Actitudes ambientales	2.2-¿Qué tipo de emociones manifiestan los docentes en formación por el medio ambiente en general o cuestiones ambientales en particular?
	2.3-¿Cuáles de sus acciones afectan el medio ambiente, según los docentes en formación?
	2.4-¿Qué tipo de iniciativas en pro del medio ambiente tienen los docentes en formación?
	2.5-¿De qué manera se evidencia que los docentes en formación reconocen la importancia del conocimiento sobre el medio ambiente y de la EA para afrontar los problemas ambientales?
	2.6-¿De qué manera los docentes en formación establecen el vínculo global o local en el análisis de situaciones o cuestiones ambientales?
	2.7-¿Los docentes en formación reconocen que los problemas ambientales tienen que ver con su propia conducta o que dichos problemas son ocasionados por las conductas de otros?

Categoría 3: Conocimiento curricular

Esta categoría se refiere a la comprensión e interpretación que tienen los docentes en formación sobre el currículo y su relación con la EA. La primer subcategorías de análisis se enfoca en los elementos curriculares y la EA puesto que se entiende que lo ambiental está diseminado en todo el currículo formal: contenidos (disciplinares, actitudinales, procedimentales), estándares y criterios de evaluación. Además, emergió el asunto de la transdisciplinariedad desde la perspectiva de los participantes.

Las preguntas informativas que se buscan resolver sobre el conocimiento curricular se exponen en la Tabla 4.5.

Tabla 4.5 Preguntas informativas de cada subcategoría relacionada con el conocimiento curricular.

Subcategorías	Preguntas informativas
Elementos curriculares y EA.	3.1-¿Cómo relacionan los docentes en formación el currículo y la EA?
	3.2-¿Qué elementos curriculares tienen en cuenta los docentes en formación para diseñar sus estrategias didácticas o investigaciones colaborativas en EA?
Transdisciplinariedad.	3.3-¿Qué tipo de percepciones tienen los docentes en formación en relación con la transdisciplinariedad?

3.4-¿Qué elementos tienen en cuenta los docentes en formación para plantear estrategias didácticas o investigaciones desde la perspectiva transdisciplinar?

Categoría 4: Conocimiento Didáctico del Contenido ambiental

Se entiende como un componente fundamental para la profesionalización docente, particularmente en esta tesis doctoral las EF y EIC estaban permeadas por lo didáctico, puesto que favorecían la reflexión o proyección de procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación en EA.

la Tabla 4.6 se presentan las preguntas informativa concernientes a las subcategorías enfoques y estrategias didácticas.

Tabla 4.6 Preguntas informativas de las subcategorías que describen la categoría de análisis conocimiento didáctico del contenido.

Subcategorías	
Enfoques didácticos.	4.1-¿De qué manera los enfoques didácticos planteados en las experiencias (EF y EIC) y que provenían de la RSL, les permitieron a los docentes proyectar procesos de enseñanza y aprendizaje? 4.2-¿Qué otros enfoques y estrategias didácticas emergieron en las EF y EIC?
Estrategia didáctica.	4.3-¿Cuáles son las características de las estrategias didácticas que generaron los participantes durante las experiencias de formación y de investigación colaborativa en EA? 4.4-¿Cuáles fueron las reflexiones de los participantes en las EF y EIC sobre las estrategias didácticas? 4.5-¿De qué manera las estrategias didácticas que diseñan los docentes en formación permitieron dinamizar los espacios de aula tradicionales? 4.6-¿Cuáles son las características de los proceso de evaluación que los docentes plantean para sus estrategias didácticas?

Categoría 5: Investigación colaborativa

La investigación colaborativa se realizó en las EIC durante las dos iteraciones del modelo de formación. Así que desde esta categoría de análisis se caracterizan las experiencias en relación con tres subcategorías como se presenta en la Tabla 4.7: descripción del proceso de investigación colaborativa, la manera como estas investigaciones se reflejan en los centros educativos y cómo fueron las dinámicas colaborativas.

Tabla 4.7 Preguntas informativas sobre de las subcategorías relacionadas con la investigación colaborativa.

Subategorías	Preguntas informativas
Proceso de investigación.	5.1-¿Qué aspectos de las dinámicas y problemáticas escolares tienen en cuenta los docentes en formación para el planteamiento de preguntas de investigación en EA?
	5.2-¿Qué tipo de objetivos de investigación se plantean los docentes en formación inicial?
	5.3-¿Qué tipo de investigaciones plantean los docentes en formación?
Contextos educativos.	5.4-¿De qué manera las investigaciones planteadas por los docentes en formación se reflejan en la realidad educativa relativa a la EA de los centros?
	5.5-¿Qué tipo de limitaciones tuvieron los docentes en formación para llevar a cabo sus procesos investigativos en EA?

4.5.2 *Fases de la Investigación Basada en Diseño: Participantes, técnicas e instrumentos de recogida de datos y procedimiento para el análisis*

Como se muestra en la Figura 4.4, el diseño metodológico se ha desarrollado en 4 fases. La **Fase 1** retoma los resultados de la RSL expuestos en el capítulo 2, para el diseño del modelo de formación e investigación colaborativa de docentes, el cual se ha descrito en el capítulo 3.

En la **Fase 2** denominada Iteración Exploratoria (IEX), se aplicaron por primera vez los sistemas 1 y 2 en la EF₁, y en la EIC₁, respectivamente. En la EIC₁, participaron maestros/as en formación inicial durante la realización de una experiencia de investigación en colaboración con sus tutores sobre una temática relacionada con la EA. En esta fase se recogieron datos procedentes de la aplicación de diferentes técnicas e instrumentos que se concretan en el apartado en la Tabla 4.15.

Por otra parte, la **Fase 3**, o fase de reflexión retrospectiva (RR₁) permitió evaluar el modelo gracias al análisis de los datos obtenidos de las EF₁ y EIC₁ (fase 2). Para ello se han aplicado distintos métodos de análisis. El objetivo de esta fase fue posibilitar el refinamiento del modelo para aplicarlo en experiencias de formación más intensas (más número de horas implicadas) y complejas (estrategias didácticas diferentes) durante la fase 4.

Consecutivamente, en la **Fase 4** o también llamada Iteración Evaluativa (IEV) se llevaron a cabo las EF₂ y EF₃, además, de otra EIC₂. La recogida de datos tuvo algunas variaciones, puesto que el análisis anterior determinó la necesidad de acceder a más datos que dieran cuenta de la funcionalidad del modelo y como mecanismo de adaptación a los grupos de docentes. Finalmente, la **Fase 5**, es la segunda reflexión retrospectiva (RR₂), donde fueron

analizados los datos recogidos en la IEV a través de los métodos descritos en la fase 2. Además, se llevó a cabo una triangulación de datos tanto de las IEX como de la IEV.

La Figura 4.4 presenta una síntesis de las diferentes fases de la Investigación Basada en Diseño en función de la cronología, actividades realizadas y la recogida y análisis de datos.

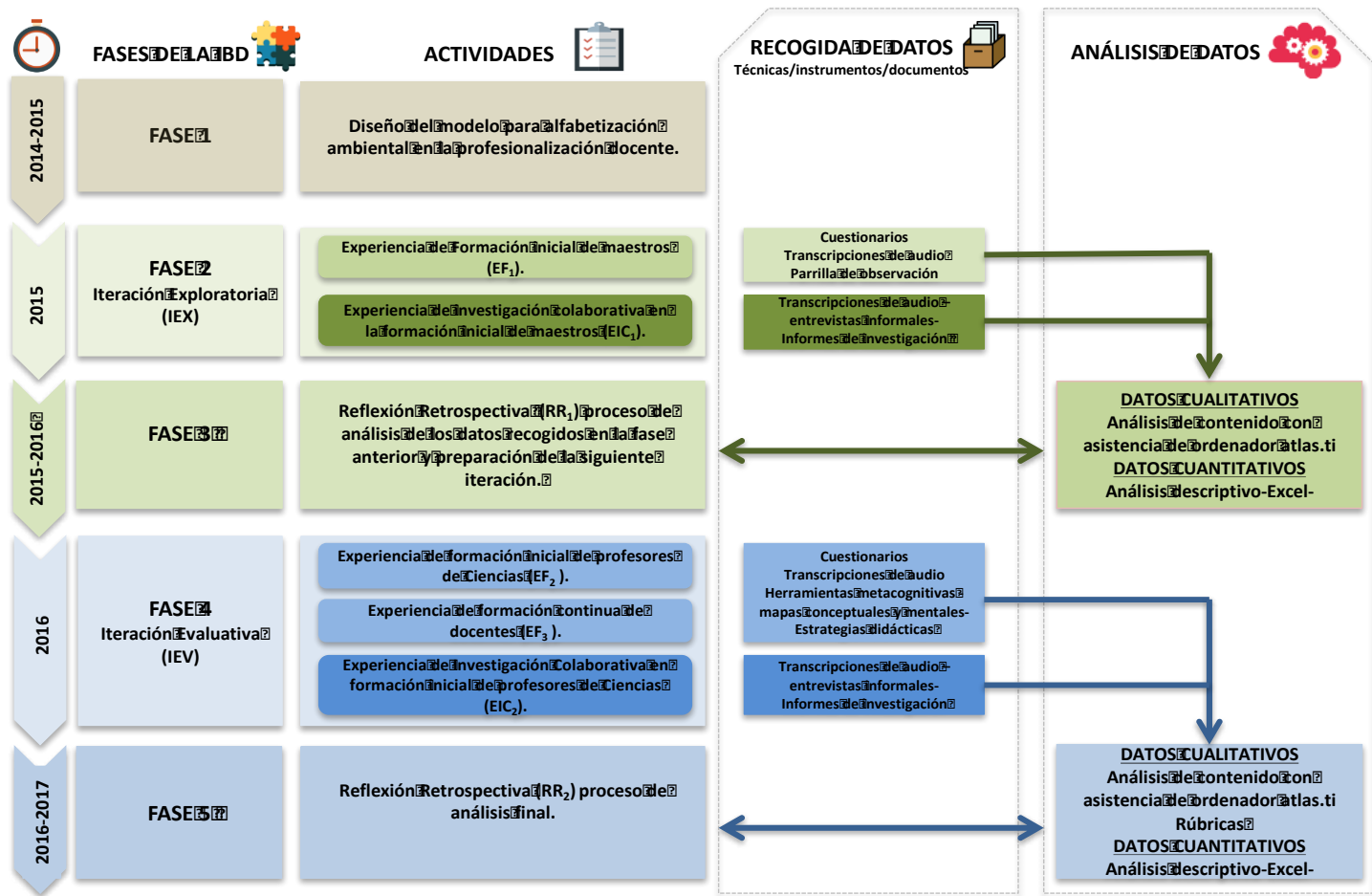


Figura 4.4 Fases de la Investigación Basada en Diseño de la tesis doctoral.

Se especifica la organización temporal, los tipos de experiencias (EF-EIC) y las flechas indican el flujo y la correspondencia entre los procedimientos para la recolección y el análisis de datos. Elaboración propia.

4.5.2.1 Los participantes y el proceso de recogida de datos: Fases 2 y 4 de la Investigación Basada en Diseño

En este apartado se realizará la caracterización de las fases 2 y 4, puesto que son en estas donde se realizan las iteraciones del modelo de formación, así que incluimos las características de los informantes o participantes, a partir de las experiencias de formación (EF₁₋₂₋₃) e investigación colaborativa (EIC₁₋₂₋₃) desarrolladas. Además, presentamos una descripción del proceso de recogida de datos realizado de acuerdo a las técnicas, instrumentos y documentos empleados y los informantes implicados.

Experiencia de Formación 1 (EF₁)

En la fase 2 como iteración exploratoria IEX, se desarrolló la EF₁ durante el mes de abril de 2015, con un grupo de 12 maestros en formación inicial pertenecientes al Grado de Educación Primaria de la Universidad de Valladolid matriculados en la asignatura optativa de EA. Los objetivos de la experiencia fueron: favorecer la alfabetización ambiental relativa al cambio climático, es decir, permitir la vinculación de diferentes áreas de conocimiento para explicar esta cuestión ambiental; visibilizar actitudes ambientales, y favorecer la proyección de estrategias didácticas que pudieran llevarse al aula de educación primaria.

Para el cumplimiento de estos objetivos, la experiencia se organizó en 6 sesiones de clase (60 minutos cada una) dentro de la asignatura optativa de EA. La cuestión ambiental planteada fue el cambio climático. Cabe mencionar que la decisión de abordar el cambio climático como cuestión ambiental se tomó porque en el contexto Europeo es de gran relevancia y ya había sido trabajado en proyectos del área académica donde se desarrolló esta tesis doctoral.

La estructura de esta experiencia de formación se describe en la Tabla 4.8. Cada sesión de clase tuvo correspondencia con los nodos metadisciplinarios abordados y los componentes (curricular y didáctico), además de la fase del sistema 1 del modelo (dirigida, mediadora, semi dirigida-colaborativa):

Tabla 4.8 Secuencia real del sistema 1 del modelo formación para la EF₁ sobre el cambio climático.

N clases	Componentes de modelo para la formación			Fases del Modelo
	Nodo metadisciplinar	Curricular*	Didáctico	

1	Dinámicas climáticas como temática de interés político y social		Panel multimedia.	Dirigida
2	El clima como sistema complejo		Mapeo conceptuales.	Mediadora
3-6	Interacción atmósfera-hidrosfera	Quinto	Modelización.	
	Predicciones climáticas y estaciones de medición.	Tercer	Aprendizaje basado en problemas (ABP).	Semi dirigida colaborativa
	Cambio climático antrópico Vs cambio climático como fenómeno natural.	Sexto	Asunto socio-científico.	
	Ciudades sustentables.	Sexto	TIC-Aprendizaje basado en el contexto.	
	Adaptación educativa al cambio climático.	De primero a sexto	Trabajo por proyectos.	

*Se entiende que lo curricular obedece a la ubicación en el currículo de los nodos metadisciplinarios que están directamente relacionados con el cambio climático.

Experiencia de Formación 2 (EF₂)

Esta experiencia se consideró como la iteración evaluativa (IEV) y se desarrolló en desde enero a febrero de 2016 con la participación de 2 grupos de profesores de Ciencias en formación inicial (18 participantes en total) los cuales cursaban el Máster de formación de profesorado de ESO y Bachillerato, formación profesional y enseñanza de idiomas, en la modalidad de Ciencias Experimentales (Física/Química, Biología/Geología) en la Universidad de Valladolid. La cuestión ambiental elegida fue el cambio climático como en la EF₁. En esta iteración el modelo se adaptó a los contenidos propios de la asignatura de *Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales* puesto que era la asignatura del Máster que estaban cursando los informantes siguiendo la estructura que se expone en la Tabla 4.9 durante un total de 12 sesiones de clase.

Los objetivos que direccionaron esta experiencia de formación fueron: favorecer la alfabetización ambiental relativa al cambio climático, es decir, permitir la vinculación de diferentes áreas de conocimiento para explicar esta cuestión ambiental mediante el uso de herramientas metacognitivas; visibilizar actitudes ambientales, y favorecer la proyección de estrategias didácticas que pudieran llevarse al aula de la educación secundaria obligatoria y bachillerato.

Tabla 4.9 Secuencia real del sistema 1 del modelo formación para la EF₂.

N clases	Componentes de modelo para la formación			Fases del Modelo
	Nodo metadisciplinar	Curricular*	Didáctico	
1	El clima en el panorama político y científico		Panel	Dirigida
2	El clima como sistema complejo		Mapeo conceptuales	Mediadora
3	El efecto del cambio climático en el contexto regional.		Aprendizaje basado contexto.	
4-12	Interacción atmósfera, hidrósfera, litósfera, biósfera.	Física y Química cuarto de la ESO.	Modelización experimental y teórica.	Semi dirigida colaborativa
	Efecto del cambio climático en los ecosistemas.	Biología y Geología. Primero de la Geología.	Modelización.	
	La minería.	Cuarto de la ESO.	Asuntos socio-científicos.	
	Efecto del cambio climático en la hidrosfera.	Ciencias de la tierra y del medio ambiente. Segundo de Bachillerato.	TIC.	
	Energía.	Física y Química cuarto de la ESO.	Aprendizaje por indagación.	
	Predicciones climáticas y estaciones de medición.	Física y Química cuarto de la ESO.	Aprendizaje basado en problemas (ABP).	
	Ciudades sustentables.	Física y Química cuarto de la ESO.	TIC-Aprendizaje basado en el contexto.	

* Se entiende que lo curricular obedece a la ubicación en el currículo de los nodos metadisciplinarios que están directamente relacionados con el cambio climático.

Es importante mencionar que las diferencias de esta secuencia con respecto a la aplicada en la EF₁ se deben a los resultados aportados por esta que indicaban la necesidad de mejorar el sistema 1 del modelo en varios aspectos que se mencionaran a groso modo, pero que estarán expuestos en profundidad en el capítulo 5. En primer lugar, en la EF₂ los profesores en formación eligieron los nodos metadisciplinarios y además, construyeron sus propios mapas de conceptos. En segundo lugar, está el componente curricular, donde se estudió el currículo de Conocimiento del medio y se procuró la vinculación de otras áreas. En esta

ocasión a diferencia de la anterior experiencia formativa se tuvo más tiempo para el desarrollo de las sesiones, lo que permitió un mayor consenso entre los agentes implicados de cada una de las fases.

Experiencia de Formación 3 (EF₃)

A su vez, la IEV permitió el desarrollo de la EF₃ con 9 docentes en servicio (de secundaria) de la ciudad de Valladolid, a través del Centro de formación del profesorado e innovación educativa (CFIE). Esta experiencia se realizó porque la diseñadora del modelo presentó la propuesta al CFIE y después de ser evaluada y considerada como viable, se abrió la convocatoria a través de la página web. La formación tenía por nombre “*el cambio climático: una mirada desde el aula*”¹⁷ y se realizó en marzo y abril de 2016, durante 10 sesiones (60 minutos cada una). La estructura de la EF₃ se describe en la Tabla 4.10.

Los objetivos particulares de esta experiencia fueron: posibilitar un marco de referencia para la organización de contenidos escolares transdisciplinares en relación con el cambio climático; diseñar estrategias didácticas innovadoras para dinamizar la gestión ambiental en los centros educativos, y sensibilizar sobre la necesidad de favorecer la adaptación educativa al cambio climático desde el aula.

Tabla 4.10 Secuencia real del primer sistema del modelo formación para la EF₃.

N clases	Componentes de modelo para la formación			Fases del
	Nodo metadisciplinar	Curricular*	Didáctico	Modelo
1	El clima en el panorama político y científico		Panel	Dirigida
2	El clima como sistema complejo.		Mapeo conceptuales	Mediadora
3-4	El efecto del cambio climático en el contexto regional.		Modelización-Aprendizaje basado en el contexto-museo de la ciencia.	
5-6	Interacción Biosfera, Litosfera, Hidrosfera y Atmósfera.		Modelización-salida de campo-	

¹⁷Oferta del curso en https://reforacen.educa.jcy.es/convocatoria/faces/Ficha_1.jsp?cfie=47700036&actividad=32508. Consultado el 28 de febrero de 2017.

7-10	Especies en vía de extinción debido al cambio climático.	Primero de la ESO	Asuntos socio-científicos	Semi dirigida colaborativa
	Actividades industriales y su efecto en el cambio climático.	Segundo de Bachillerato	Aprendizaje basado en problemas (ABP).	
	Las casas bioclimáticas para ciudades sustentables.	De primero a cuarto de la ESO	TIC	
	Huella de carbono.	De primero a cuarto de la ESO	TIC	

* Se entiende que lo curricular obedece a la ubicación en el currículo de los nodos metadisciplinarios que están directamente relacionados con el cambio climático.

La variación de esta experiencia en relación con la EF₂, fue la incorporación de escenarios como el Museo de Ciencia y el parque natural urbano Campo Grande de la ciudad de Valladolid. Además, los nodos metadisciplinarios también sufrieron un cambio en la medida que fueron seleccionados por los docentes en formación continua.

En las tres EF mencionadas se recogieron datos a través de las siguientes técnicas, instrumentos y fuentes de información:

I. Cuestionarios

El cuestionario es una herramienta fundamental para obtener información sobre grupos, muestras o poblaciones en el tema que se pretende investigar (González, 2007). En este caso se aplicaron cuestionarios tanto al iniciar como al finalizar las tres experiencias de formación. Al iniciar el proceso y con el objetivo reconocer qué percepciones y conocimientos previos tenía los docentes en formación acerca del medio ambiente y la EA (apéndice 4.1), cabe resaltar que este cuestionario fue una elaboración propia. A su vez, el cuestionario final (apéndice 4.2) fue una adaptación (hecha por la investigadora principal) del propuesto por Páramo y Gómez (1994) quienes reconocen tres tipos de actitudes ambientales: Cognoscitiva, emocional/afectiva y conductual. Los ítems a su vez están organizados desde 5 temáticas genéricas sobre el medio ambiente: biodiversidad, comportamiento ecosocial, contaminación, uso sostenible de recursos e impacto atmosférico. Además, retoman el concepto de locus de control y rango de aproximación local o global.

Es necesario mencionar que la intención de dar cuenta de las actitudes ambiental no era para comparar el antes y después de la aplicación del modelo en las EF y EIC. Lo que se

pretendía era presentar al inicio de las experiencias un panorama de los intereses de los participantes y al final las actitudes manifiestas.

Dichos cuestionarios se aplicaron en las tres EF y se elaboraron a través de una combinación de ítems procedentes de la literatura y otros generados para esta investigación y contenía ítems relativos a las concepciones sobre el medio ambiente y la EA, y conocimientos sobre el cambio climático. Cabe resaltar que el diseño de los cuestionarios se sometió al juicio de tres expertos antes de la aplicación del cuestionario con el propósito de obtener información acerca del uso del lenguaje, la pertinencia de los ítems, la claridad en la redacción y sobre las opciones de respuesta (escalares o no) (apéndice 4.3 cuestionarios para la revisión de expertos). El cuestionario contaba con preguntas cerradas tipo Likert (5 niveles) y preguntas abiertas y/o con opciones de respuesta.

- II. Los encuentros o sesiones de clase de las tres fases de la formación (dirigida, mediadora y semi dirigida colaborativa) en las EF₁₋₂₋₃ se grabaron en audios y estos fueron transcritos para generar documentos primarios que fueron sometidos a un análisis de contenido posterior. En la última sesión de la EF₁ descrita en la tabla 4.3 se proporcionó un espacio para que los maestros en formación compartieran sus propuestas. En esta sesión la investigadora que a su vez actuó como formadora, utilizó una parrilla de observación con el propósito de registrar aspectos relevantes en el espacio donde los maestros en formación llevaran a cabo la exposición de sus estrategias didácticas para el aula de primaria (apéndice 4.5).
- III. Estrategias didácticas generadas por los participantes: Durante la EF₂ y la EF₃, en la fase semi dirigida colaborativa se recogieron productos de los profesores en formación que fueron incluidos en el análisis. Entre estos están los mapas conceptuales y las estrategias didácticas que los informantes plantearon como una proyección de su labor educativa. Particularmente, con los docentes en ejercicio que participaron en la EF₃ se tuvo el tiempo disponible para realizar un informe de la visita al Museo de la Ciencia, así que estos documentos también se incluyen en el análisis.

A continuación en la Tabla 4.11, se presenta un resumen o síntesis de las técnicas e instrumentos utilizados con las tres experiencias de formación (durante la IEX e IEV) y el número de fuentes de información que fueron incluidas en el análisis de datos.

Tabla 4.11 Síntesis de las técnicas, instrumentos y documentos del proceso de recogida de datos en las experiencias de formación.

Técnicas/instrumentos/fuentes de información	N documentos
--	--------------

	EF₁	EF₂	EF₃
Cuestionario inicial	12	18	9
Cuestionario final	12	18	9
Cuestionario de satisfacción aplicado por el CFIE	-	-	9
Grabaciones de audio/transcripciones de audio de los encuentros o sesiones de la formación	2	12	3
Parrilla de observación	1	-	-
Mapas conceptuales	-	8	4
Modelos mentales	1	1	2
Estrategias didácticas	-	8	9
Informe de salida al museo de la ciencia	-	-	4

Por otro lado, el sistema dos del modelo se testó en ambas iteraciones (IEX-IEV), y se aplicó en dos EIC₁₋₂ en EA. La caracterización de los docentes que participaron en estas se presentan a continuación:

Experiencias de Investigación Colaborativa 1 y 2 (EIC₁₋₂)

Las EIC₁₋₂ aplicaron el sistema 2 del modelo de formación referenciado en el capítulo 3. En la EIC₁ se contó con la participación de 3 maestros en formación inicial de cuarto curso del Grado de Educación Primaria de la Universidad de Valladolid, quienes de febrero a julio de 2015 realizaron su Prácticum II y su Trabajo Fin de Grado (TFG). De manera voluntaria se involucraron en el proceso de investigación colaborativa en EA.

En la EIC₂ Participaron 2 profesores de Conocimiento del Medio en formación inscritos en el Máster de profesor de ESO y Bachillerato, formación profesional y enseñanza de idiomas, de la modalidad de Ciencias Experimentales (Física/Química, Biología/Geología). Estos participantes desarrollaron investigaciones en EA como parte de su Trabajo fin de Máster (TFM) asociado al Prácticum dos instituciones de ESO en la ciudad de Valladolid.

Las investigaciones que se desarrollaron en la EIC₂ no llevaron a cabo intervenciones de aula en EA, puesto que los profesores tenían interés (manifiesto en conversaciones informales con PA) en caracterizar los centros en los relativo a la EA y particularmente los alumnos con los que se vincularon en su Prácticum.

En consecuencia, el proceso de recogida de datos en este tipo de experiencias fue diferente por la naturaleza misma de estas, en relación con los participantes, los tiempos y los procesos. Así que para las dos experiencias descritas anteriormente se utilizaron reuniones/encontros colaborativos y estos fueron registrados como entrevistas informales, porque como bien lo menciona Simons (2011) son altamente interactivas, se presentan en ambientes relajados donde interactúan naturalmente varios participantes del equipo colaborativo con el propósito de favorecer el desarrollo y progresión de las investigaciones de los docentes en formación, responder inquietudes y resolver dificultades tanto teóricas como prácticas y metodológicas.

Los encuentros colaborativos en las EIC se grabaron en audios y posteriormente se transcribieron para ser analizados. Adicionalmente, se recogieron los informes de investigación generados por los docentes en formación EIC₁₋₂ (Trabajos Fin de Grado y Máster respectivamente). Así mismo, se recogieron y analizaron modelos mentales que fueron utilizados en la EIC₁ por los participantes.

A continuación en la Tabla 4.12, se presenta una síntesis de los con el número de documentos que se recogieron de las experiencias de investigación colaborativa.

Tabla 4.12 Síntesis de las técnicas, instrumentos y documentos del proceso de recogida de datos en las experiencias de formación.

Técnicas/instrumentos/fuentes de información	N documentos	
	EIC ₁	EIC ₂
Transcripciones de audio de entrevistas o encuentros informales	18	14
Informes de investigación	3	2
Mapas mentales	2	

A manera de síntesis de los datos recogidos, se presenta la tabla 4.13, donde se especifica el momento de aplicación, los informantes, el tipo de experiencia de formación y de investigación colaborativa y la proyección de análisis.

Tabla 4.13 Síntesis del de los datos recogidos en las diferentes experiencias.

Año	Experiencia	Informantes		Técnicas/instrumentos/documentos	
		Tipo	N	Tipo	N
2015	EF ₁		12	Cuestionarios iniciales	12
				Transcripciones de audio de las sesiones	2

		Maestros en formación inicial. Universidad de Valladolid.		Modelos mentales	1
				Parrilla de observación	1
				Cuestionario final	12
2016	EIC ₁	Maestros en formación inicial. Universidad de Valladolid.	3	Transcripciones de audio de las conversaciones informales	18
				Informes de investigación	3
	EF ₂	Profesores de Ciencias en Formación inicial. U Universidad de Valladolid.	18	Cuestionario inicial	18
				Modelos mentales	2
				Mapas conceptuales	8
				Transcripciones de audio	12
				Estrategias didácticas	8
				Cuestionario final	18
	EIC ₃	Profesores en ejercicio. CFIE Valladolid.	9	Cuestionario inicial	9
				Modelos mentales	3
				Mapas conceptuales	4
				Transcripciones de audio	3
				Informes de salida al Museo de la Ciencia	4
				Estrategias didácticas	9
				Cuestionario final	9
	EIC ₂	Profesores de Ciencias en Formación inicial. Universidad de Valladolid.	2	Transcripciones de audio de las conversaciones informales	14
				Informes de investigación	2
				Modelos mentales	2

4.5.2.2 Análisis de datos: Fases 3 y 5 de la Investigación Basada en Diseño

Para el proceso de análisis de datos se utilizaron métodos tanto cualitativos como cuantitativos, en respuesta a la naturaleza de los datos recogidos durante las experiencias de formación e investigación colaborativa en las iteraciones descritas en las fases 1 y 3. Lo anterior es coherente con la consideración de estrategia mixta para la recogida y análisis de datos.

I. Análisis de contenido cualitativo asistido por ordenador (atlas.ti, versión 7)

Para Krippendorff (1990, p. 28) el análisis de contenido “es una técnica de investigación destinada a formular, a partir de ciertos datos, inferencias reproducibles y válidas que pue-

dan aplicarse a su contexto”. Este autor reconoce que esta técnica de análisis de datos posibilita la descripción del contenido de los textos, además, la reformulación de ciertos datos, las inferencias reproducibles y válidas que puedan aplicarse a su contexto (Krippendorff, 2004).

La diferencia básica entre este análisis de contenido y el análisis realizado en la RSL (véase capítulo 2), es que este último utilizó la Teoría Fundamentada y el método de comparación constante, desde donde se configuró el sistema de categorías. Pero en este caso, el análisis de contenido se llevó a cabo gracias a un sistema de categorías construido, que se puede considerar *etic* (véase Tabla 4.10) el cual tenía una estrecha relación con los componentes de los sistemas (1 y 2) del modelo de formación de profesorado en EA conformado a partir de la RSL presentado en el capítulo 3 de la presente memoria.

En relación con la descripción del procedimiento para el análisis de contenido Bardín (1986) propuso tres fases: la primera de preanálisis, la segunda fase es de exploración del material y la tercera es de tratamiento e interpretación de los resultados. Por otra parte Miles y Huberman (1984) consideran 4 estadios que van desde la recogida y reducción anticipada de datos hasta la interpretación a través de un sistema de codificación y la generación de conclusiones.

Particularmente, como se describe en la Figura 4.5, el análisis de contenido llevado a cabo en este ejercicio investigativo se organizó en 4 fases: La primera, es la identificación teórica que posibilitó determinar la estructuración conceptual de la investigación, desde donde se vincularon las preguntas de investigación centrales con tópicos o declaraciones temáticas y a su vez preguntas informativas con mayor detalle sobre los procesos de formación e investigación colaborativa de los docentes en formación inicial o continua. La segunda fase, es la recogida de datos a través de diferentes técnicas, instrumentos y documentos. desde donde se generaron documentos con contenido relevante. En la tercera fase se inicia el proceso de codificación axial de los datos, donde teniendo como precedente el sistema de categorización y con la asistencia del *software atlas.ti* se trasciende del análisis textual a un análisis conceptual y al proceso de interpretación sustantiva de los datos. En este caso, se recurre al método de comparación constante que fue descrito en el apartado 2.3.

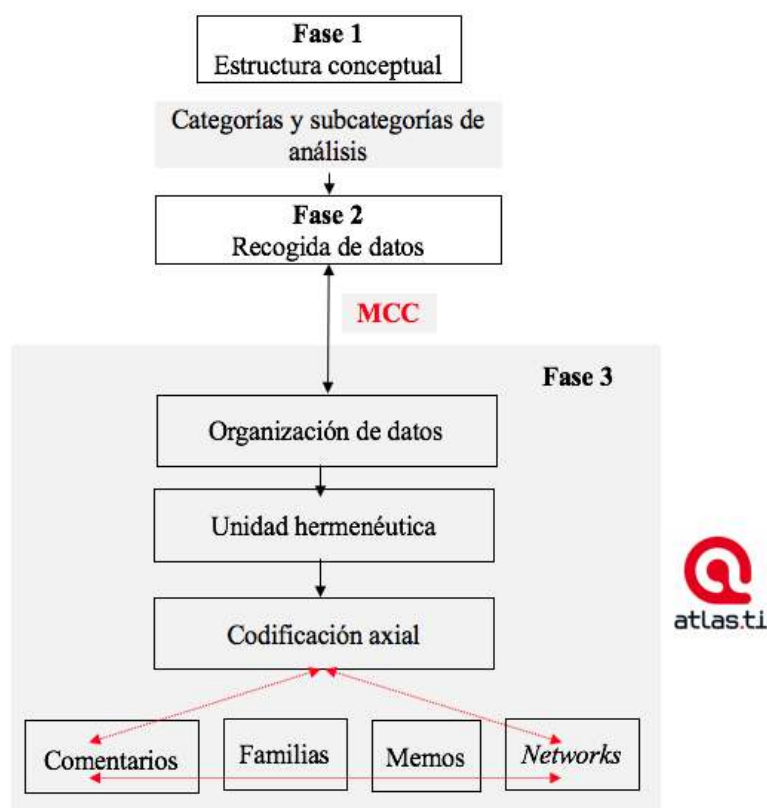


Figura 4.5 Proceso de análisis de contenido con la mediación del *software atlas.ti*. Elaboración propia.

Es importante destacar que, el análisis con el *software atlas.ti* se describe detalladamente en el capítulo 2 y permitió optimizar el proceso de análisis de contenido desde el ejercicio de codificación, vinculación entre códigos, formación de grupos de códigos (familias), definiciones de códigos y contrastación con la literatura. Además, brinda herramientas para alcanzar un nivel superior de análisis: comentarios, memos, tablas de coocurrencias, redes semánticas.

II. Análisis descriptivo

Las preguntas cerradas tipo Likert recogidas a través de los cuestionarios inicial y final recogidos en las EF₁₋₂₋₃, fueron analizados por medio de estadística descriptiva y enfocados dar respuesta a las preguntas informativas inherentes a la experiencia de formación. Cabe resaltar que este tipo de análisis permitió presentar una serie de datos que ayudan a estudiar el fenómeno educativo de interés. El procesamiento de los datos primarios nos permitió acceder a la distribución de frecuencias, medidas de tendencia central y de variabilidad.

III. Análisis de herramientas metacognitivas elaboradas por los participantes

Las herramientas metacognitivas elaboradas por los participantes en las diferentes experiencias de formación e investigación colaborativa fueron los mapas conceptuales y los modelos mentales. Los primeros fueron evidencias del proceso de estructuración del conocimiento disciplinar y metadisciplinar sobre el cambio climático, el cual se llevó a cabo en las EF₁₋₂₋₃. De tal manera, que se adaptó una rúbrica de Cañas, Novak y Reiska (2015) con la cual se analizaron los mapas conceptuales. Dicha rúbrica se presenta en la Tabla 4.14 y fue planteada a la luz de dos aspectos importantes, que para el caso son entendidos como variables: la topología o estructura y el contenido semántico. Cada una de estas variables cuenta con unos criterios que la describen y además, con una escala cuantitativa e indicadores cualitativos relativos a dichas escalas.

El segundo tipo de herramientas metacognitivas fueron los modelos mentales, los cuales se analizaron mediante el uso de una matriz adaptada Moseley, Reinke y Bookout (2003), como se muestra en la Tabla 4.15, que responde a tres niveles, siendo 3 el que más aporta a la complejidad y aproximación del modelo mental al modelo teoría/científico o a los principios de la ciencia erudita. Si bien los modelos pueden incluir diferentes tipos de modos de representación (Herbert, 2003) o de lenguajes: verbal, visual, químico, matemático.

Tabla 4.14 Rúbrica para el análisis de los mapas conceptuales construidos por los docentes en las EF₁₋₂. Adaptada de Cañas et al. (2015).

Aspecto	Criterio	Descripción	Escala cuantitativa	Aproximación cualitativa
Estructura/Topología	Uso de conceptos en vez de trozos de texto desde la perspectiva estructural	La presencia de trozos de texto en un mapa conceptual suele ser indicador de estructuras de conocimiento memorísticas, y por ende pobres, rígidas y aisladas. La capacidad de desglosar textos en conceptos es el punto de partida obligado para el establecimiento de relaciones múltiples, novedosas y flexibles entre ideas y, por ende, para la construcción de estructuras cognitivas cada vez más complejas y sofisticadas.	1	Predominio de explicaciones largas
			2	Más explicaciones largas que conceptos
			3	Igual número de explicaciones largas y de conceptos
			4	Más conceptos que explicaciones largas
			5	Solo conceptos
	Establecimiento de relaciones entre conceptos	Las conexiones consideradas desde su dimensión estructural. Es decir, lo que interesa es la presencia o no de palabras de enlace, no las palabras en sí. Desde esta óptica, cualquier símbolo colocado intencionalmente por el autor con el fin de establecer una relación concreta entre dos conceptos debe ser interpretado como “palabra de enlace”. Esta consigna aplica igualmente a mapas conceptuales elaborados a mano (con papel y lápiz, u otros materiales), como a los realizados mediante un programa de computadora.	1	Sin palabras de enlace o conectores
			2	Algunas palabras de enlace o conectores
			3	La mitad de los enlaces tienen palabras o conectores
			4	Se usan un número alto de palabras de enlace o conectores
El grado de ramificación	Un punto de ramificación ocurre cuando de un nodo, concepto o frase de enlace, salen 2 o más líneas de conexión (el número exacto no importa). Este criterio no se refiere al número de ramas que emergen de un nodo dado, sino al número de nodos que presentan más de una rama.	5	No faltan palabras de enlace o conectores	
		1	Lineal 0-1 puntos de ramificación	
		2	Baja 2 puntos de ramificación	
		3	Media 3-4 puntos de ramificación	
			4	Alta 5-6 puntos de ramificación

			5	Muy alta 7 o más puntos de ramificación
	La profundidad jerárquica	Se determina contando el número de enlaces que hay entre el concepto raíz (para el caso nodo metadisciplinar) y el concepto más alejado del concepto raíz. Evidentemente este es un criterio que sólo tiene sentido para mapas que contienen al menos un concepto raíz.	1	1 nivel de jerarquización
			2	2 niveles de jerarquización
			3	3 niveles de jerarquización
			4	4 niveles de jerarquización
			5	Más niveles de jerarquización
	La presencia de enlaces cruzados	Un <i>enlace cruzado</i> es esencialmente una proposición entre conceptos ninguno de los cuales es el concepto raíz, y usualmente localizados en diferentes sectores de un mapa conceptual, de manera tal que se forme un circuito cerrado.	1	Sin enlaces cruzados
			2	1 enlace cruzado
			3	2 enlaces cruzados
			4	3 enlaces cruzados
			5	Más de tres enlaces cruzados
Contenido	se- Conceptos	Inclusión de conceptos relevantes sobre el medio ambiente en general, la cuestión ambiental y al nodo metadisciplinar.	1	No incluye conceptos relevantes
mántico			2	Incluye pocos conceptos relevantes
			3	Incluye conceptos relevantes pero no suficientes
			4	Incluye la mayoría de los conceptos relevantes
			5	Incluye todos los conceptos relevantes que podrían favorecer la constitución de proposiciones
	Palabras de enlace o conectores	Tipos de conectores, pertinencia de los conectores para favorecer la construcción de proposiciones.	1	Sin palabras de enlace o conectores
			2	Algunas palabras de enlace o conectores
			3	Uso de palabras de enlace o conectores

		4	Uso de palabras o conectores que expresan claramente una relación
		5	Uso de palabras claves o conectores que expresan claramente una conexión y posibilitan la estructuración de proposiciones
Proposiciones	Obedece a la corrección del contenido, es decir, a la no inclusión de ideas erróneas al seleccionar y relacionar conceptos.	1	Errores conceptuales y escasez de vínculos, lo cual no posibilitan la estructuración de proposiciones
		2	Aciertos conceptuales pero deficientes vínculos o enlaces entre estos, lo que obstaculiza la estructuración de unidades semánticas o proposiciones
		3	Presencia de algunos conceptos conectados adecuadamente, pero no se alcanza a reconocer unidades semánticas o proposiciones claras
		4	La mayoría de los conceptos son adecuados y al enlazarse con otro (s) posibilita la formación de proposiciones (unidades semánticas) pertinentes aunque susceptibles de mejora
		5	Conceptos adecuados que al enlazarse con otro (s) posibilitan formar proposiciones (unidades semánticas) adecuadas y da cuenta de una estructuración conceptual acertada y de aprendizajes significativos en lo relativo al medio ambiente y a la cuestión ambiental de interés

Tabla 4.15 Aspectos analizados en los mapas mentales de los participantes sobre el cambio climático. Adaptado de Moseley *et al.* (2003)

Factores (humanos, de vida, abióticos, construcciones humanas)				
Niveles	La vida humana y sus construcciones	Factores bióticos	Abióticos	Implicación didáctica
1	Se incluyen humanos y sus construcciones/actividades sin una aparente interacción entre ellos y con otros factores. Además	Se incluyen otros seres vivos sin ninguna aparente interacción entre ellos	Se tienen en cuenta factores abióticos (montañas, sol, aire, agua, entre otros) como partes aisladas y no implicadas en proceso de interacción entre ellos y con seres vivos.	Sin connotación didáctica
2	Los seres humanos interactúan entre ellos y con otros factores bióticos, abióticos o construidos (calles, automóviles), pero sin especial énfasis en el lugar y en el efecto en el medio ambiente.	Seres vivos en general interactuando entre ellos y con los seres humanos en el hábitat pero no se evidencia la incidencia a nivel medio ambiental.	Interacción entre factores abióticos y con los seres vivos, pero sin especial énfasis en el hábitat y en el efecto medio ambiental de las interacciones.	Construcción como mecanismo de autocontrol de sus propios aprendizajes y proyección didáctica puntual o no transversal al proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación.
3	Seres humanos con mucho énfasis en las interacciones con otros factores y la influencia que estas interacciones tienen en el medio ambiente manifiestas a través de indicadores como niveles conceptuales.	Seres vivos con múltiples y manifiestas interacciones entre ellos y con otros factores y la influencia que estas interacciones tienen en el medio ambiente manifiestas a través de indicadores como niveles conceptuales	Factores abióticos en interacciones entre ellos y con otros factores y la influencia que estas interacciones tienen en el medio ambiente manifiestas a través de indicadores como niveles conceptuales	Construcción como mecanismo de autocontrol de sus propios aprendizajes y proyección didáctica transversal en un proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación para educación primaria, secundaria y/o bachillerato.

4.6 Asuntos éticos y de credibilidad en la investigación

Este ejercicio de investigación pretende aportar a la construcción de conocimiento en torno a la formación de los docentes en EA. Es importante reconocer que los docentes en formación inicial que participaron de las diferentes iteraciones del modelo fueron informados de que la propuesta formaba parte de una investigación doctoral, esto tanto para las EF₁₋₂ como para las EIC₁₋₂. La finalidad de dicho consentimiento informado fue asegurar que los individuos participaran en la investigación en la medida que esta fuera compatible con sus valores, preferencias e intereses, así que de manera voluntaria y después de haber sido informados de los pormenores decidieron involucrarse, así que se mantuvo el criterio de anonimato de los datos (lo que se evidencia en la presentación de los resultados y la discusión en el capítulo 5).

Ahora bien, la EF₃ fue el resultado de una propuesta realizada al CFIE (Valladolid), para la formación para docentes de primaria y secundaria, la cual fue analizada por la asesora de formación de Ciencias y Tecnología y posterior a la aceptación, se abrió la convocatoria en la que se inscribieron 10 profesores y asistieron 9 a los diferentes encuentros. Al iniciar la formación los profesores en ejercicio fueron informados de que dicho curso y los resultados formaban parte del proceso de análisis y resultados de esta investigación doctoral y en presencia de la representante del CFIE fue aceptada la participación.

Particularmente, siguiendo a Shenton (2004), hay aspectos de gran relevancia y que dan cuenta de la integridad de la investigación en relación con cuatro aspectos: credibilidad, transferencia, consistencia y confirmabilidad. En primera instancia la credibilidad está vinculada a la adopción de métodos de investigación apropiados y bien reconocidos, además, a la utilización de tácticas para ayudar a asegurar la honestidad de los informantes, así mismo la comprobación de los datos recopilados por los miembros y interpretaciones/teorías formadas y finalmente la triangulación mediante el uso de diferentes métodos, diferentes tipos de informantes y sitios.

Así que para esta investigación se procuró que el planteamiento de la Investigación Basada en Diseño fuera realista y diera cuenta del proceso de investigación, además, de remitirse, en primera instancia, a la literatura para diseñar el modelo de formación, puesto que lo planteado por otros y ejecutado en diferentes contextos es considerado de gran valor y la posibilidad de dinamización de las creencias o tendencias de la investigadora y del equipo colaborativo. Asimismo, la riqueza de los participantes, más que en el número, está en su diversidad (docentes de primaria, secundaria, en formación inicial y continua), lo que exigió pensar detalladamente que los métodos de investigación se adecuaran y posibilitaran el acercamiento al discurso de

los docentes, a las percepciones sobre sus experiencias y a su procesos de aprendizaje para la futura enseñanza de cuestiones ambientales.

En cuanto a la transferencia Shenton (2004, p. 73) considera que obedece “al suministro de antecedentes para establecer el contexto de estudio y descripción detallada del fenómeno en cuestión para permitir que se hagan comparaciones”. En este caso se optó por llevar a cabo un proceso de indagación y reconstrucción teórica sobre la EA desde varios contextos: filosófico, histórico, educativo e investigativo. Además, desde la formación y profesionalización de los docentes. Este proceso, posibilitó el reconocimiento de múltiples posturas y hallazgos de investigaciones que sin duda han sido utilizados en la discusión y contrastación.

En lo relativo a la consistencia, cabe resaltar que evidenció un solapamiento en el proceso de recogida de datos, lo que se valora como una ventaja puesto que posibilitó la triangulación entre datos, instrumentos y con la teoría. En el caso de la experiencias de investigación colaborativa, los informes de investigación de los maestros y profesores dieron cuenta del proceso, pero tener las transcripciones de los encuentros colaborativos posibilitó la visión en detalle del proceso, reconoció situaciones de tensión y en última instancia posibilitó un acercamiento a los principales obstáculos a los que se enfrentan los docentes en formación al pretender enfocar sus trabajos en investigaciones un tanto más formales y realistas en EA.

Finalmente, con respecto a la confirmabilidad, en esta investigación las diferentes iteraciones del modelo de formación a través de la puesta en marcha de las EF y de EIC, garantizaron la estabilidad de los procedimientos y fases de los sistemas que configuran el mismo modelo.

4.7 Síntesis

La Investigación Basada en Diseño es una metodología que posibilita un adecuado tránsito del diseño del modelo para la formación en EA a su puesta en marcha en experiencias concretas, teniendo en cuenta la recogida de datos y el posterior análisis como mecanismo de reflexión retrospectiva. Sin embargo, es un proceso que demanda del investigador claridad frente a los objetivos y tensiones educativas a las que responde. En tanto, se esperaba del proceso que los bucles de iteración-reflexión fueran armas potentes de diagnóstico y respuesta a la realidad educativa particular.

Como se dijo anteriormente, el diseño de investigación ofrece una visión realista del proceso de formación de docentes, en lo relativo a los tiempos y acceso a los participantes y sobre el proceso de adaptación a los contenidos establecidos en el currículo de la universidad o a los objetivos del CFIE.

Por otra parte, es de destacar que el diseño del modelo en sí mismo genera incertidumbre, como es natural de cualquier proyección educativa, sin embargo, son las fases posteriores de la Investigación Basada en Diseño, tanto las iteraciones como las reflexiones retrospectivas, que al escuchar la voz de los participantes a través del proceso proporcionan suficientes evidencias para el refinamiento y mejora del mismo diseño (McKenney, Nieven y van den Akker, 2006).

CAPÍTULO 5. Análisis e interpretación de datos

La hipótesis Gaia es para aquellos a quienes les gusta caminar o simplemente pararse allí y observar, para preguntarse acerca de la Tierra y de la vida que alberga, y especular acerca de las consecuencias de nuestra propia presencia aquí.
Jack Lovelock (1979).

5.1 Introducción

El capítulo de análisis e interpretación de datos expone en detalle los resultados generados a partir de las dos iteraciones del modelo de formación docente. En la iteración exploratoria IEX se llevó a cabo la experiencia de formación 1 (EF₁) con maestros en formación inicial sobre la temática de cambio climático y la experiencia de investigación colaborativa 1 (EIC₁) con maestros en formación inicial durante su Prácticum II y la realización de su Trabajo Fin de Grado. Esta iteración se consideró como un pilotaje del modelo y favoreció su refinamiento.

Posteriormente, la iteración evaluativa (IEV) comprende dos experiencias de formación: la EF₂ con profesores de Ciencias en formación inicial y la EF₃ con docentes en ejercicio de la ciudad de Valladolid, en ambos casos abordando el cambio climático. A su vez, en la iteración evaluativa también se desarrolló la experiencia colaborativa 2 (EIC₂) en la que se acompañó a profesores de ciencias en formación inicial durante la realización de su Prácticum y Trabajo Fin de Máster de la Universidad de Valladolid.

El análisis de ambas iteraciones fue delimitado por dos declaraciones temáticas: alfabetización ambiental y profesionalización docente, cuyas categorías y subcategorías se describen a continuación en la Figura 5.1:

Categorías	Subcategorías
1. Conocimiento sobre el medio ambiente	Concepciones de medio ambiente y EA
	Reflexiones sobre las tensiones y problemáticas ambientales
	Estructuración del conocimiento
2. Aspectos actitudinales	Intereses personales y profesionales
	Actitudes ambientales
3. Conocimiento curricular	Elementos curriculares y EA
	Transdisciplinariedad
4. Conocimiento didáctico del contenido	Enfoques didácticos
	Estrategias didácticas
5. Investigación colaborativa	Procesos de investigación
	La investigación en los centros educativos

Figura 5.1 Sistema de categorías y subcategorías de análisis.

Particularmente, este capítulo presenta el análisis e interpretación de los datos que corresponden a las fases 2 y 4 de la Investigación Basada en Diseño. Para ello, se sistematizaron, analizaron y contrastaron datos tanto cualitativos como cuantitativos. De esta manera, se presentan las evidencias obtenidas a lo largo del proceso a través de las declaraciones temáticas utilizadas como apartados vertebradores de la investigación, en tanto, los subapartados obedecen a las categorías de análisis relativas a cada declaración temática.

El sistema de acrónimos utilizado en esta tesis doctoral para favorecer la lectura y comprensión del proceso analítico e interpretativo se presenta en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1 Acrónimos utilizados en el procesos de escritura con su respectivo significado.

Acrónimos	Significado
EF₁	Experiencia de formación 1 con maestros en formación inicial de la Universidad de Valladolid, los cuales fueron codificados DF1-DF12.

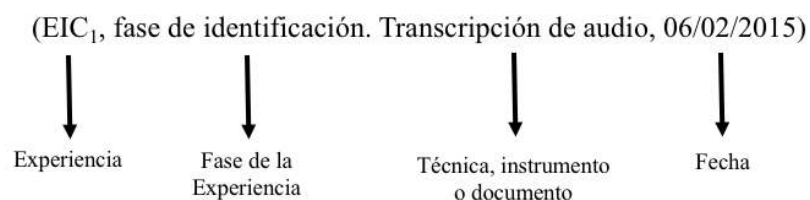
EF₂	Experiencia de formación 2 con profesores de Ciencias en formación inicial de la Universidad de Valladolid, los cuales fueron codificados DF13-DF30
EF₃	Experiencia de formación 3 con docentes en servicio a través del CFIE, los cuales fueron codificados así: DF31-DF39
EIC₁	Experiencia de investigación colaborativa 1 con maestros en formación inicial de la Universidad de Valladolid, los cuales fueron codificados así: Maestros A, B, C.
EIC₂	Experiencia de investigación colaborativa 2 con profesores de Ciencias en formación inicial de la Universidad de Valladolid, los cuales fueron codificados así: Profesores D, E.

Adicionalmente, las evidencias explícitas que se presentan responden al siguiente sistema de codificación e identificación que incluye la iteración (IEX, IEV), las experiencias (EF, EIC), fases de cada una de estas, técnicas, instrumentos o documentos. En la Tabla 5.2 presentan estos elementos a manera de recordatorio.

Tabla 5.2 Relación de las las experiencias, fases de cada una de estas, técnicas, instrumentos o documentos.

Experiencias	Fases de las experiencias	Técnicas, instrumentos o documentos
EF	Dirigida, mediadora, semi dirigida colaborativa.	Parrilla de observación, transcripción de audios, cuestionarios (inicial y final), estrategias didácticas, mapas conceptuales, mapas mentales, informes de salida de campo.
EIC	Identificación, estructuración, intervención, análisis.	Transcripciones de audio, TFG o TFM.

La forma de inclusión de dichos elementos se utiliza en cada evidencia explícita como se ejemplifica a continuación:



5.2 Categoría 1: Conocimiento sobre el medio ambiente

Esta categoría de análisis está relacionada con declaración temática relativa a la alfabetización ambiental. El conocimiento sobre el medio ambiente contempla tres subcategorías de análisis: la primera son las concepciones de medio ambiente¹⁸ y la EA; la segunda tiene que ver con las reflexiones sobre las tensiones y problemáticas ambientales, y la tercera se relaciona con cómo los maestros participantes en esta investigación estructuraron el conocimiento relacionado con el medio ambiente en las experiencias formativas y de investigación colaborativa.

5.2.1 Concepciones sobre el medio ambiente en general y la EA

Esta subcategoría busca responder la siguiente pregunta informativa: **1.1-¿Cuáles son las concepciones de los docentes en formación sobre el medio ambiente en general o asuntos ambientales en particular?**

La aproximación a las concepciones sobre el medio ambiente y/o cuestiones ambientales particulares responde a dos intenciones. La primera fue la de llevar a los docentes en formación a visibilizar y reconocer sus posturas, imaginarios y representaciones frente a lo ambiental. La segunda enfatizaba la idea de que tanto las EF como EIC, enriquecían y diversificaban dichas concepciones.

Ahora bien, para centrarnos en responder a la pregunta informativa anteriormente mencionadas, es necesario tener en cuenta que las concepciones explícitas de los docentes en formación con respecto a la EA, se contrastaron con el marco conceptual desarrollado en el capítulo 1, dentro del apartado de contexto filosófico y/o epistemológico de la EA. Dichas concepciones se enmarcan en corrientes de pensamiento y formas de ver el mundo, y señalan además, posibilidades de gestión y enriquecimiento a través de procesos de formación.

¹⁸ Por ejemplo en las EF₁₋₂₋₃ se ahonda en el cambio climático, mientras que en las EIC₁₋₂ se abordan otras cuestiones aún más específicas relativas a la delimitación de los procesos de investigación entre los que se encuentran el manejo integral de residuos en primaria y bachillerato, la optimización del recurso hídrico en primaria, el calentamiento global, entre otros.

Se trataba de reconocer las concepciones de los participantes (a partir de sus respuestas en los cuestionarios iniciales, de las conversaciones informales en los encuentros de las EF y de las EIC grabados en audio). Dichas concepciones se contrastaron con las referenciadas por Sauvé (2005a) de corte tradicional como naturalista, conservacionista, resolutive, sistémica, científica, humanista, moral/ tica. Además, otras más recientes y de mayor trascendencia como la holística, bio-regionalista, crítica, feminista, etnográfica, eco educativa y para la sostenibilidad/sustentabilidad. Adicionalmente, incluyeron para el análisis otras taxonomías como las de Astolfi (1988) y Ballantyne (1995) y los matices aportados por los niveles de pensamiento complejos desarrollados por autores como Bonil, Sanmartí, Tomás, y Pujol (2004); García-Díaz (2004c); Subir  y Gargallo (2014) y Subir  y Martinez (2017) con el objetivo de enriquecer las interpretaciones que desarrollaremos respecto a las evidencias encontradas.

El primer hallazgo señala que las concepciones sobre el medio ambiente evidenciadas en los diferentes participantes no son puristas, generalmente se presentan difuminadas o matizadas, incluso superpuestas unas con otras; adicionalmente estas concepciones son dinámicas, es decir van evolucionando y enriqueciéndose con a través de la interacción con otros. Por ejemplo frente a definiciones sobre el medio ambiente los maestros en formación inicial A y B consideraron que:

Maestros A y B: medio ambiente es lo que nos rodea.

(EIC₁, fase de identificación. Transcripción de audio. 06/02/2015)

A través del diálogo durante el primer encuentro colaborativo fueron complejizando al incluir otros elementos explicativos de diversa índole, tal y como reflejan los siguientes argumentos:

Maestro B: Todo lo que nos rodea, elementos que determinan las características de los que vive en el, la base sobre lo que se construye todo. Relación entre el ser humano y la naturaleza.

Maestro A: Todos aquellos aspectos físicos y no físicos que conforman el medio que nos rodea, aspectos naturales y sociales, educativos, internos y externos.

(EIC₁, fase de identificación. Transcripción de audio. 06/02/2015)

Si estas definiciones se leen desde la óptica de la taxonomía de Astolfi (1988) pueden entenderse como posiciones sobre el medio ambiente relativas a los elementos o componentes y factores. Por otro lado, desde la clasificación de Ballantyne (1995) en la inclusión e interacción conceptual se pueden considerar concepciones eco-céntricas donde el medio ambiente es el resultado de las relaciones dinámicas entre sociedad y naturaleza. A partir de la diferenciación

de Sauvé (2005a) podrían relacionarse con las corrientes de pensamiento como la naturalista por el reconocimiento de los elementos que conforman el medio ambiente, aunque no siempre se reconocen las interacciones e interdependencia entre estos elementos.

Adicionalmente, en las conversaciones informales del equipo colaborativo (PA, Maestros A, B y/o C) en la EIC₁, se evidenciaron otras corrientes de pensamiento también superpuestas, tales como feministas, moral/ tica, para el desarrollo sostenible y la resolutive.

Maestro B: Cuando estuvimos hablando del maltrato animal, del maltrato hacia las mujeres me surgió la pregunta  Cu nto es el medio ambiente de amplio?

PA: Ustedes decían que el medio ambiente es todo, pero  a qué nos referimos con todo? a la interacción de lo social, de lo cultural, de lo económico, de lo político, de lo ético, de lo est tico, estamos hablando de todo. Por ejemplo, el paradigma de desarrollo sostenible tiene unos círculos así: el desarrollo social, el desarrollo económico y lo físico natural, es decir la naturaleza, y  Qu  es el medio ambiente? La intersección de todas esas dimensiones del mundo, entonces en esa medida, para hablar del medio ambiente solo tenemos que nombrarlo y damos cuenta de que todos somos ambiente y es necesario romper con visiones fragmentadas. Por ejemplo, es una oportunidad, no es un problema, que no tengamos ciencias naturales (como espacio de asignado para el Prácticum) puesto que nos permite establecer nuevas relaciones conceptuales y movilizamos en otras líneas y ver lo ambiental en la matemática, lengua, filosofía.

(EIC₁, fase de identificación. Transcripción de audio. 06/02/2015)

La pregunta  Cu nto es el medio ambiente de amplio? que se plantea la maestro B, sigue haciendo referencia a la necesidad determinista de nombrar, enumerar componentes y de integrar otros componentes que han sido omitidos. Además, de esta aproximación, se destaca que la mediación del PA es determinante para desdibujar límites, incluir otras posiciones teórico-prácticas y llevarlas al plano de lo educativo.

Por otra parte, los docentes en formación que participaron en la EF₁₋₂₋₃ dejaron ver sus concepciones sobre al definir una cuestión ambiental particular como es el cambio climático. En la Figura 5.2 se expone una red semántica que agrupa dichas definiciones en códigos.

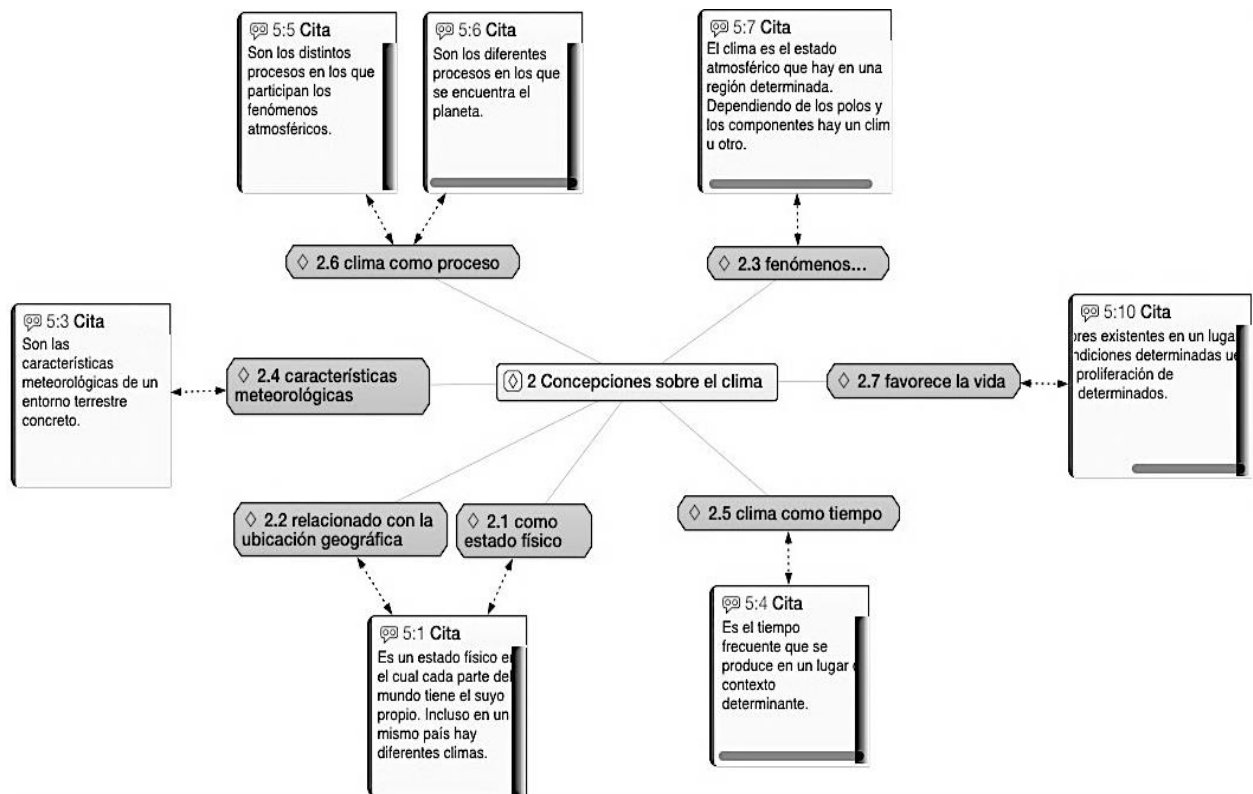


Figura 5.2 Network elaborado a partir del análisis con el software atlas.ti, el cual presenta las diferentes concepciones de los docentes en formación sobre el clima.

(EF₁₋₂₋₃, fase dirigida. Transcripciones de audio y respuestas al cuestionario inicial. Diferentes fechas según la EF).

Este *network* o red semántica, visibiliza la corriente naturalista, así que los códigos de los bloques grises, coinciden con las primeras definiciones y representaciones científicas sobre el clima hechas por Landsberg (1981) y Köpen (1948), donde el clima es considerado como condición Física relativa a la atmósfera en términos locales y regionales, lo cual se relaciona con la corriente bioregionalista (citas 5:3 y 5:1). Sin embargo, no fueron evidentes concepciones que involucraran el pensamiento sistémico que concibieran interacciones entre los sistemas climáticos.

En estas mismas experiencias (EF₁₋₂₋₃) estuvo presente la corriente de pensamiento asociada al principio de la sostenibilidad, puesto que los docentes en formación reconocieron que es un término comúnmente utilizado en los medios o que han escuchado en diferentes espacios. Para algunos docentes en servicio, las nociones sobre desarrollo sostenible está presente en los ámbitos político, económico, social, académico/científico. Por otra parte, consideraron necesario

abordar este concepto en las aulas, como vía para fomentar una educación participativa y democrática.

DF32: La definición de los medios, es el tipo de desarrollo que garantiza que las generaciones actuales puedan mantener su calidad de vida y no pongan en peligro las generaciones futuras y va en contra vía del modelo económico. Un planeta finito y un modelo de explotación ilimitado no es compatible.

DF37: Hay una cosa que es importante y es que todo esto lleva a los chavales a pensar en la economía y en que hacen falta nuevos modelos económicos, esta idea tan liberadora de cambiar la economía del Carbono por la economía del sol. Cuando hablas de esto con los alumnos, si logras articularlo bien, ves que esa idea gusta y eso es hablar de democracia también, es hablar de libertad, que ahora desgraciadamente parece que no existieran.

(EF₃, fase dirigida. Transcripción de audio. 17/02/2016)

De la misma manera, durante la EF₂ la conversación grupal giró en torno al desarrollo sostenible como un término relacionado con el modelo económico dominante, desde donde se entiende la naturaleza y los recursos naturales como una externalidad¹⁹ susceptible de internalizar con impuestos y sanciones, tal y como se puede observar en los siguientes extractos:

DF13: Si que es necesario el pago de impuestos para remediar. Lo que pasa es que el dinero debería ser suficiente para pagar todos los gastos que supone restaurar o para evitar.

DF18: Generalmente hay interferencia política y no se remedian los daños.

F: El problema de otorgarle un valor monetario a los recursos, a los seres vivos, a los ecosistemas es que no siempre responde al esfuerzo biológico y evolutivo.

DF18: El problema no es tanto la cantidad de dinero, sino a donde va, quien lo gestiona. Por ejemplo con la presa que se rompió en Brasil y vertió cantidades enormes de residuos mineros en el bosque amazónico, le aseguro que el dinero que pagaron las multinacionales se fue al bolsillo de alguien.

DF24: la idea del desarrollo sostenible busca minimizar los impactos medio ambientales hasta el punto de que la tierra como sistema pueda suplir el daño que se le cause, hacer que ese impacto sea tan mínimo que tenga tiempo suficiente para suplir los posibles daños.

¹⁹ Las externalidades se dan con frecuencia en actividades relacionadas con el medio ambiente, en casos en los que los derechos de propiedad no están bien definidos. Un ejemplo clásico es la contaminación del aire o el agua. Las soluciones que se aplican en la realidad suelen comprender tanto los impuestos y las subvenciones como la regulación. La asignación de derechos de emisión de gases de efecto invernadero de acuerdo al Protocolo de Kyoto sería un ejemplo de asignación de los derechos de propiedad (Commoner, 1969, p. 44).

DF27: el desarrollo sostenible es como vamos a hacer esto a gran escala y a dar soluciones a gran escala, que luego no son reales para dejar la conciencia tranquila. Por ejemplo, he derramado tantas toneladas de petróleo pero he pagado no se cuanto.

DF25: de la misma manera pasa en educación, yo con mis niños, cuando trabajo de monitor de tiempo libre, les digo cada uno tiene una versión pero yo debo conocer las dos para saber la verdad, porque tenemos cada uno nuestra verdad, como seres racionales creamos una opinión, una versión de lo que está ocurriendo. A mi me gusta mucho utilizar debates para que asuman diferentes posiciones.

(EF2, fases dirigida. Transcripción de audio. 26/04/2016)

Dicha interacción entre los docentes en formación, deja ver la necesidad de que los principios del desarrollo sostenible sean entendidos por los docentes antes de asumir fundamentos cargados de sentido ontológico y pragmático, sin las consideraciones pertinentes, especialmente antes de llevarlos al aula.

En este sentido, Sauvé (1996) plantea que más que una educación enfocada en el desarrollo sostenible/sustentable, debería apuntar a la consolidación de la educación para el desarrollo de sociedades responsables, pues este enfoque daría a la EA un objetivo mucho más rico. Por supuesto, habría una necesidad de aclarar la compleja noción de responsabilidad y construir el marco teórico de tal proyecto educativo global, lo que supone otro campo de investigación que no forma parte de nuestro objeto de estudio.

En síntesis, las evidencias presentadas anteriormente permiten reconocer que se identificaron diversas concepciones en los participantes. Desde Astolfi (1998) concepciones relacionadas con la identificación de componentes medio ambientales. Por su parte, Ballantyne (1995) concepciones ecocéntricas que reflejan la valoración de la interacción naturaleza-sociedad. Según Sauvé (2005a) concepciones naturalista, científicista, moral ética, enmarcadas en el desarrollo sostenible, resolutive y mínimamente la concepción feminista (ausencia en los datos).

En relación con los hallazgos expuestos, cabe señalar que el estudio de las concepciones sobre el medio ambiente como delimitaciones conceptuales individuales y como construcciones sociales coincide con Jones y Dunlap (1992), quienes consideran que no hay patrones claramente diferenciados en la formación de docentes, esto se debe a que "el medio ambiente connota diferentes cosas para diferentes personas y culturas y que los ambientes pueden clasificarse de multitud de formas" (p. 484).

A partir del análisis anterior, cabe preguntarse **1.2-¿Qué implicaciones tienen dichas concepciones?** Una de las implicaciones de las concepciones sobre el medio ambiente, es el activismo,

como una tendencia de algunos participantes, al planteamiento de actividades escolares puntuales sobre temas o problemas ambientales. Es el caso del Maestro A, quien al iniciar la EIC₁, manifestaba la necesidad de abordar problemas ambientales en su centro de práctica desde diversas propuestas de actividades:

Maestro A: Yo había pensado también, que como no reciclan ni nada, hacer papel un día en clase, si hubiese tiempo, algo como a modo de actividad.

(EIC₁, fase de identificación. Transcripción de audio. 06/02/2015).

Maestro A: También he mirado que hay experimentos de desalinizar agua, eso que a través del calor el agua sube y la sal se queda abajo, así que eso también se podría hacer. O podemos hacer una especie de mímica que uno coja un papel y lo vaya tirando, y reflexionar si está bien o está mal.

(EIC₁, fase de identificación. Transcripción de audio. 04/02/2015).

Esta tendencia hacia la acción, reflejada en actividades puntuales, es recurrente y difícil de erradicar, además, puede estar relacionada con la resistencia cognitiva a la planeación de estrategias didácticas transversales al currículo. Así que, derogar el activismo, visibilizar los obstáculos de la EA en los centros educativos, conectar conocimiento e ir un poco más allá de actividades puntuales resulta uno de los retos más prioritarios en la EA. De tal manera, que el diálogo entre el PA y los maestros en formación propiciaron un espacio para la reflexión crítica.

Maestro C: Si es el problema las propuestas muy puntuales como hacer papel una vez al año, haces el papel reciclado y durante el año nada. Porque además las actividades se concretan en un área que es el conocimiento del medio y no se lleva a otras áreas, un día concreto y se queda ahí, en conocimiento del medio es que nos acordamos que ahí sí hay que tirar el papel, en las demás áreas da igual puedes tirarlo (papel al piso).

PA: Activismo, propuestas puntuales y que lo olvidan los estudiantes, pero lo peor no es que lo olviden los estudiantes es que lo olvidemos los profesores

(EIC₁, fase de identificación. Transcripción de audio. 06/02/2015)

El activismo a su vez ha sido un tema que ha emergido en diversos procesos de formación de docentes en EA (Rivarosa y Perales, 2006; Rodríguez-Marin *et al.*, 2004). Por su parte, Rodríguez y García (2009) reportan este fenómeno y abren la discusión:

No tiene sentido que en E.A. se siga invirtiendo en cantidad (mayor número de equipamientos, de programas, de destinatarios...) más que en calidad (cambios efectivos en el pensamiento y en la conducta de las personas) (p. 35).

Así mismo, Jickling (1998) considera que tal diversidad (de concepciones y prácticas) tienen que ser reconocidas y consideradas como "combustible" para la reflexión crítica, discusión, contestación y evolución. Por su parte, Ramos y Tilbury (2006) apoyan la necesidad de que la formación en EA tengan en cuenta relaciones dinámicas, que consideren procesos evolutivos y abiertos a la reflexión y crítica. A su vez, explicitan que tanto en la formación como en la investigación deben existir espacios para nuevas concepciones que posibiliten establecer conexiones entre los profesionales que tienen relación con la EA.

De una manera más positiva, la concepción resolutive tuvo implicaciones didácticas y de interés para desarrollar procesos de investigación en EA, lo cual refleja compromisos, asumir responsabilidades y considerar que su práctica docente presente o futura debería preocuparse por los asuntos ambientales. Esto fue evidente en los planteamientos didácticos (informes de investigación TFG para el caso de las EIC₁ y TFM para el caso de las EIC₂) de los docentes que participaron en las EIC, puesto que mostraron interés en abordar temas de vital importancia como el agua, residuos sólidos, cambio climático. Además, fueron capaces de proyectar estrategias, es decir pensar en procesos de enseñanza para su futura práctica docente, en lugar de solo actividades.

Como parte de la subcategoría relativa a las concepciones sobre el medio ambiente y la EA, desde la óptica de los docentes en formación, se incluyó la pregunta informativa **1.3-¿Cuáles son las dimensiones constitutivas de la EA que reconocen los docentes en formación?**

Damos por sentado que en el contexto español y puntualmente en Castilla y León, la EA es obligatoria como área transversal en todos los niveles educativos (desde infantil hasta la formación universitaria). Además, la aproximación a los conceptos y relaciones de los sistemas ambientales se construye y reconstruye desde múltiples dimensiones: afectiva, cognitiva, experiencial. De este modo, en lo ambiental se encuentra implícita la pregunta por el conocimiento del mundo, por las epistemes de las disciplinas tradicionales, porque sin duda, la EA es un punto de ruptura, difumina el límite entre los conceptos del mundo de unas y otras áreas de conocimiento.

Así que el análisis de los datos nos ha permitido reconocer que en primera instancia hay una dimensión normativa, que no en todos los casos es reconocida por los docentes y por los estamentos administrativos. En este sentido el maestro A participante en la EIC₁ reconoce este asunto:

Maestro A: Si me parece increíble que nadie conozca a lo que hace referencia el libro blanco de EA ni siquiera la TUC, que es una normativa nacional poco conocida y muy necesaria.

(EIC₂, fase analítica. Transcripción de audio. 16/05/2015).

Algunos docentes en formación mencionaron que la EA no es suficientemente visible en el currículo y que es necesario reenfocarlo para darle mayor relevancia curricular desde su inclusión en el currículo formal y oculto en los diferentes centros educativos. Además, a nivel didáctico es necesaria una reflexión más profunda sobre la reorganización de tiempos escolares, ambientes y recursos (materiales didácticos).

Maestro C: Se debe abrir un espacio a la Educación Ambiental en los centros escolares, de igual forma que se hace con otras áreas curriculares. También se ha de flexibilizar y adaptar el currículo, permitiendo que el horario, o el libro de texto no sean limitantes a la hora de trabajar de manera articulada EA.

(EIC₁, fase analítica. TFG. Junio 2015)

Profesor D: Cuando yo le comenté a la TUC que quería trabajar temas de EA me dijo: hombre sí, pero es que no tenemos todo el tiempo que quisiéramos para dedicarlo y me enseñó el libro de tercero de la ESO y me dijo es que mira al final de cada tema siempre viene algo y tenía en una página la lluvia ácida y el efecto invernadero.

(EIC₂, fase de identificación. Transcripción de audio. 11/02/2016).

Estas evidencias permiten ver que el sistema educativo suele ser rígido y delimitado (por el currículo y el libro de texto) y en algunos casos inviable para la generación y aplicación de propuestas de innovación y para el desarrollo de investigaciones educativas realizadas por los mismos docentes.

Maestro A: Nuestro problema para el diseño de la unidad didáctica que es que todo está tan estructurado (la dinámica escolar) hoy libros, hoy fichas.

(EIC₁, fase de identificación. Transcripción de audio. 06/02/2015)

La lectura de contexto realizada por los docentes en formación inicial en las EIC₁₋₂ durante sus prácticas, contrastan con las percepciones de los participantes en las EF₂₋₃ en relación con la integración y/o transversalización de la EA en el currículo. Los resultados como se muestra en la Tabla 5.3, dan cuenta de que el 32% de 28 docentes en formación, consideran que no hay una integración y/o transversalización de la EA en el currículo. El 56% que medianamente se promueve la integración. Por otra parte, en menor proporción (12%) de los maestros en formación, consideraron que la EA sí está integrada en el currículo.

Tabla 5.3 Respuestas de los profesores participantes al cuestionario inicial aplicado en las EF₂₋₃ (N=28)* y porcentajes relativos a cada nivel de la escala.

Ítem	Escala Likert	%
El currículo español promueve la integración y/o transversalización de la EA.	Totalmente en desacuerdo	12
	En desacuerdo	20
	Medianamente de acuerdo	56
	En desacuerdo	12
	totalmente de acuerdo	0

*Este ítem no se incluyó en el cuestionario inicial aplicado a la EF₁.

Otra dimensión constitutiva de la EA desde la perspectiva de los docentes en formación fue la relacionada con los centros educativos. Por ejemplo, los profesores en ejercicio que participaron en esta investigación, mencionaron que la EA está rodeada por un halo de escepticismo que obedece a la discontinuidad y desconexión de los centros educativos con la realidad ambiental local, regional y global. A su vez, abordar estas temáticas en los centros, se encuentra intrínsecamente relacionado con el interés particular de algunos docentes o equipos directivos, lo que genera frecuentemente una sobrecarga laboral. En ocasiones, los esfuerzos se quedan en la reflexión o en la sensibilización. Estos aspectos son abordados como excluyentes y en pocas ocasiones se vinculan unos con otros para proporcionar una formación integral en EA.

DF34: Pero es muy particular que la gente llega un punto en el que perdiera contacto con el tema con la realidad, la sensibilidad parece que existe pero se da por hecha, y yo noto esto por ejemplo que los de cuarto son más comprometidos que los otros grupos para los que es solo un tema sin mucha importancia. Yo creo que es importante refrescar este tipo de temas porque te vuelves un poquito escéptico.

DF36: Al margen de cómo sean los asuntos y tal, no hay que ser resultadista, no importa si tu consigues que reciclen 50 kg de papel o 25, si tu consigues que la gente hable del papel, se plantee lo del papel, eso ya es muchísimo de verdad porque un centro es una comunidad bastante difícil de organizar.

DF37: Si los proyectos ambientales no están contextualizados e integrados en el currículo no funciona, porque está a la voluntad de algunos profesores o de algún profesor que se comprometa. Siempre quieres que la gente participe en los proyectos ambientales pero implica mucho trabajo.

(EF₃, fase semi dirigida colaborativa. Transcripción de audio. 16/03/2016)

Los asuntos institucionales, es decir, relativos a los centros educativos, también están relacionados con otra dimensión relevante: Promover la EA desde la transdisciplinariedad. Particu-

lamente, las opiniones y experiencias analizadas estuvieron polarizadas. En algunos casos hemos encontrado miradas temerosas e incrédulas frente a la necesidad de entender la EA en términos de transdisciplineridad; mientras que en otros hemos visto que hay una apertura y que los docentes demandan propuestas innovadoras. Por ejemplo, el maestro B (durante la EIC₁) después de reflexionar sobre la presencia de la EA en el currículo, pensó en favorecer la competencia argumentativa a partir de problemas ambientales, en alumnos de cuarto grado de primaria. El maestro comentó que quería utilizar el espacio y los estándares de la asignatura de lengua para abordar situaciones o problemas ambientales relevantes.

Maestro B: Me da miedo dejar de trabajar los contenidos de Lengua por trabajar la EA. ¿los objetivos irían en la línea de enseñar la educación ambiental en esta asignatura sin sacrificar contenidos propios de lengua?

(EIC₁, fase de identificación. Transcripción de audio. 13/03/2015)

Estos extractos sugieren que la ejecución de cualquier propuesta implica el apoyo del equipo directivo, por otra parte refleja el miedo de muchos docentes a trabajar temas transversales y/o transdisciplinarios. Esta es una tensión recurrente que tienen los maestros que deciden innovar y hacer cosas que se salen fuera del “temario”.

En el otro polo está el maestro en formación que reconoce la necesidad de darle otro sentido a lo ambiental y de re-organizar el currículo para favorecer la conexión de saberes que responden a conceptos transdisciplinarios:

Maestro C: Lo que estoy haciendo es una unidad didáctica sobre el ahorro del agua y he adelantado la transversalidad buscando nuevos autores, además la integración curricular, cambié lo de los contenidos para que fueran de varias áreas, he trabajado en los objetivos que busco.

(EIC₁, fase de estructuración. Transcripción de audio. 27/03/2015)

Otros matices reconocidos de la transdisciplinariedad en la EA se exponen en la Tabla 5.4, donde se evidencia que los docentes hicieron un esfuerzo por darle sentido transdisciplinar a sus estrategias o investigaciones colaborativas según el caso. Aunque cabe resaltar que este tema se abordará de manera profusa en la declaración temática relativa al conocimiento curricular.

Tabla 5.4 Asuntos relativos a la transdisciplinariedad en EA, desde la percepción de docentes en formación participantes en la EF₂ y en la EIC₁.

Percepción sobre la transdisciplinariedad	Dificultades para que se de la transdisciplinariedad
DF19: Necesita la voluntad de hacerlo, y claro, no puede ser voluntad de una persona, tienen que ser de un grupo implicado en desarrollar un tema de modo transversal.	Maestro B: por ejemplo si a mi, si yo como tengo Lengua y Matemáticas si son todos tan cerrados de mente imagínate que tengo que dar el cilindro o el cubo, como se dice los cuerpos geométricos ¿cómo meto el medio ambiente?.
DF22: Se necesita mucha cooperación de los profesores de las diferentes asignaturas. A mi me parece que puede ser una buena idea.	(EIC ₁ , fase de identificación. Transcripción de audio. 06/02/2015).
(EF ₂ , fase mediadora. Transcripción de audio. 03/02/2016).	

De manera adicional, se reconoció la problematización como una dimensión inherente a la EA. En este sentido, al iniciar las experiencias de formación EF₂₋₃ a través del cuestionario inicial (cuya escala Likert oscilaba entre 1 totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo), se les preguntó a los docentes por asuntos relativos a la valoración de la EA y su inclusión en la escuela las medias aritméticas se presentan en la Tabla 5.5.

Tabla 5.5 Resultados de la media aritmética (χ) tres ítems incluidos en el cuestionario inicial aplicado a EF₂₋₃ * N= 28.

Ítems	χ
La EA ayuda a solucionar problemas ambientales comparativamente con la ciencia y la tecnología.	4,6
La EA será eficaz para la solución de problemas ambientales.	4,3
Es importante que en la educación primaria, secundaria y bachillerato se promueva la EA.	4,7

*Estos ítems no se incluyó en el cuestionario inicial aplicado a la EF₁.

5.2.2 Reflexión sobre las tensiones y problemáticas ambientales

Frente a esta subcategoría de análisis partimos de la pregunta informativa **1.4- ¿Cuáles son las tensiones entre la naturaleza y la cultura que son evidentes para los docentes en formación?** Las respuestas permiten comprender las tensiones y problemáticas ambientales eviden-

ciadas por los diferentes grupos de docentes en formación. Además, identificamos las reflexiones sobre estas que emergieron al inicio y durante los procesos de formación e investigación colaborativa.

En primer lugar, las tensiones entre la naturaleza y la cultura son entendidas como manifestaciones de la fragilidad ambiental (Ángel-Maya, 1995; 1996), además de las formas de relación establecidas. Las tensiones no son siempre problemas, más bien son el nicho de problemas, sutiles manifestaciones de la manera en la que interactúa la racionalidad humana inmersa en la estructura cultural con la naturaleza. El contraste de los referentes teóricos con el discurso de los participantes en las experiencias de formación e investigación colaborativa permitieron la identificación y caracterización de seis tensiones: a) De representación o simbólicas; b) Valorativas; c) Organizativas, d) De oferta y demanda; e) Estéticas/paisajísticas y, por último f) Tecnológicas (Ángel-Maya, 1995; 1996).

La identificación de los fragmentos de texto o partes de los discursos de los docentes sobre las tensiones mencionadas, posibilitaron una aproximación a su metacognición y nos permitieron dar cuenta de la relevancia y el conocimiento que estos docentes tienen sobre las problemáticas ambientales. Empezaremos por considerar que las tensiones de representación o simbólicas están explícitas en las concepciones sobre el medio ambiente que tienen los docentes (referenciadas en el apartado anterior). Por tanto, partimos de la idea de que estas evolucionan y son dinámicas. Asimismo, reflejan, cosmovisiones, representaciones de la naturaleza y de los ecosistemas.

Se reporta que los docentes manifestaron la necesidad de “concienciar” a través de la educación. Sin embargo, la definición que tienen de este concepto es diversa: conciencia relativa a conocimiento y acciones proambientales para resolver problemas ambientales presentes; conciencia para la resolución de problemas como futuros ciudadanos; conciencia como concepto vinculado a valores y a la responsabilidad ambiental, tal como sugieren los siguientes extractos:

D14: Sensibilizar a los alumnos con el medio ambiente, conociendo un poco más sobre el clima y sus magnitudes, para que tomen medidas pro-ambientales con el objetivo de reducir el cambio climático que se está produciendo en el planeta y sus consecuencias.

D17: Queremos que los alumnos no solo que aprendan sino sensibilizarlos por el medio ambiente para que en un futuro puedan tomar medidas pro ambientales que favorezcan la reducción del cambio climático y por ello las consecuencias.

D28: Sensibilizarse acerca de los problemas ambientales actuales.

(EF₂, fase semi dirigida colaborativa. Estrategia didáctica 18/02/2016)

Maestro B: Sensibilizar al alumnado de la problemática ambiental, de forma que sean parte activa del cambio mediante el desarrollo de valores y acciones proambientales para el fomento de la responsabilidad ambiental al utilizar los vídeos didácticos como recurso en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

(EIC₁. Trabajo Fin de Grado. Junio de 2015)

El tema de la “la conciencia ambiental” ha sido tradicionalmente estudiado desde disciplinas como la educación, la psicología y la sociología ambiental. Sobre este aspecto, se debe decir que conlleva una variedad de formas en la que el ambientalismo puede expresarse puesto que tienen múltiples factores que la describen (Cerrillo-Vidal, 2010). Sin embargo, de manera genérica se entiende que los docentes, cuando mencionaban este término, hacían referencia a mejorar conocimientos existentes y cambiar actitudes (aunque hemos observado que no precisaron detalladamente a qué tipo de actitudes se referían).

Otras tensiones entre la cultura y la naturaleza encontradas en el discurso de los maestros fueron las de oferta y demanda, en aquellos momentos donde los informantes identificaron ciertas tensiones entre los espacios o lugares, por proteger los recursos naturales y la necesidad de obtener energía.

DF23: Siempre se nos olvida y a mi me parece que el futuro está en la fusión limpia, no en la fisión y creo que daría mucha energía y también es relativamente limpio. A parte, todo tiene que sumar: la eólica, la solar, la fusión; creo que es bastante más productivo, porque a lo mejor si que es verdad que tiene ciertas limitaciones, porque cada una de las energías tiene ciertas limitaciones, pero si todas se suman.

(EF₂, fase dirigida. Transcripción de audio. 21/01/2016)

Por otro lado, las tensiones estéticas de lo ambiental generalmente se desestiman y está bastante ausente o enmarañada en el discurso de los docentes. Es común que se priorice otros aspectos relativos a la supervivencia y se valore poco la conexión del hombre-naturaleza a través del goce. Sin embargo, es necesario poner énfasis en que la propuesta de investigación del maestro C durante la EIC₁, estuvo cargada de intención para reconciliar a los niños y niñas con el agua, de manera simbólica y también concreta. En el siguiente extracto podemos observar como este maestro identificó que un concepto metadisciplinar como el agua le daba la oportunidad de expansión musical, estética y poética al proceso de enseñanza y aprendizaje, al mismo tiempo, que podría favorecer una mayor sensibilidad hacia las cuestiones medioambientales.

Maestro C: El alumnado podrá moverse y representar con los gestos lo que escucha. Después se les dirá que toquen (previamente se les podrá en un bol a cada grupo unos cubitos de hielo y agua líquida) lo que

hay en los boles mientras escuchan diferentes sonidos del agua. El docente (si es posible con ayuda) podrá echar agua (unas gotas) en las caras de los alumnos, o llevar en un vaso agua con olor a agua de mar... para crear más énfasis a los sonidos que escuchan. También se les pedirá que digan qué creen que escuchan, y qué animales acuáticos están escuchando (uno de los audios podrá contener sonidos de animales acuáticos como ballenas o delfines).

(EIC1, fase analítica. TFG. Julio de 2017)

Por otra parte, las tensiones tecnológicas obedecen a la capacidad del conocimiento científico para generar tecnología capaz de mitigar y/o dar solución a problemas ambientales. Además, de acuerdo con las opiniones de los informantes, es relevante que se asuma un posicionamiento crítico frente al desarrollo tecnológico para mitigar dichos problemas.

DF27: La utilización de la energía renovable si es muy importante, pero por ejemplo los materiales para estas como los paneles solares o celdas fotovoltaicas se basan en la extracción de recursos no renovables, sílice o minerales que son no renovables y cuyo proceso de fabricación es muy contaminante. Por lo tanto, a lo hora de decidir en que energías renovables debemos basarnos no solo en que sean energías de producción limpia, si no también en cómo se producen esos instrumentos para la obtención de energía, porque si yo voy a ahorrar mucho dinero por ejemplo con unas placas solares resulta que su fabricación contamina más que el consumo de carbón para producir esa misma energía, pues si muy bien pero de poco me sirve.

DF30: Y al finalizar su ciclo de vida también contamina.

(EF2. Transcripción de audio, fase dirigida. 26/04/2016)

En la evidencia explícita anterior, cabe mencionar la presencia de otras tensiones como la organizativa sobre lo social y/o cultural, especialmente relativas a lo político en la toma de decisiones a nivel personal y colectivo, además, en lo económico como gestión y disposición de recursos.

Todas estas tensiones entre la cultura y los ecosistemas generan problemas ambientales, de tal manera que cabe preguntarse **1.5- ¿Qué tipo de problemáticas ambientales identifican los docentes en formación?** Particularmente, algunos maestros en formación inicial que formaron parte de la EF1, frente a una pregunta abierta en el cuestionario inicial dieron las siguientes respuestas.

Tabla 5.6 Respuestas de las maestros en formación para algunos ítems del cuestionario inicial durante la EF1.

Ítems abiertos	Respuestas*
----------------	-------------

¿Cuáles son los problemas ambientales más relevantes?	La contaminación, la pérdida de biodiversidad, el consumo excesivo y sobreproducción de desechos.
¿Cuáles son las causas del cambio climático?	la desaparición de la capa de ozono, el aumento de los gases efecto invernadero y el uso de combustibles fósiles
¿Cuáles son las consecuencias del cambio climático? En orden de importancia.	La desaparición/descongelamiento de los casquetes polares y glaciares, el aumento del nivel del mar, el calentamiento global, pérdida de biodiversidad.
¿Cuáles son los gases que aportan al efecto invernadero y calentamiento global?	CO ₂ , el CH ₄ y H ₂ O _(g) , otros como el N ₂ , O ₃ y CFC _s fueron mencionados con menor frecuencia.

*Se ubican todas las respuestas que los participantes dieron a los ítems.

Las evidencias presentadas en la Tabla 5.6 permitieron valorar que los participantes en la EF₁ tenían un conocimiento básico sobre los problemas ambientales en general y sobre el cambio climático en particular. Se destaca que inicialmente no incluyeron el cambio climático como uno de los problemas ambientales más relevantes. Así mismo, se evidencia resistencia para diferenciar causas antrópicas y causas relacionadas con las características y dinámicas planetarias. Ahora bien, se incluyen consecuencias de corte bio físico y menos en lo relacionado con menor disponibilidad de lugar para la población humana, escasez de alimento, necesidad de mayor atención a personas y contextos vulnerables y desplazamiento forzado y/o migración acelerada.

Es importante resaltar que estas respuestas se tuvieron en cuenta para la aproximación transdisciplinar (es decir, el abordaje de cuestiones ambientales conectando diferentes áreas de conocimiento) y se valoraron como subsumidores (pertinentes o no) o ideas anclaje (Ausubel, 2012). En consecuencia, los resultados están de acuerdo con estudios realizados por Ferrer, García y González (2011) quienes sugieren que los estudiantes de Magisterio presentan una mayor tendencia, que alumnos de otras carreras a dar contestaciones imprecisas y descontextualizadas cuando se les pregunta por aspectos ambientales. Así mismo, hallazgos similares fueron expuestos por Gaudiano (2007), Alegre (2007), Gómez-Galán (2010) y Molina, González y Gaudiano (2016).

En relación con la identificación de gases que aportan al efecto invernadero y por ende al calentamiento global, los maestros en formación (EF₁) cursaron asignaturas como Física y Química, sin embargo el grado de familiarización con estas sustancias químicas es bajo. No hay evidencia de un conocimiento sobre la naturaleza, propiedades Físicas y Químicas de los gases

mencionados. Por ejemplo, al mencionar el CO₂ como el gas que mayor efecto tiene en el calentamiento global, están considerando no solo que es el más abundante, como efectivamente lo es, sino que su potencial de calentamiento es mayor que el del CH₄, lo cual es un obstáculo epistemológico significativo, puesto que se ignora que este último tiene un potencial de calentamiento de 23 sobre un período de 100 años. Además, incluyen otros gases como el N₂ y el O₃ lo cual es un error teniendo en cuenta que las formas presentes a nivel atmosférico es en Óxido de Nitrógeno (NO_x) y Ozono troposférico (O₃) con mayor impacto como contaminante.

Con respecto a las actividades o sustancias responsables del efecto invernadero como un fenómeno de naturaleza antrópica que está relacionado con el aumento significativo de la temperatura global en las últimas décadas, este mismo grupo de maestros consideró que las actividades que más consecuencias tienen frente al cambio climático son los coches (31%), la industria el (23%), CFCs (17%) y los vertederos (9%). Sin embargo, se extraña la presencia de respuestas relativas a la presencia de centrales nucleares, puesto que en si misma es considerada una fuente de energía limpia, así como la categoría bosques sobre los cuales se esperaría más hincapié en el enorme impacto de la tala masiva y pérdida de grandes masas boscosas, sin embargo en ninguno de estos últimos casos se presentó una explicación que permitiera reconocer la perspectiva de análisis ni la posición argumentativa.

Algunos argumentos que expusieron los maestros en formación al finalizar la EF₁ frente a la crisis climática, fueron más elaborados que los iniciales, puesto que integraron elementos explicativos de mayor complejidad que implicaban lo biológico, físico-químico, social, cultural, económico y por supuesto político.

DF4: Uno de los grandes causantes de la crisis planetaria es el Hommo Sapiens, ya que cambia el mundo conquista los medios, en definitiva se apodera de los territorios.

DF2: Pérdida de biodiversidad, hablo de pérdida de corales que se produce por el cambio de los océanos, cambio de la naturaleza a manos del hombre, Deshielo de los glaciares lo que produce un aumento de los niveles del mar.

DF7: Pérdida de biodiversidad de numerosos ecosistemas y pérdida de especies, cambio del hombre con respecto a la naturaleza por sobre explotación. El deshielo de numerosos glaciares.

DF9: Estamos agotando los recursos de la naturaleza, migración de las personas a las ciudades lo cual genera sobre explotación de los recursos, los países ricos estamos perjudicando a los pobres.

DF5: Agotamiento de los recursos pesqueros, el calentamiento global por las emisiones de CO₂ debido al consumo de materiales fósiles como medio de obtención de energía, un 50% de las plantaciones se dedican a la generación de biodiesel o cereales para producción de carne.

DF6: La educación es escasa, la esperanza de vida es corta, muchas poblaciones viven en extrema pobreza.

(EF1, fase dirigida. Cuestionario final. Enero de 2015)

5.2.3 La estructuración conceptual tanto en las EF como en las EIC

La estructuración conceptual se refiere a la introducción de nuevo conocimiento y reestructuración del conocimiento ya existente. El análisis de esta subcategoría busca dar cuenta de la primera parte de las experiencias de formación (EF₁₋₂₋₃) o fase dirigida donde se tiene en cuenta en el contexto socio político implicado en la EA y el cambio climático. Es decir, el objetivo de esta fase de las formaciones es aplicar una estrategia didáctica que profundice el contexto político e histórico del cambio climático con el fin de favorecer la reflexión y en última instancia, el aprendizaje. Así que se plantea la siguiente pregunta informativa **1.6- ¿Cuál es la valoración que los docentes en formación tienen sobre el contexto socio político de lo ambiental?**

Partimos de la idea que la visibilización de las problemáticas ambientales en los diferentes momentos históricos ha estado mediada por la gestión política y los movimientos sociales. Incluso Gaudiano (2001) deja ver que no hay nada más alejado de la realidad que considerar “la historia oficial de la EA, construida a partir de las declaraciones de reuniones cumbre, como respuesta a una historia sin sujetos y sin fisuras; en una continua y coherente trama discursiva que describe una unidad constituida por aproximaciones sucesivas” (p. 142). A su vez, Eschenhagen (2007) reflexiona sobre la necesidad de tener una sensibilidad aguda, que permita conocer el contexto histórico-político y los discursos que los permean, como también las múltiples epistemologías, teorías y sus implicaciones, en este caso sobre la EA, para reconocer cuáles son las estrategias de alienación y cuáles son estrategias de búsquedas alternativas.

En las EF para abordar este asunto, utilizamos la estrategia didáctica de panel multimedia, es decir a través del uso de contenidos educativos digitales, por ejemplo infografías sobre las Conferencias de las Partes celebradas en Lima y París respectivamente, además, del abordaje histórico relacionado los encuentros sobre el medio ambiente y el cambio climático, donde se analizaron discursos políticos sobre el cambio climático y un video donde con datos reales se simulaba el clima en España en el 2050. Con estos elementos se pretendía que los docentes en formación estudiaran la evolución política de lo ambiental y particularmente de la EA y el cambio climático. De otra forma, en las EIC la contextualización histórica y política se abordó en la fase de sensibilización.

A través de la organización de los recursos anteriormente mencionados, procuramos llevar a los docentes en formación a indagar sobre la evolución del cambio climático como cuestión ambiental y a comprender las implicaciones de las políticas ambientales a nivel nacional e internacional. A su vez, los distintos materiales didácticos empleados permitieron a los estudiantes analizar la relevancia que tienen los medios de comunicación en los procesos de difusión de los aspectos políticos relativos al medio ambiente y en la movilización del conocimiento en el ámbito público, lo cual ha sido poco abordado y explorado según Fischhoff (2011).

Particularmente, el discurso de los docentes emergió el impacto (positivo y negativo) de los medios de comunicación para la difusión y divulgación de los problemas asociados al cambio climático. Además, en la superposición de lo local sobre lo global y en ocasiones en la generación de imaginarios que no son coherentes con las realidades socio ambientales.

DF21: Entonces claro es un problema, porque además las emisiones en China, yo la última vez que vi las noticias, la gente iba con mascarillas porque es que estaban en una situación de alerta roja, totalmente. Al final se llega a tomar decisiones ya drásticas en el sentido de todos tenemos que hacer lo mismo o por más que unos pocos hagan y no lo consiguen pues no avanzamos.

(EF₂, fase dirigida. Transcripción de audio. 21/01/2016)

En este sentido, la difusión de lo ambiental como reflejo de las luchas sociales en el contexto educativo o desde los organismos gubernamentales e internacionales, no deja duda sobre la visibilidad de esta problemática. Es así como las opiniones de los participantes en las experiencias de formación e investigación colaborativa, dieron cuenta de posicionamientos críticos y reflexivos en torno a la participación política de las diferentes naciones para lograr reducciones significativas en las emisiones de CO₂, para la disminución de la deforestación a nivel global, en torno a potenciar la generación de energías limpias y la viabilidad en el contexto español puntualmente. Sin embargo, en algunos casos dichas posturas tuvieron matices de incredulidad, tal y como muestran los siguientes extractos.

DF25: No todos los países se ponen de acuerdo, por ejemplo, en el último encuentro sobre cambio climático en París el año pasado, evidentemente China estaba en contra de los porcentajes de emisión porque no le convenía claro, entonces al final se llegó a un medio acuerdo de que el porcentaje es variable y depende de cada país. Entonces claro, así no se consigue nada porque unos tendrán el 5% y China que es uno de los que más contamina tiene una emisión del 30%, no conseguimos nada. Entonces es un problema, porque al final cada uno mira por su propio beneficio, si está muy industrializado y tira mucho de petróleo o cualquier otro tipo de combustible fósil entonces no les interesa el tema de las energías

renovables. Además, también es una inversión, ellos echan cuentas y dicen es que me sale mucho más caro cambiar (migrar a energías renovables) que mantener lo que se tiene.

(EF₂, fase dirigida. Transcripción de audio. 21/01/2016)

Es importante resaltar que los participantes expresaron continuamente su insatisfacción frente a los resultados tangibles de los múltiples encuentros políticos sobre el Medio Ambiente, y desconfianza frente al posible impacto que pudieran tener los acuerdos o pactos políticos alcanzados.

En consecuencia, las discusiones en las distintas EF vislumbraron la necesidad de asumir la co-responsabilidad de los acuerdos a los que se llegan en los acuerdos sobre temas ambientales, a pesar de que generan preocupación o desesperanza. A su vez, los informantes expresaron la necesidad de trabajar estos aspectos con el alumnado de Educación Primaria y ESO, proporcionándoles experiencias significativas de las problemáticas ambientales globales adaptadas a su contexto local inmediato.

DF35: En la pasada cumbre (refiriéndose a la COP 21) que se llegó a un acuerdo de mínimos de emisiones, que es un principio pero parece confuso. Yo tiendo a ser positiva y hay un acuerdo en que es necesario mayor esfuerzo, pero hay que destacar que hay mayor consenso entre los países en vía de desarrollo y los desarrollados.

DF34: Luego de ver tanto años en los que las conferencias no llegaban a nada, era bastante desolador, al menos se tiene un texto para poder empezar, sin embargo, una cosa es decir que se va a poner un poco de freno a la cosa y otra ¿cuánto va a costar?, ¿es vinculante o no vinculante como se van a hacer las cosas?.

DF38: Claro porque los políticos no quieren reconocerlo porque como decías antes, en Estados Unidos reconocer el cambio climático implica reducir el desarrollo económico.

DF39: Hay veces es difícil hacerle ver a los chicos que algunos efectos y consecuencias se ven a mediano y largo plazo, tu les explicas el aumento del nivel del mar y el riesgo de que algunas zonas costeras queden sumergidas y ellos dicen ¿bueno pero a Valladolid va a llegar?. Solamente están interesados en el que el Pisuerga hoy está crecido, o sea lo más local.

(EF₃, fase dirigida. Transcripción de audio. 17/02/2016)

En consecuencia, se destaca que con respecto al posicionamiento político, se notó una activa participación sobre todo en los momentos de discusión, desde donde se favoreció el diálogo, la discusión, la manifestación de emociones, opiniones y quejas e insatisfacciones personales y profesionales de los docentes en formación.

En este sentido, tanto en las EF como en las EIC, en lo relativo a la estructuración del conocimiento sobre el medio ambiente se procuró responder las siguientes preguntas: **1.7-¿Cuáles son las características de los mapas conceptuales en términos de estructura y contenido semántico?, 1.8-¿Cuáles son las características de las proposiciones que plantean los docentes en formación para explicar una cuestión ambiental?**

Partimos de reconocer que, el mapeo conceptual fue la estrategia didáctica elegida para llevar a cabo la estructuración del conocimiento sobre el medio ambiente (la cual emergió desde la RSL expuesta en el capítulo 2), particularmente en las EF₁₋₂₋₃ sobre el cambio climático. Cabe destacar que en vista de que la EF₁ se desarrolló en el marco de la IEX, el uso del mapa conceptual fue considerado de manera intencional como una herramienta metacognitiva visual que ayudara a los participantes a seguir el siguiente proceso:

1. Presentación del mapa conceptual construido por la formadora (Figura 5.3).
2. Lectura grupal del mapa conceptual y puesta en común de impresiones, opiniones y preguntas.
3. Formación de equipos colaborativos (2-3 maestros en formación) y elección del nodo metadisciplinar de interés.
4. Relectura del mapa conceptual desde la óptica del nodo seleccionado y búsqueda de información adicional.
5. Ubicación en el currículo de Educación Primaria de este nodo metadisciplinar, para la contextualización del mapa conceptual y el posterior diseño de la estrategia didáctica, desde el enfoque didáctico dado por la formadora.

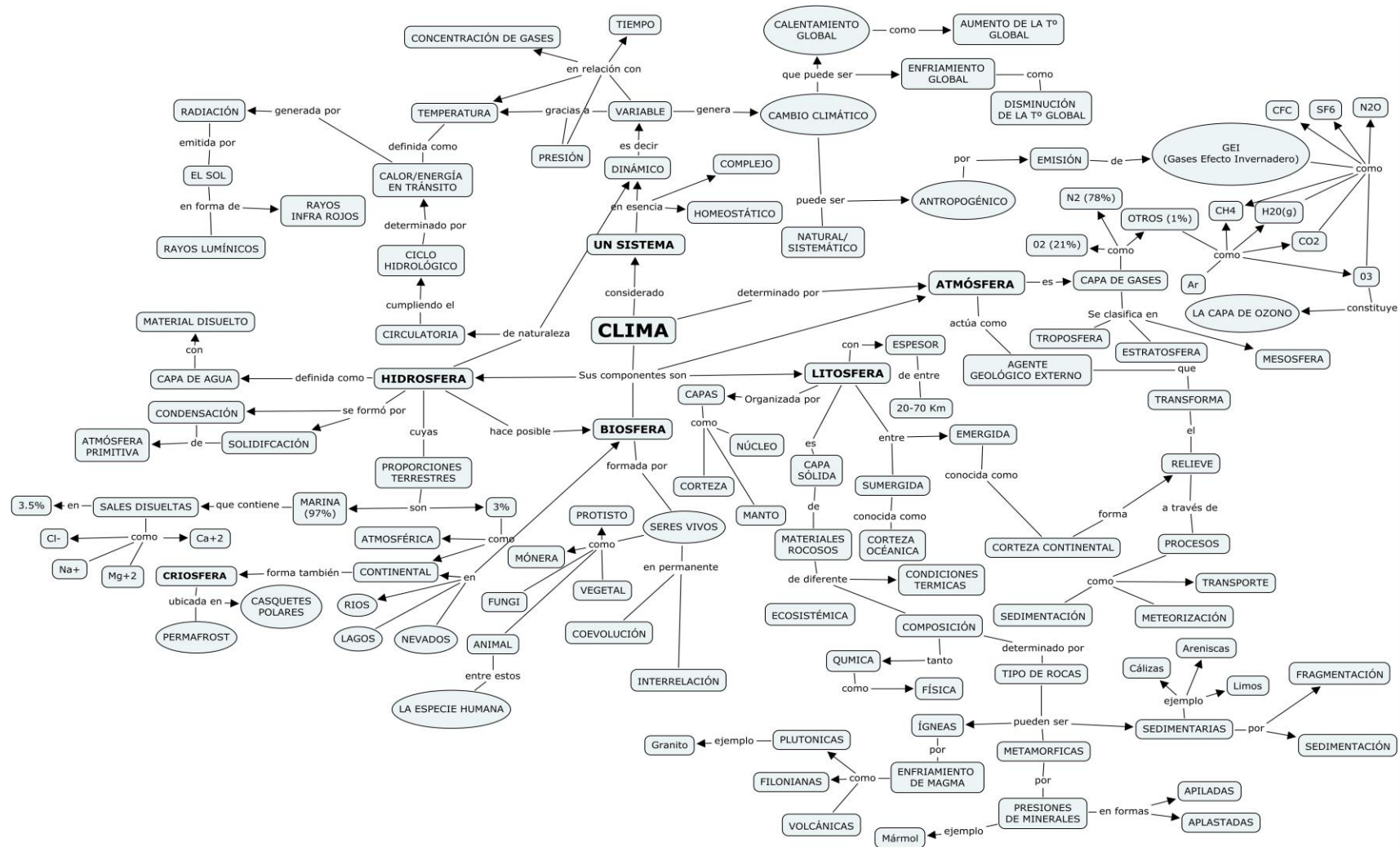


Figura 5.3 Mapa conceptual utilizado por la formadora en la EF1. Elaboración propia.

Este mapa conceptual pretendía abordar el clima como un sistema determinado por otros subsistemas dinámicos. Tal y como se muestra en la Figura 5.5, se establecieron cinco subsistemas de relaciones complejas: atmósfera, hidrósfera, litósfera, biósfera. La amplitud de dicho mapa fue intencional, puesto que se pretendía presentar el clima de forma amplia y permitir que los participantes de la EF₁ a partir de este, eligieran un nodo metadisciplinar, lo relacionaran con el cambio climático y plantearan en su estrategia didáctica.

A pesar de que los participantes de la EF₁ no construyeron mapas conceptuales, durante la socialización de las estrategias didácticas al finalizar esta experiencia, se registraron en las grabaciones de audio las proposiciones con respecto a un nodo metadisciplinar vinculado al sistema climático. Así que en la Tabla 5.7 se presenta la relación entre los nodos metadisciplinarios elegidos por los equipos colaborativos formados por los participantes, las relaciones conceptuales/proposiciones explícitas en el discurso donde se especifican los procesos (ambientales: físicos, químicos, biológicos), y las observaciones de la formadora incluidas en la parrilla de observación.

Tabla 5.7 Caracterización de la estructuración conceptual de los 12 maestros en formación durante la EF₁

Equipo	Nodo metadisciplinar	Relaciones conceptuales/proposiciones explícitas en el discurso (EF ₁ , fase mediadora. Grabación de audio. Enero de 2015)	Observaciones de la formadora (EF ₁ , fase mediadora. Parrilla de observación. Enero de 2015)
1	Atmósfera	Se enfocan en dos componentes de la atmósfera: H ₂ O y O ₃ . <i>Procesos:</i> Ciclo del agua; disociación natural del O ₃ Vs disociación por disposición de compuestos Fluorocarbonados CFCs.	El desarrollo conceptual está ligado a los aspectos físico químicos (sin la suficiente rigurosidad en cuanto al uso del lenguaje químico). La estructuración no es vinculante con otras áreas de conocimiento, por lo tanto el nodo metadisciplinar pierde sentido y pasa a ser un concepto del ámbito de las ciencias experimentales.
2	Cambio climático	La galaxia afecta el planeta y por ende el clima Vs comunidad científica el actual cambio climático es debido a las actividades humanas.	Manejo del lenguaje y profundización conceptual. Transitan por diferentes disciplinas para reconstruir su nodo metadisciplinar; además, identifican y reflejan en su discurso la relevancia de los asuntos socio

		<p><i>Procesos:</i> Formación de nubes y efecto invernadero; actividad magnética solar y aumento de la temperatura en el planeta tierra; efecto de la traslación del sistema solar en la galaxia; la deforestación y pérdida de capacidad para absorción de CO₂.</p>	científicos propios del enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA).
3	Mediciones del clima	<p>Reconocen la necesidad de establecer las diferencias entre la meteorología y la climatología.</p> <p><i>Procesos:</i> Desarrollo histórico de la climatología; evolución de los instrumentos de medición.</p>	El equipo colaborativo ha dado valor a los asuntos epistemológicos, es decir a la consolidación del conocimiento científico como construcción social en permanente evolución. Además, establecen diálogo de saberes con otras disciplinas y van más allá de los conceptos presentados en el mapa conceptual, lo cual es bastante satisfactorio en términos de aprendizaje.
4	Ciudades sustentables	<p>Las nuevas ciudades sustentables y el cambio de las ciudades tradicionales hacia el principio de sustentabilidad.</p> <p><i>Procesos:</i> Historia de la organización y espacios urbanos; crisis de las ciudades y retos que se responden desde la sustentabilidad; enfoque y principios que soportan las ciudades sustentables.</p>	Buen abordaje conceptual, metadisciplinar pues el límite entre los conceptos propios de la ciencias experimentales y sociales están difuminados con el objetivo de entender los principios que soportan el planteamiento de ciudades sustentables. Tienen una posición crítica y eso los lleva a una construcción de proposiciones clara.

La síntesis presentada en la tabla anterior, permitió identificar algunos aspectos relevantes del proceso de estructuración conceptual y desde la proposiciones de los participantes en la EF₁. La presentación del mapa conceptual por parte de F permitió que los participantes ubicaran situaciones generales y a su vez nodos metadisciplinarios (como conceptos estructurantes) que se reflejaron en el reconocimiento de conceptos inherentes a estos y de relaciones conceptuales. Las relaciones conceptuales y los procesos ambientales se extienden como mecanismos explicativos en todos los casos, sin embargo no hay garantía de aprendizaje significativo, puesto

que puede ser un rasgo de aprendizaje memorístico que carece de subordinación²⁰ y supraordenación²¹. Cabe mencionar que no en todos los casos se evidenciaron procesos metacognitivos relativos a la diferenciación progresiva²².

El registro de F en la parrilla de observación durante las exposiciones de los equipos colaborativos durante la EF₁, da cuenta de que uno de los grupos se enfocó meramente en la red de conceptos desde la Física y la Química, mientras que los otros tres equipos colaborativos tuvieron una perspectiva más amplia al desarrollar el nodo metadisciplinar y vincularon diferentes áreas de conocimiento otorgándole al nodo abordado la connotación metadisciplinar como se esperaba. Este aspecto se valora positivamente, puesto que el objetivo en primera instancia de las experiencias de formación era el de aportar a la construcción metadisciplinar y/o transdisciplinar del conocimiento sobre asuntos ambientales como el cambio climático.

Es necesario reconocer que, tras la puesta en marcha de la EF₁ y su análisis retrospectivo antes de iniciar la IEV y las siguientes experiencias formativas EF₂₋₃, se tomó la decisión de incluir no solo la lectura del mapa conceptual, sino también, su construcción. Además, se identificó que el análisis de dichos mapas generados por los participantes en las EF₂₋₃ debería analizarse en detalle puesto que daban cuenta de las formas particulares de estructuración conceptual realizada por los participantes. A continuación se describe el proceso llevado a cabo:

1. Explicación por parte de F sobre las características de los mapas conceptuales.
2. Lectura en equipos colaborativos de material de apoyo.

²⁰ Conceptos y proposiciones potencialmente significativos quedan subordinados o, en el lenguaje de Ausubel (1983, p. 52), son “subsumidos” bajo ideas más abstractas, generales e inclusivas (los “subsumidores”). Este aprendizaje se denomina aprendizaje significativo subordinado.

²¹ El nuevo material de aprendizaje guarda una relación de superordenación con la estructura cognitiva cuando el sujeto aprende un nuevo concepto o proposición más abarcadora que pueda subordinar, o “subsumir”, conceptos o proposiciones ya existentes en su estructura de conocimiento. Este tipo de aprendizaje, mucho menos común que el subordinado, se llama aprendizaje superordenado.

²² La diferenciación progresiva es el proceso característico del aprendizaje verbal significativo subordinado, que se produce cuando disponemos de un subsumidor que engloba el nuevo concepto o contenido, que lo subsume, por ser más abarcador e inclusivo. (Palmero, 2011).

3. Selección de nodo metadisciplinar relativo al cambio climático.
4. Organización de conceptos.
5. Lectura del currículo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato para la adaptación.
6. Reacondicionamiento de los mapas conceptuales y elaboración.
7. Socialización/puesta en común.

El hecho de que se incluyera en el sistema 1 del modelo de formación la construcción de mapas conceptuales, demandó más tiempo de dedicación en las EF₂₋₃. Además se replanteó el proceso de recogida y análisis de datos puesto que los mapas conceptuales construidos por los participantes fueron relevantes para evidenciar los procesos metacognitivos y de reestructuración conceptual sobre el cambio climático. Así que siguiendo a Cañas *et al.* (2015) se elaboró la matriz (descrita en el apartado 4.5.2.2) la cual posibilitó el análisis de los mapas conceptuales construidos por los participantes desde dos variables: Estructura o topología y contenidos semántico, cada uno de estas con sus respectivos descriptores pormenorizados.

Los 28 docentes implicados en estas dos experiencias de formación construyeron en equipos colaborativos 11 mapas conceptuales, que se estudiaron desde la óptica de las variables antes mencionadas, sus descriptores o indicadores cualitativos y la asignación cuantitativa/escala. Así que como se muestra en la Tabla 5.8, dicho estudio de los mapas conceptuales se refleja en resultados numéricos y porcentuales desde donde parte el análisis.

Tabla 5.8 Número de mapas conceptuales (N) y porcentaje (%) en cada nivel de la escala* para los criterios que describen las variables. Matriz adaptada de Cañas et al. (2015).

Variables		Criterios	Escala	N	%	
Topología/ estructura	Uso de conceptos en vez de trozos de texto desde la perspectiva estructural		3	1	9,1	
			4	7	63,6	
			5	3	27,3	
	Establecimiento de relaciones entre conceptos		1	1	9,1	
			2	2	18,2	
			4	1	9,1	
			5	7	63,6	
	El grado de ramificación			5	11	100

Contenido	La profundidad jerárquica	1	1	9,1
		3	2	18,2
		4	4	36,4
		5	4	36,4
		5	4	36,4
	La presencia de enlaces cruzados	1	4	36,3
		2	2	18,2
		3	1	9,1
		4	2	18,2
		5	2	18,2
	Conceptos	3	4	36,4
		4	4	36,4
		5	3	27,3
		5	2	18,2
		5	2	18,2
	Palabras de enlace o conectores	1	2	18,2
		2	1	9,1
		4	6	54,5
		5	2	18,2
		5	2	18,2
Proposiciones	2	2	18,2	
	3	1	9,1	
	4	6	54,5	
	5	2	18,2	
	5	2	18,2	

*La escala se presenta Tabla 4.14. Sin embargo en este apartado solo se incluyeron las escalas en las cuales se ubicaron los mapas conceptuales diseñados por los docentes en formación.

A partir de esta tabla, se reconoce que en lo relativo a la estructura o topología uno de los mapas presentados por los docentes en formación, utilizan el mismo número de conceptos que de explicaciones extensas (oraciones, ideas), mientras que siete tendieron a incluir más conceptos. Un total de tres mapas conceptuales tuvieron la valoración más alta, puesto que solamente incluyeron conceptos, lo cual es relevante, puesto que según Novak y Cañas (2006) se deben evitar oraciones estructuradas y complejas dentro de las cajas a manera de conceptos, ya que no permite leer proposiciones y es fiel muestra de aprendizaje memorístico.

Cabe resaltar que en el análisis topológico no se estudió el tipo de conceptos o explicaciones, pero si su efecto en la estructura del mapa conceptual, puesto que la selección de conceptos y el desglose de explicaciones largas en conceptos y conectores predispone la estructuración, la

conectividad y la generación de proposiciones. Para Novak (1998) la palabra es una “etiqueta” que representa al concepto, así la representación que las personas tienen sobre las cosas y los hechos pueden ser nombradas y comunicadas mediante el lenguaje.

Ahora bien, en lo relativo al uso de los conectores para establecer relaciones entre conceptos, un mapa conceptual no empleó ningún conector y dos utilizaban en menor proporción los conectores entre conceptos; mientras que la mayoría, es decir ochos mapas, permiten ver conectores como mecanismo para relacionar conceptos y darle sentido al mapa. Este aspecto se refleja en la Figura 5.4 donde se puede observar la diferencia entre un mapa con conectores (a) y otro sin conectores (b).

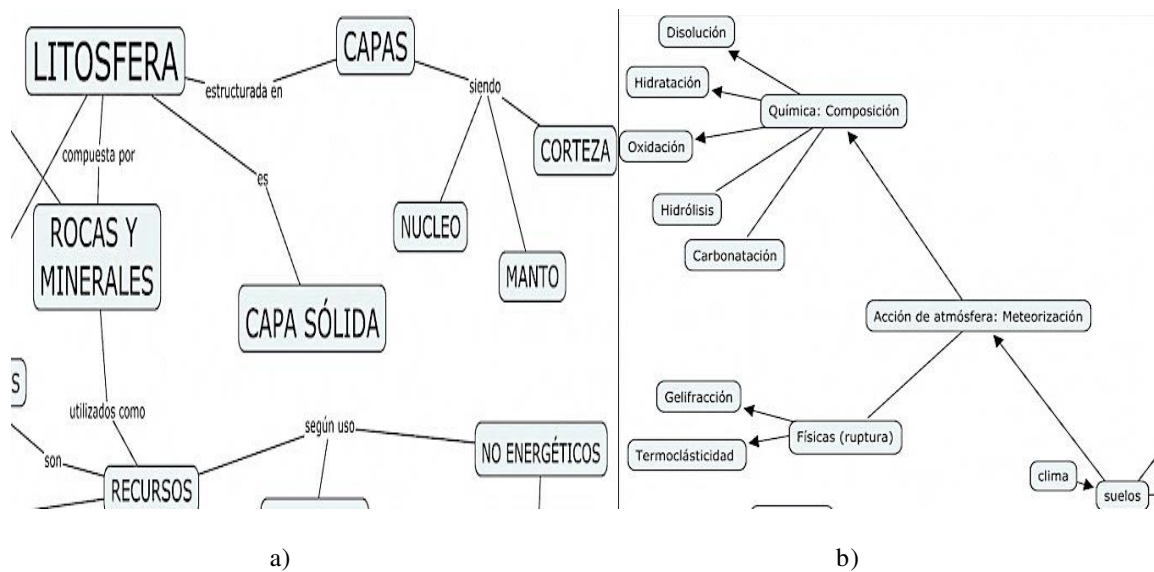


Figura 5.4 Ramificación de dos mapas conceptuales sobre la litósfera y su relación con el cambio climático.

a) Mapa conceptual elaborado durante la EF₂ utiliza conectores o palabras de enlace en todos los casos (EF₂, fase semi dirigida colaborativa. Mapa conceptual. 03/02/2016).

b) Mapa conceptual elaborado en la EF₃ en ningún caso utiliza conectores (EF₃, fase semi dirigida colaborativa. Mapa conceptual. 03/02/2016).

Por otra parte, un punto de ramificación según Cañas *et al.* (2006) “ocurre cuando de un nodo, concepto o frase de enlace, salen dos o más líneas de conexión (el número exacto no importa). Además, este criterio no se refiere al número de ramas que emergen de un nodo dado, sino al número de nodos que presentan más de una rama” (p. 4). En lo referente a este criterio la totalidad de los mapas conceptuales elaborados por los participantes en las EF₂₋₃ presentaban

un grado de ramificación alto en tanto conceptos-conectores y conectores-conceptos, como se muestra en la Figura 5.5.

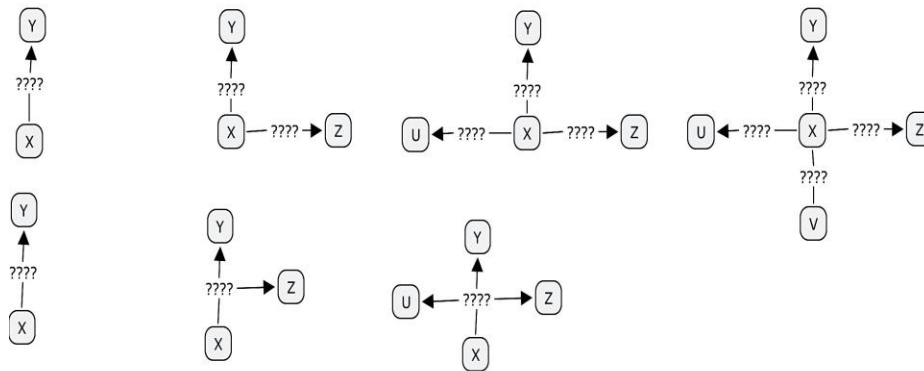


Figura 5.5 Ejemplos de ramificaciones tipificadas en los mapas conceptuales.

En cuanto al criterio de jerarquización Cañas et al. (2006) lo definen como “el número de enlaces que hay entre el concepto raíz y el concepto más alejado del concepto raíz. Este es un criterio que sólo tiene sentido para mapas que contienen al menos un concepto raíz” (p. 5). Entre tanto, ocho de los mapas presentaron cuatro niveles o más. Así que para comprender el análisis de este criterio, a continuación en la Figura 5.6, se ejemplifica los niveles de jerarquización implicados en un mapa conceptual particular, donde en primer lugar la jerarquización se relaciona con la ordenación de los conceptos en tanto orden de importancia o de inclusividad, es así como los conceptos más inclusivos ocupan los lugares superiores de la estructura gráfica, cercanos en este caso al nodo metadisciplinar, que está ubicado abajo “CIUDADES SOSTENIBLES”, concepto que también puede considerarse como raíz.

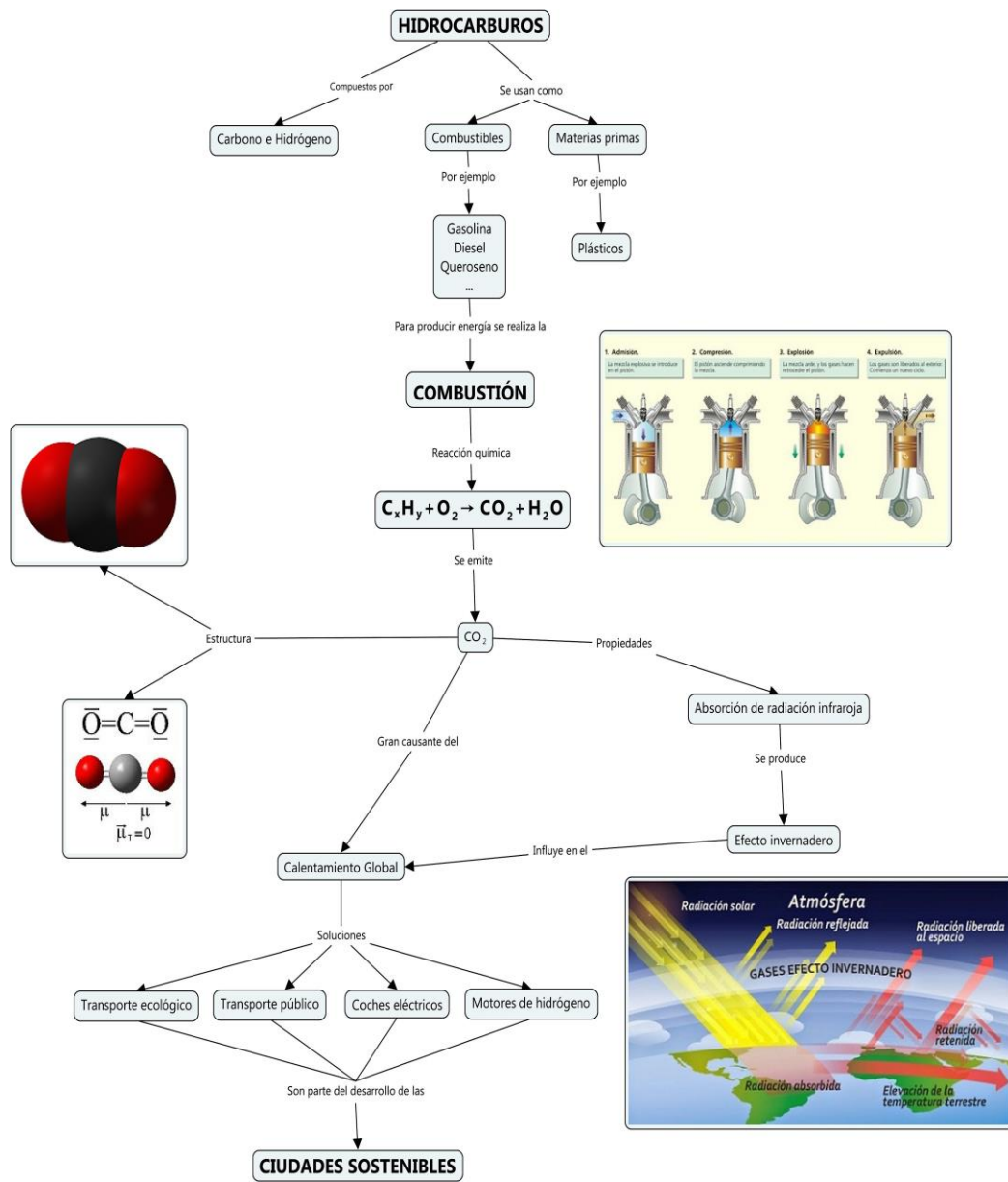


Figura 5.6 Ejemplo de mapa conceptual sobre el nodo metadisciplinar de las ciudades sostenibles de EF2.

(EF2, fase semidirigida colaborativa. Mapa conceptual. 03/02/2016).

Si quisiéramos responder las preguntas de Novak (1988, p. 122) “¿Qué conceptos sabemos que son relevantes? y ¿Qué relaciones conceptuales de alto-bajo nivel son importantes en un tema determinado de estudio?”, los profesores de Ciencias en formación que construyeron el mapa anteriormente expuesto reconocieron que hubo una relación entre la estructuración conceptual y la revisión del currículo de diferentes asignaturas, especialmente para la ubicación de un

nodo metadisciplinar que fuera integrador (para el caso las ciudades sustentables desde la perspectiva de los hidrocarburos). Así que posteriormente, los participantes organizaron los conceptos y establecieron relaciones físico químicas, biológicas y ecológicas.

DF20: Cuando empezamos a ver el currículo de la ESO (de ciencias), nos ha costado mucho ver donde encajarlo, porque es más visto a lo mejor en Tecnología o en Biología, pero en Física y Química no sabíamos muy bien cómo encajarlo. Entonces se nos ocurrió la idea de enfocarlo hacia el tema de la combustión de la gasolina y del uso de los hidrocarburos; entonces, a partir de la combustión empezamos a desarrollar sobre ¿cómo y por qué se producía el calentamiento global?. En parte por la combustión de hidrocarburos y a partir de ello explicar las posibles soluciones que puede haber y una de estas es tener ciudades sostenibles. Entonces al principio lo que hemos hecho es decir que los hidrocarburos son compuestos formados por C y H, que se usan como combustibles (gasolina, diesel, queroseno) y como materias primas (los plásticos). Como lo que nos interesa es la combustión, pues nos centramos en los combustibles. Así que en el mapa decimos que para producir energía se realiza la combustión y ponemos la reacción química que explica el proceso de combustión (no está ajustada) y una imagen de un motor de combustión. Bueno como el gran problema que se produce con la combustión es que se emite CO_2 , entonces ponemos la estructura molecular de este compuesto y referimos su propiedad para absorber la radiación infrarroja y que por eso se produce efecto invernadero porque resulta que la radiación solar llega a la Tierra y se refleja y por los gases efecto invernadero se absorbe, porque como el CO_2 absorbe la energía e impide que se refleje hacia el exterior, así que se produce un calentamiento global. Bueno además, incluimos las posibles soluciones que puede haber es un transporte ecológico que sería los motores de hidrógeno, los coches eléctricos, el uso del transporte público, lo que reduce las emisiones de CO_2 aunque realmente se sigue emitiendo. Esto es importante para el desarrollo de las ciudades sostenibles, porque como ya sabes, las ciudades sostenibles son ciudades que se pueden abastecer ellas mismas de energía y que pueden ser ecológicas.

Estos son los conceptos claves, pero cuando diera la clase me pararía a lo mejor más en la descripción de los hidrocarburos que en la combustión y a lo mejor más en los motores de hidrógeno, porque se puede enseñar más sobre esto.

Se nos ocurrió también lo de los aislantes térmicos porque son materiales a la carta, pero no hay en el currículo algo específico sobre nuevos materiales, si que se mencionan cosas, pero no hay nada así de vinculante.

(EF2, fase mediadora. Transcripción de audio, socialización/ puesta en común del mapa conceptual por parte del equipo colaborativo 4. 03/02/2016).

De tal manera que, en este caso particular, el mapa conceptual de la Figura 5.7, permitió reconocer 8 niveles, el primero es el nodo metadisciplinar y el último hidrocarburos, en el nivel tres y cinco los profesores en formación establecen la relación combustión reacción química e intencionalmente lo resaltan para desplegarse sobre el CO_2 . Este mapa conceptual a pesar de

su linealidad, a nivel jerárquico presenta una organización de alto nivel que da cuenta más que de subordinación, supraordinación y de aprendizaje combinatorio²³.

Ahora bien, con respecto al criterio de enlaces cruzados, es necesario recordar que hace referencia a la formación de círculos cerrados como circuitos, los cuales dan cuenta de la presencia de proposiciones. Las evidencias dieron cuenta de que cuatro mapas conceptuales construidos por los docentes en formación no incluyeron enlaces cruzados. En la Figura 5.8 se presenta un ejemplo de un mapa conceptual que a pesar del número de niveles o jerarquización, no incluyó este tipo de enlaces.

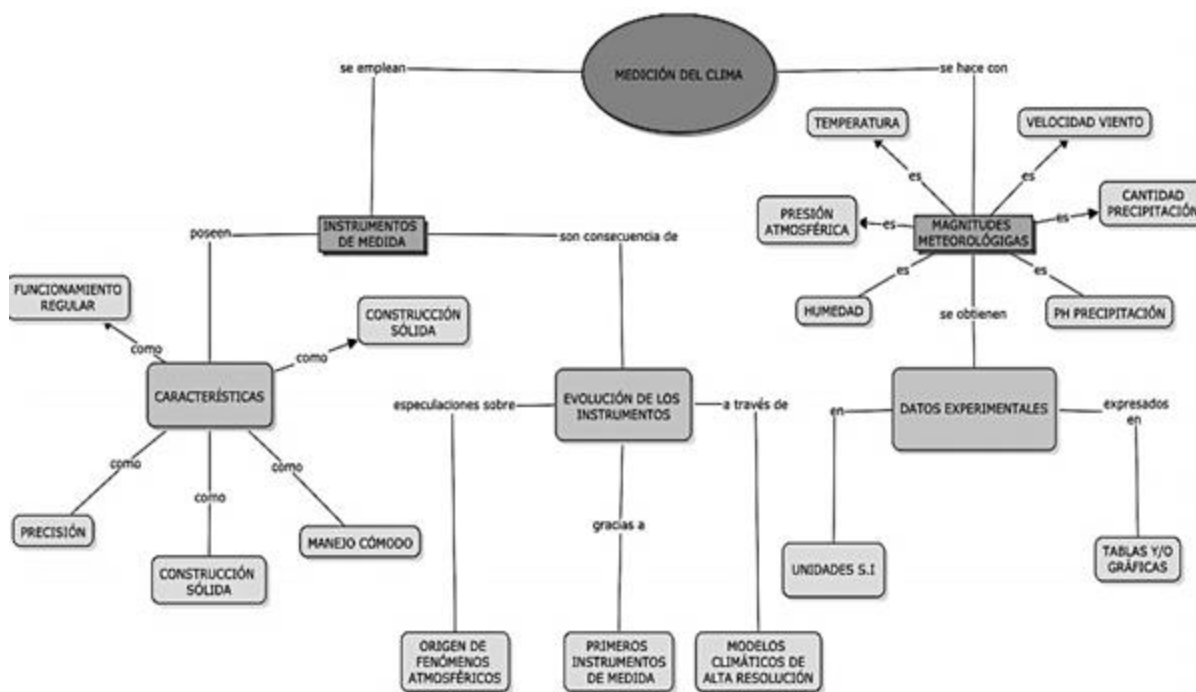


Figura 5.7 Mapa conceptual diseñado por equipo colaborativo de profesores en formación inicial en la EF₂ sobre el nodo metadisciplinar de mediciones climáticas.

(EF₂, fase semidirigida colaborativa. Mapa conceptual. 03/02/2016).

²³ Este tipo de aprendizaje se caracteriza por que la nueva información no se relaciona de manera subordinada, ni supraordinada con la estructura cognoscitiva previa, sino se relaciona de manera general con aspectos relevantes de la estructura cognoscitiva. Es como si la nueva información fuera potencialmente significativa con toda la estructura cognoscitiva.

Por otra parte, cuatro de los mapas conceptuales incluyeron tres o más enlaces cruzados. En la Figura 5.9 se presenta un ejemplo de este tipo de mapas.

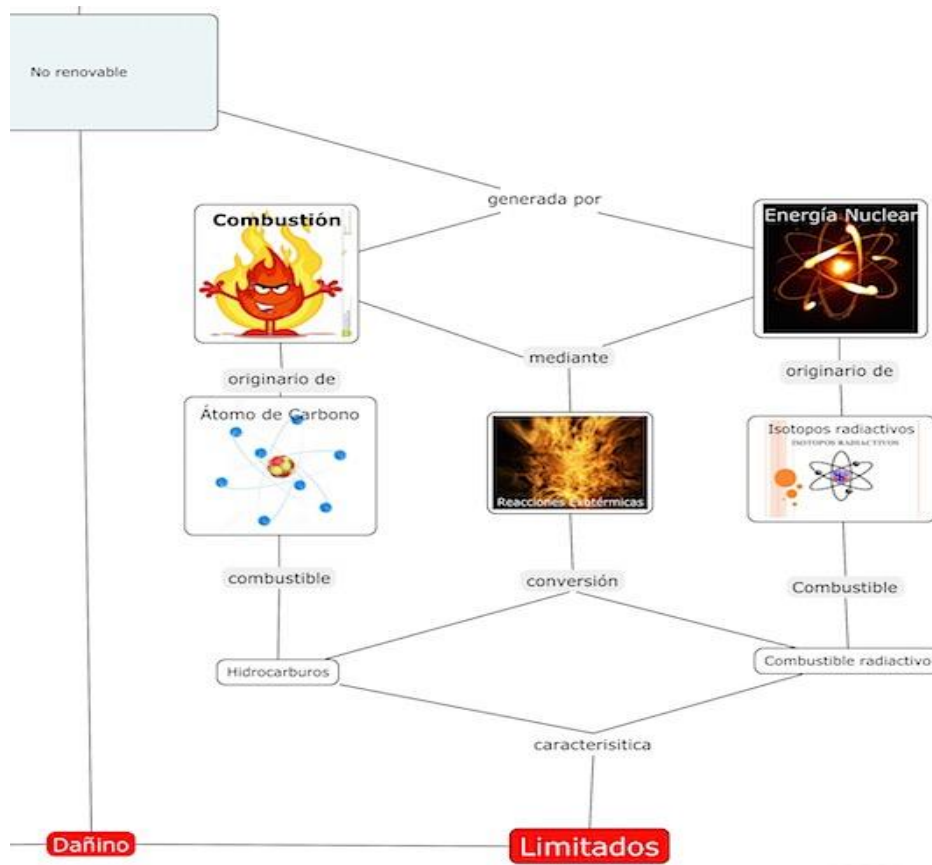


Figura 5.8 Mapa conceptual con 4 enlaces cruzados.

(EF₂, fase semidirigida colaborativa. Mapa conceptual. 03/02/2016).

Cabe resaltar que el análisis de este criterio significó un aspecto negativo, puesto que la mayoría de los mapas conceptuales no incluyeron enlaces cruzados o incluyeron solamente un enlace. Así que no se tuvieron evidencias de procesos de reconciliación integradora de calidad, en este caso al rastrear la ausencia de estas se encontró que los mapas conceptuales con puntaje bajo son dos de los ocho construidos en la EF₂ y dos de los tres mapas construidos por los docentes en ejercicio que participaron en la EF₃.

Con respecto a este hallazgo otros autores también han referenciado no haber conseguido la construcción de mapas conceptuales con un alto número de enlaces cruzados. Por ejemplo Arbea y Campo (2004) consideraron en su estudio afirmaron que:

Analizando el número de enlaces cruzados establecidos, se puede pensar que la instrucción resultó algo memorística²⁴, ya que en el caso de los alumnos que partieron de un mapa previo con un gran número de conceptos y con varios enlaces cruzados, en el mapa posterior desaparecen estos enlaces. En el caso de los alumnos que incorporan un buen número de conceptos nuevos en el mapa posterior, los enlaces cruzados tampoco aparecen. Sin embargo las jerarquizaciones y relaciones entre los conceptos del mismo núcleo mejoran mucho del mapa previo al posterior en la mayor parte del alumnado (Arbea y Campo, 2004, p. 4).

Estos hallazgos pueden estar influenciados por varios aspectos relativos a la formación inicial y continua de docentes, puesto que si bien los mapas conceptuales son una herramienta referenciada desde las décadas de los 80 y 90, además, soportada en la teoría de aprendizaje significativo, la divulgación de su efectividad y su uso en los procesos de formación de docentes está en auge según lo reportado por Pedrajas y Martínez (2016) quienes consideran que el uso de los mapas conceptuales en la formación de docentes de Ciencias se ha extendido, especialmente en la formación inicial, puesto que permiten a la reflexión por los conocimientos propios y posibilitan la evolución conceptual (Nousiainen, 2012).

Ahora bien, aunque los mapas conceptuales son recursos educativos utilizados para potenciar aprendizajes significativos, estudios previos realizados Lopera-Pérez y Charro (2015) reconocen la poca incorporación en los libros de texto, por lo tanto la necesidad de que los docentes se motiven a construirlos y utilizarlos con sus alumnos de Educación Primaria, Secundaria y/o Bachillerato, a pesar de que implican una inversión de tiempo alta y alta demanda conceptual y didáctica.

De manera complementaria, el análisis de los mapas conceptuales incluyó la variable relacionada con el contenido semántico, la cual se describe a partir de tres criterios: conceptos, palabras de enlace o conectores y proposiciones. La Figura 5.9 presenta un resumen de estos tres

²⁴ El *aprendizaje memorístico o repetitivo* se produce cuando «la tarea de aprendizaje consta de puras asociaciones arbitrarias (Ausubel, Novak y Hanesian, 1989, p. 37) (números, listas, pares asociados, etc.). En la asociación de los conceptos no hay relación sustancial y con significado lógico.

aspectos en cada uno de los mapas conceptuales diseñados por los docentes en formación tanto en la EF₂ (mapas conceptuales del 1 al 8) como en la EF₃ (mapas conceptuales 9, 10 y 11).

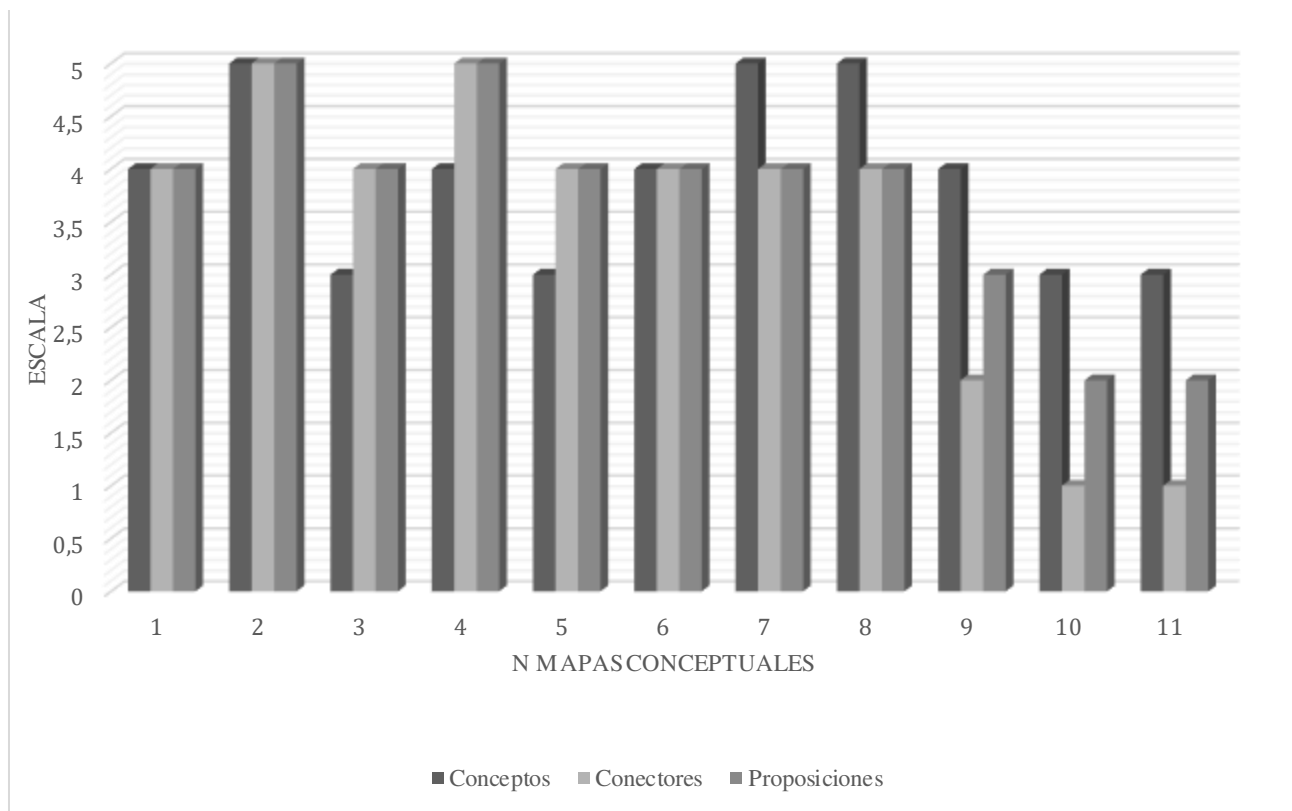


Figura 5.9 Gráfica que resumen las puntuaciones (eje y) de los 3 criterios que explican la variable contenido (semántico) de los 11 mapas conceptuales (eje x).

(EF₂₋₃, fase semidirigida colaborativa. Mapas conceptuales)

La figura anterior, tiene información relevante y diferencial entre los mapas conceptuales construidos en la EF₂ y la EF₃, puesto que al contrastar los datos, los estudiantes incluyeron conceptos relevantes, pero eso no implica su adecuada conexión y una final formación de proposiciones. Teóricamente se podría decir que un buen mapa conceptual debería guardar relación entre estos tres aspectos, sin embargo las evidencias obtenidas del análisis de los mapas conceptuales de los participantes indicaron que no en todos los casos se cumple esto, puesto que unos indicadores son superiores a otros y se resalta que la complejidad de la construcción radica precisamente en el proceso de simbolización (uso del lenguaje) como evidencia de aprendizajes.

Particularmente, los conceptos se valoran tanto por su inclusión (conceptos inclusores²⁵), como por el potencial que tienen para formar proposiciones con la mediación de palabras de enlace o conectores. De acuerdo a lo comentado anteriormente, se reconoce el potencial de las proposiciones para aproximarnos a los procesos de aprendizaje. Además, son evidencia de la estructuración y reestructuración cognitiva (aprehendizaje²⁶), en tanto adquisición, retención, recuperación y trasposición a su futura o presente labor de aula/acción de educativa. En este sentido Novak (1985) señala que “las proposiciones son dos o más conceptos ligados en una unidad semántica. Metafóricamente las proposiciones son las "moléculas" a partir de las que se construye el significado y los conceptos son los "átomos" del significado” (p. 192).

De acuerdo con estas ideas, en lo relativo a la formación inicial o continua de docentes, se evidenció un efectivo tránsito de lo meramente representacional al aprendizaje de conceptos, en tanto conceptos mismos y vínculos o relaciones entre estos. En este caso se tiene un fragmento del discurso de dos profesores en formación de la EF₂ que a través de la estrategia de

²⁵ *Aprendizaje subordinado*: La nueva idea o concepto se halla jerárquicamente subordinada a otra ya existente. Su produce cuando las nuevas ideas se relacionan subordinadamente con ideas relevantes (inclusores) de mayor nivel de abstracción, generalidad e inclusividad. Se genera, pues, una *diferenciación progresiva* de los conceptos existentes en varios de nivel inferior de abstracción. La subordinación de los conceptos puede hacerse sin que la nueva información modifique los atributos del concepto inclusor (son ejemplificaciones), ni cambie el significado de concepto inclusor. *Aprendizaje supraordenado*: El proceso es inverso al subordinado o proceso de diferenciación progresiva, en el que los conceptos relevantes (inclusores) existentes en la estructura cognitiva son de menor grado de abstracción, generalidad e inclusividad que los nuevos a aprender. Con la información adquirida, los conceptos ya existentes se reorganizan y adquieren nuevo significado. Suele ser un proceso que va de abajo – arriba y se produce una *reconciliación integradora* entre los rasgos o atributos de varios conceptos que da lugar a otro más general (supraordenado). Cuando se buscan diferencias, comparaciones y semejanzas entre los conceptos, se facilita esta reconciliación conceptual. Cuando un concepto se integra bien en otro concepto más general posee una **consonancia cognitiva o una reconciliación integradora**. Se obtiene una disonancia cognitiva (Festinger, 1957), cuando aparecen dos conceptos contradictorios o no integrados adecuadamente.

²⁶ Según Flavell (1999) la aprehensión de la realidad es siempre una construcción asimilativa efectuada *por* el sujeto tanto como una acomodación *del* sujeto. Se entiende entonces el aprehendizaje como un proceso adaptativo que posibilita dinamizar los esquemas, modelos y representaciones que se tienen de la realidad y del mundo. Sin duda, implican reorganización cognitiva y acomodación, de la misma manera que una gran capacidad de transferencia y movilidad cognitiva.

modelización teórica y/o experimental abordaron el nodo metadisciplinar de la lluvia ácida y lo desarrollaron en el mapa conceptual que se muestra en la Figura 5.10.

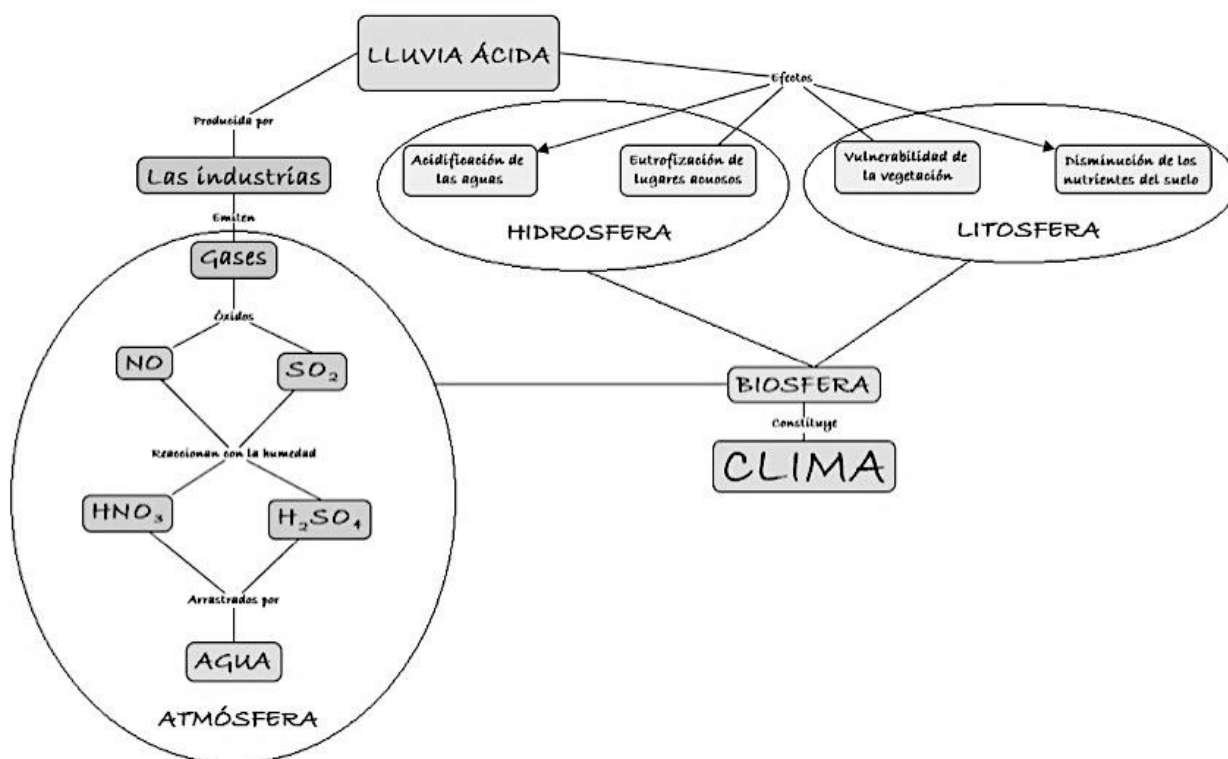


Figura 5.10 Mapa conceptual construido por equipo colaborativo.

(EF2, fase semi dirigida colaborativa. Mapa conceptual. 03/02/2016).

Cabe resaltar que el discurso verbal que incluye la lectura y explicación de su mapa conceptual tiene varios elementos importantes. En primer lugar, el texto escrito en azul da cuenta de un discurso expositivo desde la Física y la Química, en el cual se van nombrando los conceptos para responder a lo que se denomina “lluvia ácida”. Por otra parte, el discurso continúa aludiendo aspectos ecosistémicos y de interacción hidrosfera-atmósfera (fragmento rojo), donde la docente en formación hace la aclaración de estar en el límite en relación con los contenidos de Biología (fragmento verde), y posteriormente el discurso se refiere a procesos ecológicos para luego profundizar implicaciones biológicas y particularmente efectos antrópicos (fragmento negro).

DF30: “Las industrias emiten óxidos en forma de gas y estos son el óxido de nitrógeno y el monóxido de nitrógeno y el dióxido de azufre, después tienen lugar estas reacciones (señala el modelo) transformándolas en estos otros óxidos y después qué pasa con estos otros óxidos que cuando están en contacto con la humedad (refiere al agua) presente en la atmósfera producen estos ácidos que son arrastrados por el agua de lluvia produciendo la lluvia ácida que cae sobre la superficie (los bosques o lo que haya), el pH de la lluvia normal es 5.65 pero el de la lluvia ácida es bastante más ácido. Así que ese pH tan ácido va ir afectando diversas zonas como se ve en la imagen; por ejemplo en cuanto a las zonas acuáticas pues se acidifica la hidrósfera, es decir aumenta la acidez de los lagos, cuanto más estancada esté el agua y más pequeño el sitio pues más se va a notar lo de la acidez y se da la eutrofización de los lugares acuáticos que bueno es una manera de conectar este tema con la parte de Biología, puesto que se ve más allí que en Física y Química, pero bueno para ver que está un poco conectado. La eutrofización lo que es, bueno vamos a explicarlo un poquito porque a lo mejor nos suena de haberlo visto pero tampoco está ya en nuestra cabeza y es que los protones de los ácidos que caen con la lluvia arrastran nutrientes del suelo que llegan al agua y los cationes de las sales presentes produce una sobrecarga de nutrientes en el agua, así que las plantas y los organismos crecen desmesuradamente y al morir se pudren, al pudrirse utilizan mucho oxígeno (el proceso) y lo que pasa es que la vida en el agua sufre un problema porque no tienen oxígeno disponible. Luego por ejemplo en estos otros árboles que les vemos bastante más vivos que los de la derecha también están sufriendo algo porque la litosfera que es la capa terrestre superficial, el suelo vamos, la lluvia ácida va a actuar tanto directa como indirectamente, de forma indirecta la lluvia ácida roba los nutrientes del suelo, como lo explique anteriormente, si les está robando los nutrientes a las plantas, pues esas plantas que habitaban esa zona se ven perjudicadas y aumenta la vulnerabilidad. De forma directa porque la lluvia ácida afecta la vegetación, acaba con los microorganismos fijadores de nitrógeno además, quema los ácidos queman las hojas, frutos, semillas, en general las estructuras de las plantas.

(EF₂, fases mediadora y semi dirigida colaborativa. Transcripción de audio. 18/02/2016)

En síntesis, podemos decir que más allá del análisis de las características de los mapas conceptuales, es necesario reconocer que estos son valiosos en sí mismos. Sin embargo, para efectos investigativos se llevó a cabo una aproximación cualitativa y cuantitativa que permitió contribuir y enriquecer la literatura con una experiencia que cuenta la historia de formación de docentes donde se incluyó la estrategia de mapeo conceptual. Sin duda tienen amplias cualidades para ser utilizados en diferentes momentos de los procesos de formación, pero que el hecho de llevarlos a construirlos con la mediación de ordenador (*CMap tools*) aportó a la dinamización del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Al iniciar el proceso, teníamos la premisa de que la calidad de los mapas conceptuales está condicionada no solo por el contenido sino también por su topología. El análisis cualitativo

confirmó dicha premisa, puesto que se encontró una fuerte relación entre las variables estructura o topología y contenido semántico, sin embargo en estudios futuros podrían realizarse aproximaciones cuantitativas, con un número significativo de mapas conceptuales y por ende de participantes en experiencias de formación en EA.

Por otro lado, los docentes que participaron en estos dos grupos de formación, tuvieron diferentes percepciones sobre la estrategia de mapeo conceptual. La mayor dificultad fue la de incluir los conceptos pertinentes. A su vez, no excederse en el número de conceptos con los que se puede explicar el nodo metadisciplinar. Otro aspecto que conllevó cierta dificultad, fue el establecimiento de relaciones y la elección de las palabras de enlace o conectores. Además, los docentes se preocuparon por saber si estaban haciendo el mapa conceptual de forma adecuada, si estaba bien o cómo podían mejorarlos.

DF30: Delimitar, saber qué conceptos se deben incluir y cuáles se pueden descartar. Porque podíamos seguir extendiéndonos pero no es posible.

DF31: Nos ha costado realizar el mapa conceptual porque teníamos una serie de conceptos pero no sabíamos muy bien como expresarlos y relacionarlos.

DF38: No sabíamos qué conceptos poner, no sabíamos si poner cosas más generales o el concepto más académico.

DF40: Estos mapas son muy subjetivos, cada uno tiene su manera de organizar los conceptos.

(EF₂₋₃, fase mediadora. Transcripción de audio. Marzo 2016)

Después de incluir esta estrategia en el modelo de formación, consideramos que favorece los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación. Ahora bien, sobre este punto reconocemos la pertinencia de las ideas de Novak (1988, p.39) puesto que valora que los mapas conceptuales son herramientas o instrumentos para negociar significados desde el diálogo e intercambio (en este caso de los equipos colaborativo y F), además, es una evidencia de los procesos metacognitivos.

Este autor considera que no es aprendizaje compartido, puesto que este no se puede compartir por su carácter individualista. Sin embargo, las proposiciones que se construyen y los significados sí se pueden compartir, discutir, negociar y convenir. Particularmente, la construcción de los mapas conceptuales por grupos de dos o tres docentes en formación cumplieron una función de reconstrucción social del conocimiento sobre el cambio climático animada por las discusiones, tal y como se observa en la Figura 5.11, que ofrece una visión de esos encuentros diferentes espacios de formación.



Figura 5.11 Docentes en formación (EF₂₋₃) durante la estrategia de mapeo conceptual.

- a) Construcción con el software CMap Tools (EF₂, fases mediadora y semi dirigida-colaborativa. Registro fotográfico. 18/02/2016).
- b) Socialización del mapa conceptual en la EF₂ Tools (EF₂, fases mediadora y semi dirigida-colaborativa. Registro fotográfico. 18/02/2016) .
- c) Socialización del mapa conceptual en la EF₃. (EF₂, semi dirigida colaborativa. Registro fotográfico. Abril de 2016).

Es necesario destacar que no hay una intención directa por parte de esta investigación de “evaluar” los mapas conceptuales, puesto que se entiende que no hay mecanismos de evaluación completamente objetivos y se está de acuerdo con Cañas, Novak y Reiska (2012) en que es

extremadamente difícil de automatizar la evaluación de mapa conceptual. Además, no hay unidad de criterios con respecto a la EF₁ y los procedimientos llevados a cabo con la EF₂₋₃.

Por otro lado, dentro de la categoría de estructuración del conocimiento es necesario responder otras preguntas informativas que vinculan a los docentes que participaron en las experiencias de investigación colaborativa **1.9-¿ Cómo es el proceso de estructuración del conocimiento sobre el medio ambiente en las EIC?**

Los docentes en formación que participaron en las EIC₁₋₂ también llevaron a cabo una estructuración conceptual caracterizada por ser autónoma, pero que obedecía a las necesidades particulares de los temas o problemas de investigación. Por ejemplo en la EIC₁ el maestro C quería abordar el concepto agua (en este caso asumido como nodo metadisciplinar), así que su lógica de pensamiento y estructuración conceptual estuvo organizada de la siguiente manera: ciclo del agua, estados y transformaciones de la sustancia, contaminación y potabilización, el requerimiento de agua en los seres vivos y en los humanos y finalmente el concepto de ahorro de agua.

El maestro A llevó a cabo una organización conceptual desde lo genérico hasta lo específico referido al manejo o gestión integral de residuos:

Introducción a la definición de Medio Ambiente

Funcionamiento de las centrales nucleares.

Tratamiento del agua.

Reciclaje de residuos orgánicos e inorgánicos.

Comportamiento en el medio natural.

(EIC₁, fase analítica. Trabajo fin de grado TFG maestro A. Junio de 2015)

Por su parte, el maestro B consideró necesario partir de la pregunta ¿Qué entendemos por el medio ambiente?, con el fin de evaluar actitudes ambientales en los alumnos de cuarto y quinto grado de primaria. Su estructuración conceptual implícita se relacionaba con la definición de medio ambiente y las dimensiones que lo constituyen, además, lo obligó a profundizar en asuntos relativos a la EA.

Concepciones particulares sobre el medio ambiente.

Dimensiones del medio ambiente.

Comportamiento del ser humano sobre el medio ambiente y sus consecuencias futuras ante la indiferencia y el egoísmo humano.

Medidas proambientales.

Comprobar el grado de mejora en cuanto al conocimiento del medio ambiente y su conservación.

Interés y motivación por las acciones proambientales.

(EIC₁, fase analítica. TFG maestro A. Junio de 2015)

La organización de los contenidos realizada por los maestros A, B y C, responde a la necesidad de diseñar y aplicar las estrategias didácticas, así que implicó que revisaran los conceptos y plantearan una organización en pro del aprendizaje de sus alumnos. Estas acciones dieron cuenta de que los maestros no sólo debían definir los conceptos de la materia que enseñan, sino también justificarlos, relacionarlos y secuenciarlos en las actividades. Este hallazgo en particular, es coherente con lo planteado por Talanquer (2004), quien considera que los conocimientos disciplinares deben ser adquiridos por los profesores antes de llegar a la práctica educativa, es decir durante su formación inicial. Lo que posibilita considerar que las experiencias de investigación colaborativa no solo apuntan al desarrollo de habilidades, capacidades o competencias investigativas, sino también al enriquecimiento de otro tipos de conocimiento como el disciplinar y metadisciplinar.

Finalmente, para responder a la pregunta informativa **1.10-¿De qué manera la estructuración del conocimiento posibilita a los docentes en formación la selección de contenidos y la proyección didáctica en EA?**, se extrajeron las evidencias explícitas (expuestas en la Tabla 5.9) que permitieron reconocer las implicaciones de la estructuración conceptual sobre el medio ambiente en la aproximación curricular y didáctica a la EA.

Tabla 5.9 Evidencia explícita de los docentes que visibilizan el tránsito de la estructuración disciplinar y metadisciplinar hacia el componente curricular.

Evidencia explícita

El nodo metadisciplinar es adaptación educativa al cambio climático, para el grado sexto de primaria vinculando las áreas de Lengua, Matemática, Conocimiento del medio y Educación artística. La estrategia tiene por objetivo acercar a los alumnos a la cuestión de cambio climático, reconozcan medidas para reducirlos, los alumnos realizaran una investigación y lograr sensibilización frente a la cuestión ambiental (EF₁, fase semirígida colaborativa. Transcripción de audios. 03/02/2014).

El tema de lluvia ácida permite relacionar los sistemas climáticos, posibilita vincular la Química y la Física para concienciar a los alumnos sobre este problema y poniendo una granito de arena algo podemos hacer y asumir la responsabilidad ambiental. Los objetivos didácticos son todos los expuestos de Química de cuarto de la ESO. Las competencias que se van a tratar son: la competencia matemática (en cuestiones estequiométricas), competencia en comunicación lingüística porque bueno se va a intentar que se haga lo más participativo posible y competencias básicas en ciencia y tecnología.

(EF₂, fase semi dirigida colaborativa. Transcripción de audios. 18/02/2016).

El nodo metadisciplinar son las mediciones climáticas. Incluimos la competencia lingüística, la competencia en ciencias y tecnología porque van a interpretar gráficos y deben estar preparados para estos, al mismo tiempo desarrollar juicios críticos como científicos y la competencia matemática sobre todo porque realizan ejercicios y tienen que expresar datos experimentales. Adicionalmente, en cuanto a la competencia digital los alumnos van a usar el ordenador y laboratorios virtuales y a la competencia de aprender a aprender desde su propia motivación. La idea es que desarrollen el sentido de la iniciativa en la construcción de instrumentos de medición del clima. Los objetivos didácticos son 4: en un primer momento tienen que estudiar los instrumentos de medida para estudiar el clima y sus características, en segundo lugar queremos que se familiaricen con las magnitudes meteorológicas, luego es fortalecer la capacidad de expresión de los datos experimentales en sus unidades, organizarlos en tablas, dibujar gráficas e interpretarlas. Por último queremos que los alumnos no solo que aprendan sino sensibilizarlos por el medio ambiente para que en un futuro puedan tomar medidas pro ambientales que favorezcan la reducción del cambio climático y por ello las consecuencias.

(EF₂, fase semi dirigida colaborativa. Transcripción de audios. 18/02/2016).

La estrategia tiene por título “Species threatened by climate change” va dirigida la actividad es 1º de ESO, en concreto la asignatura de Science (Biología y Geología) de los programas bilingües de mi centro. La actividad quedaría englobada en el tercer trimestre del curso, dentro del estudio de la biosfera y los diferentes reinos de seres vivos. Además, integra las competencias de: Geography and History (Ciencias Sociales), puesto que han estado estudiando los principales biomas planetarios en esa asignatura, por lo que completarían su estudio con esta actividad. Además, *Literacy* (Inglés) puesto que la actividad será desarrollada en lengua inglesa.

(EF₃, fase semi dirigida colaborativa. Estrategia didáctica. Mayo de 2016).

El conocimiento disciplinar, curricular y didáctico de los docentes en formación inicial o continua son categorías que describen la profesionalización. En este caso se abre una ventana para la comprensión del proceso o tránsito desde lo disciplinar hacia lo curricular y didáctico puesto que el modelo para la formación plantea un bucle reflexivo entre la mediación de la formadora y el trabajo semi dirigido colaborativo. Lo realmente problematizador, es que lo ambiental en general y la cuestión del cambio climático en particular, no se explicita en todos los casos en

el currículo, pero además, para los docentes en formación inicial resulta pertinente el estudio del currículo para la inclusión o integración de lo ambiental.

En la Tabla 5.9, se cuentan historias de análisis, reflexión y toma de decisiones. Además, de proyección de la labor educativa, un aspecto determinante y que compromete a los docentes, que les posibilita participar en las decisiones organizativas y curriculares. Muñoz (1998, p. 4) referencia que en el informe Villa de Leyva “la participación es imprescindible: puesto que la concreción de este currículo en la práctica es esencial, se hace necesaria la participación de profesores y maestros en su diseño, de modo que se sientan partícipes de la renovación educativa”.

Adicionalmente, se entiende como un proceso de construcción de la subjetividad como maestro, de identidad profesional desde lo disciplinar, curricular y didáctico, lo cual según Bolívar (2005) es el resultado de un largo proceso, en el que incluimos la formación inicial y continua. Además, el autor también señala que dicho proceso está marcado por rupturas, inacabado, y siempre retomado a partir de los remanentes que permanecen.

5.3 Categoría 2: Las actitudes ambientales

El estudio de las actitudes ambientales es una línea de investigación de gran relevancia tanto en EA como en psicología ambiental (Dunlap y Van Liere, 1978; Schultz y Zelezny, 1999; Dunlap, Van Liere, Mertig y Jones, 2000). Particularmente, en la formación de docentes se reportan múltiples ejercicios investigativos que indican que es un aspecto que indiscutiblemente se debe tener en cuenta (Avramidis y Norwich; 2002; Mat-Said, Ahmadun, Paim y Masud, 2003; Pe'er, Goldman y Yavetz, 2007; Varela-Losada, Pérez-Rodríguez, Álvarez-Lires y Álvarez-Lires, 2014). Así que en esta investigación los aspectos actitudinales se incluyeron dentro de la categoría de alfabetización ambiental y el análisis que se presenta a continuación retoma los resultados de diferentes técnicas e instrumentos aplicados en las experiencias de formación e investigación colaborativa durante las dos iteraciones del modelo.

En un primer momento, dichas actitudes fueron leídas desde el interés personal por el medio ambiente, además, del interés profesional por la EA. Por otro lado, al finalizar las experiencias de formación EF₁₋₂₋₃, se recogieron datos más detallados sobre las actitudes ambientales (véase capítulo 4), de la aplicación de un cuestionario sobre facetas actitudinales construido y validado por Páramo y Gomez, (1997). Paralelamente para el análisis se incluyeron datos cualitativos

procedentes de las transcripciones de audio en las EF y de las conversaciones informales en las EIC, como ejercicio de contrastación y triangulación.

En relación con la pregunta informativa **2.1-¿Qué tipo de intereses manifiestan los docentes en formación por el medio ambiente y la EA?** Los datos muestran que los participantes tenían interés personal por lo ambiental, este definido como el resultado de las inquietudes y reflexiones, además de “las inclinaciones que se tienen, aunque también del valor que se le da al medio ambiente” (Posada-Arrubla, 2009, p.13). En el cuestionario inicial aplicado a los docentes que participaron en las EF₁₋₂₋₃ y en las conversaciones informales durante las EIC₁₋₂ se plantearon cuestiones como: ¿Tienen un interés personal por los temas ambientales?, ¿Hablan con su familia y amigos sobre la situación ambiental? La mayoría daban respuestas afirmativas a pesar de que unas eran más elaboradas y argumentadas que otras. La Tabla 5.10 presenta una síntesis de las respuestas dadas por algunos participantes.

Tabla 5.10 Preocupación personal por el medio ambiente.

Evidencias explícita sobre las preocupaciones personales sobre el medio ambiente
DF3: El tema de medio ambiente me interesa
DF22: Me parece más interesante, me gustaría saber más cosas de ello
DF18: Es un tema bastante importante
DF21: Me gusta hacer cosas relacionadas con la EA
DF32: Me inscribí en este curso porque el tema ambiental me parece muy interesante
DF35: Mi vinculación al medio ambiente es total porque siempre he trabajado en el campo
DF7: Lo ambiental es a lo que quisiera dedicarme
DF19: Me preocupa lo que está pasando a nivel medio ambiental
(EF₁₋₂₋₃, fase dirigida. Cuestionario inicial. Febrero 2015 y marzo de 2016)

Se puede reconocer que de manera genérica los participantes consideraban que los temas ambientales son importantes y en estos casos dan cuenta de que tienen interés por aprender y porque lo ambiental haga parte de su vida, incluso uno de los participantes mencionó que le gustaría trabajar como educador ambiental. Por otra parte, consideramos que el interés personal

puede condicionar el interés profesional. Lo cual es evidente en el discurso de algunos participantes.

DF38: Yo soy profesor de sexto de primaria y yo creo que los alumnos de hoy son los que mañana se tendrán que encargar de solucionar las problemáticas ambientales, así que yo quiero hacerlos reflexionar sobre posibles soluciones, para que entiendan las causas de los problemas.

DF40: Quiero que los alumnos se conciencien que sus acciones afectan al planeta y al clima y como estamos viendo ahora el tiempo y la temperatura que hemos tenido este invierno pues ha sido un poco anormal y quiero que se involucren y quiero tener materiales y estrategias para poder llevar al aula, pues recursos para enseñar sobre el medio ambiente.

(EF₃, fase dirigida. Transcripción de audio. 17/02/2016)

DF3: Conocer más sobre este tema para después enseñarlo a los niños. También conocer nuevas técnicas de enseñanza de la educación ambiental más dinámicas.

DF2: Me parece una asignatura relevante que debe estar presente en la educación primaria.

DF9: Me parece un tema importante que debe trabajarse desde las aulas de educación primaria para concienciar a los alumnos desde pequeños de la responsabilidad que con lleva la educación ambiental.

(EF₁, fase mediadora. Transcripción de audio. 16/02/2015)

Se evidenció que los participantes asumen la responsabilidad de su labor como docentes en la formación de alumnos que tengan conocimientos sobre el medio ambiente para que reviertan en actitudes favorables. Asimismo, fue evidente su interés por conocer estrategias didácticas de EA que puedan llevarse al aula. En este sentido, algunos participantes consideraban que a nivel profesional, la formación en EA les podría proporcionar recursos didácticos, puesto que les facilitaría el desarrollo de habilidades para diseñar estrategias que pudieran favorecer a sus alumnos. Así mismo, podría proporcionar el conocimiento para mejorar las dinámicas de su contexto y para responder a un currículo más abierto y multidisciplinar, finalmente para informarse y actualizarse sobre temas y/o problemas ambientales relevantes.

En contraste con los datos obtenidos al iniciar las experiencias, al final de estas las actitudes ambientales fueron medidas desde cinco aspectos: emocionales o afectivos, conductuales, cognoscitivos, escala de interacción local-global y locus de control, todos estos definidos en el marco conceptual desde la perspectiva de Páramo y Gomez (1997).

En primer lugar, en lo relativo a lo emocional se buscaba responder la siguiente pregunta informativa **2.2-¿Qué tipo de emociones manifiestan los docentes en formación por el medio ambiente en general o por cuestiones ambientales en particular?** Los resultados muestran

que la media general de todos los grupos en los ítems del cuestionario sobre los aspectos emocionales fue de 4,3 (en un escala de 1 a 5), es decir, hay compromiso emocional en todos los casos, frente a ciertas cuestiones y/o problemáticas ambientales. En relación con las actitudes emocionales, los resultados de la aplicación del cuestionario se presentan a continuación en la Tabla 5.11, donde se exponen las medias (χ) y desviación estándar (σ) de los aspectos actitudinales para cada uno de las experiencias de formación de docentes.

Tabla 5.11 Media aritmética (χ) y desviación estándar (σ), por grupos sobre las actitudes emocionales.

Aspecto actitudinal	EF ₁ N=12		EF ₂ N=18		EF ₃ N=9	
	χ	σ	χ	σ	χ	σ
Emocionales	4,5	0,24	4,1	0,5	4,1	0,3

Algunos ítems que se analizaron sobre el aspecto actitudinal relativo a las emociones se explicitan en la en la Figura 5.12.

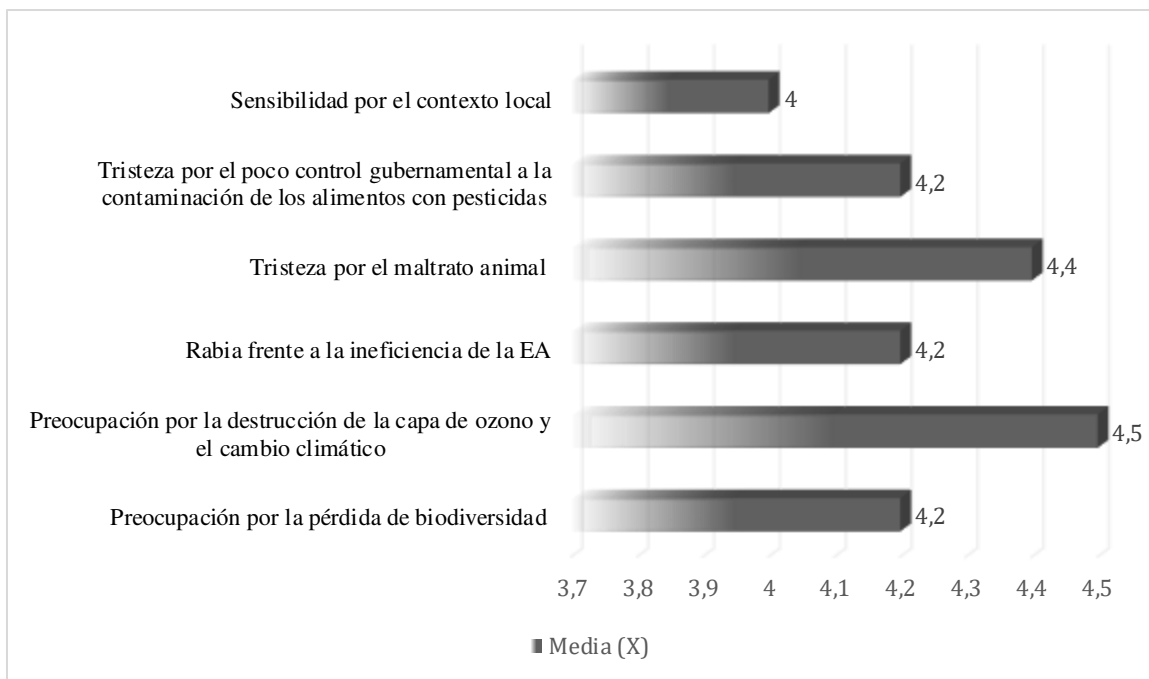


Figura 5.12 Gráfica que representa las medias (χ) de cada ítem sobre el aspecto actitudinal emocional o afectivo, en la escala de 1 a 5 presentada en el cuestionario.

(EF₁₋₂₋₃, fase semi dirigida colaborativa. Cuestionario final)

Como se muestra en la Figura anterior, la escala que fue aplicada presentaba cuestiones ambientales diferentes, y lo que se evidenció es que la media más alta en todas las experiencias de formación fue en el ítem relacionado con la preocupación por la destrucción de la capa de ozono y el cambio climático (4,5), lo cual pudo estar influenciado por la temática desarrollada durante las experiencias. Sin embargo, en todas las cuestiones incluidas en los ítems la media es igual o superior a 4.

Precisamos advertir que la otra faceta del compromiso emocional con el medio ambiente es la evasión. Fue así como en un ítem control los resultados dieron cuenta de la tendencia a la evasión de los problemas ambientales con una media de 4,4 (en una escala de 1 a 5). Entendemos entonces, que el contraste de estas dos tendencias emocionales puede llevar a los docentes a tomar dos posiciones: la primera es donde a pesar de la tendencia evasiva, la conexión emocional moviliza la acción pro ambiental, tanto a nivel personal como profesional, y la segunda es que la evasión se superponga y mitigue dicha conexión, con lo cual no se favorece la acción proambiental puesto que se genera una inhibición.

Cabe resaltar que esta tesis no tiene la intención de medir el efectivo cambio actitudinal (relativo a lo emocional), pero como se desarrollará en declaraciones temáticas y categorías posteriores, el hecho de que los docentes en formación se implicaran tanto en el planteamiento de estrategias de enseñanza (durante las EF), como en investigaciones en EA (durante las EIC), es un indicador de que la EA en la formación inicial y continua de los docentes les deja inquietudes y preguntas e iniciativas para su presente o futura labor.

En cuanto a las EF, como se mostró en la Tabla 5.11, hay una diferencia en la desviación estándar mayor en el grupo EF₂, es decir la experiencia de formación inicial de los profesores de Ciencias (Física/Química, Biología/Geología) tiene valores más dispersos tanto hacia los extremos positivo y negativo de la escala. Mientras que para la EF₁ la $\sigma=0,24$ lo cual indica que los datos tienen menor dispersión y las puntuaciones están más cerca del valor más alto de la escala, es decir que los maestros en formación inicial que formaron parte de la EF₁ tuvieron puntuaciones más altas en los ítems relativos a los emocional o afectivo sobre el medio ambiente que los participantes de las EF₂₋₃.

Procedemos ahora a exponer los aspectos conductuales relativos a las actitudes. Estos se reconocen como incitadores a la acción pro ambiental. Las preguntas informativas que se buscaban responder son las siguientes: **2.3-¿Cuáles de sus acciones afectan el medio ambiente, según los docentes en formación?, 2.4-¿Qué tipo de iniciativas en pro del medio ambiente tienen**

los docentes en formación? Así que la Tabla 5.12 presenta los resultados obtenidos a los ítems del cuestionario sobre las actitudes conductuales

Tabla 5.12 Media aritmética (χ) y desviación estándar (σ), por grupos sobre las actitudes conductuales.

Aspecto actitudinal	EF ₁ N=12		EF ₂ N=18		EF ₃ N=9	
	χ	σ	χ	σ	χ	σ
Conductuales	3,7	0,45	3,4	0,68	3,7	0,26

El cuestionario contaba con dos ítems que atendían este tipo de actitudes, así que se presentan los resultados de cada ítem en la Tabla 5.13:

Tabla 5.13 Puntuación media de las EF₁₋₂₋₃ en cada uno de los ítems relativos al aspecto actitudinal conductual.

Ítems relativos al aspecto actitudinal conductual	χ
Hábitos de consumo	3,9
Intención de participar en movimientos ambientalistas	3,2

El primer ítem daba cuenta de los hábitos de consumo que según Pato y Tamayo (2006) están relacionados con la preservación y conservación del medio ambiente, con la mediación de la participación activa que involucre a otras personas y, finalmente, con la decisión de compra y de uso de productos considerados nocivos o amigables con el medio ambiente. Los resultados de los participantes tuvieron una media de 3,9 (en una escala de 1 a 5).

El segundo ítem sobre su intención o proyección para participar en un movimiento ambientalista tuvo una media de 3,2. En este sentido, el activismo sugiere que acciones individuales y colectivas beneficien al colectivo indistintamente, lo que implicaría en reconocimiento de igualdad de las personas objeto de esas acciones según Roth (2000). Este asunto puede estar relacionado con falta de disponibilidad de tiempo, la no identificación con las labores propias de organizaciones activistas.

El tercer aspecto que describe las actitudes ambientales es lo cognoscitivo, el cual es definido por Moore y Golledge (1976) como los conocimientos, imágenes, información, impresiones, significados y creencias que los individuos y grupos desarrollan acerca de los aspectos estructurales, funcionales y simbólicos de los ambientes físicos, sociales, culturales, económicos y

políticos. De tal manera, que se relaciona con la pregunta informativa **2.5-¿De qué manera se evidencia que los docentes en formación reconocen la importancia del conocimiento sobre el medio ambiente y de la EA para afrontar los problemas ambientales?**

Los ítems de este tipo de actitudes apuntaban a la toma de decisiones desde el uso de los conocimientos que tengan sobre el medio ambiente. De tal manera que en la Tabla 5.14 expone los datos obtenidos de los participantes en las EF₁₋₂₋₃.

Tabla 5.14 Media aritmética (χ) y desviación estándar (σ), por grupos sobre las actitudes cognoscitivas.

Aspecto actitudinal	EF ₁ N=12		EF ₂ N=18		EF ₃ N=9	
	χ	σ	χ	σ	χ	σ
Cognoscitivo	4,2	0,48	4,1	0,35	3,7	0,69

A partir de estos datos, entendemos que la media más baja y la desviación estándar más alta la registraron los docentes de la EF₃, lo cual indica puntuaciones más bajas y dispersas sobre el aspecto cognoscitivo de las actitudes ambientales. Es decir, las actitudes cognoscitivas relacionadas con creencias sobre el medio ambiente como construcciones individuales y sociales fueron más altas en las EF₁ y EF₂.

En cuarto lugar, se ubica el aspecto de la escala relacionado con la interacción local global en la comprensión de lo ambiental. Así que la pregunta informativa que corresponde a este aspecto es **2.6-¿De qué manera los docentes en formación (EF₁₋₂₋₃) establecen el vínculo global o local en el análisis de situaciones o cuestiones ambientales?** Los datos de la Tabla 5.15, en relación con este aspecto, dan cuenta de que en las EF₁₋₂₋₃ permiten ver una tendencia a comprensiones locales, a la identificación con lo cercano, lo cual es un insumo relevante y una perspectiva que favorece la capacidad de construir lo regional y global en pro de lo ambiental.

Tabla 5.15 Media aritmética (χ) y desviación estándar (σ), por grupos en relación con la escala de interacción local-global.

Aspecto actitudinal	EF ₁ N=12		EF ₂ N=18		EF ₃ N=9	
	χ	σ	χ	σ	χ	σ
Escala de interacción local-global	3,8	0,58	4,1	0,85	4,1	0,64

Sobre esto Sauvé (2004, p.11) resalta que “el desarrollo endógeno, de desarrollo social responsable, que tiende hacia el máximo posible de autonomía, hacia la construcción de una identidad local y regional fuerte, condición necesaria para intercambios sanos en el marco de una economía a gran escala”.

Sin embargo, otro enfoque reconoce la necesidad de favorecer procesos de formación de docentes que trasciendan a lo local y aporten a la multiperspectiva, la mirada de lo global y planetaria como un único ecosistema complejo, altamente vulnerable y interconectado (García, 2004). Lo anterior implica el monitoreo del medio ambiente como lo mencionan Wals, Brody, Dillon y Stevenson (2014) desde donde se plantean ejemplos de ciudadanos que reportan cambios en el medioambiente (patrones de migración de aves y calidad del agua, suelo y aire) utilizando georeferenciación, tecnología móvil aplicaciones de monitoreo. Estos autores reconocen que las TIC permiten el trabajo en campo y la caracterización de los lugares. Estos aspectos resultan ser un insumo que indican que actividades experienciales como las que se describen en el apartado del componente didáctico, son necesarias en los procesos de formación tanto de docentes como de alumnos de diferentes niveles.

Finalmente abordaremos la pregunta sobre el locus de control. Este aspecto es considerado como un indicador determinante de las actitudes ambientales (Rotter, 1990). El locus de control tiene dos formas de expresión: la primera es la interna reflejada en el grado de confianza que una persona tiene sobre si misma para llevar a cabo una acción pro ambiental; la segunda es la externa desde donde se le puede otorgar el poder a agentes externos para la resolución de problemáticas ambientales. Este asunto relacionado con la pregunta informativa **2.7-¿los docentes en formación reconocen que los problemas ambientales tienen que ver con su propia conducta o que dichos problemas son ocasionados por las conductas de otros?** A continuación la Tabla 5.16 muestra las medias de los datos aportados por los docentes en las EF₁₋₂₋₃ tanto en los ítems de el locus de control interno y externo.

Tabla 5.16 Media aritmética (χ) y desviación estándar (σ), por grupos en relación el locus de control interno y externo.

Aspectos actitudinales	EF ₁ N=12		EF ₂ N=18		EF ₃ N=9	
	χ	σ	χ	σ	χ	σ
Locus de control interno	4,1	0,39	3,7	0,54	3,9	0,42
Locus de control externo	4,4	0,31	4,0	0,41	4,0	0,50

De manera adicional, se presenta en la Tabla 5.17 un consolidado de los tres grupos sobre estos aspectos actitudinales.

Tabla 5.17 Media aritmética (χ), desviación estándar (σ) agrupadas de los grupos EF₁₋₂₋₃ en relación con el locus de control interno y externo.

Medidas	Locus interno	Locus externo
Media aritmética χ	3,9	4,1
Desviación estándar σ	0,45	0,31

La media del locus de control interno da cuenta de que los docentes se sienten comprometidos con lo ambiental y creen en la efectividad de las acciones pro ambientales, tal como lo predijeron Hines et al. (1986), Smith, Haugtvedt y Petty (1994) y Hwang et al. (2000). Estos últimos autores mostraron que la actitud ambiental está influida el locus de control interno. Acosta y Montero (2001) en su estudio sobre reciclaje subrayaron la posibilidad de que el locus de control interno es susceptible de modificación a través de capacitación conceptual y práctica, lo cual es coherente con las propuestas formativas.

Con respecto al locus de control externo, según Páramo (1997) se esperaba que fuera menor que el interno, pues reflejaba la posibilidad de injerencia personal frente a los problemas ambientales. En este caso la media fue de 4,1 aspecto que según investigaciones como las de Acosta y Moreno (2001) se pueden mejorar potenciando el locus de control interno a través de capacitación conceptual y práctica.

Después de presentar los datos y haber realizado el análisis de los factores actitudinales manifiestos de los docentes al finalizar las experiencias de formación se puede reconocer que en primera instancia la escala utilizada fue conveniente puesto que permitió reconocer diferentes aspectos o facetas en cada ítem. Sin embargo, coincidimos con lo planteado por Weigel y Weigel (1978) y Dunlap y Van Liere (1978) sobre la consistencia de algunas escalas para medir satisfactoriamente las actitudes ambientales, pero han evidenciado una limitada efectividad en la predicción de las conductas ambientales lo cual, sin duda supone un problema tanto para los investigadores como para los gestores ambientales.

Además, los datos de este apartado son coincidentes con lo hallado por Zajonc (1980) en su tesis, quien defendía la independencia de las emociones respecto a las cogniciones, de tal manera que se contraponen a los supuestos de Lazarus (1982) quien sostiene que cogniciones y emociones son un fenómeno unitario. Particularmente con los docentes en formación los datos apuntan a una más estrecha relación entre las emociones, la conducta y la cognición. Además, los datos analizados dan una fuerte relevancia a los factores emocionales pero condicionado a las situaciones particulares, por ejemplo movilizaba más emociones lo relativo al cambio climático y al maltrato animal. En relación con este hallazgo Frijda (1988) contempla las emociones como un factor clave para la ejecución de conductas, así que considera la emoción un estado de disposición para la acción que además se debe favorecer a lo largo de la vida.

Por otro lado, los aspectos actitudinales al término de las EIC se leyeron desde los discursos verbales y escritos, puesto que no consideramos relevante aplicar los cuestionarios y acceder a valoraciones cuantitativas. Además, los ejercicios de investigación tenían dinámicas particulares. Sin embargo, lo actitudinal al considerarse como un componente transversal (véase capítulo 3) emergía en cada una de las fases de las experiencias.

Así que en lo relativo a lo emocional, los participantes de las EIC reconocieron una filiación especial con el medio ambiente y un enorme compromiso con los procesos formativos en esta área y además, los reflejaron en sus reflexiones, en los ejercicios de investigación y en los TFG y TFM al finalizar los procesos. De la misma manera, que se reconozca lo ambiental como una “pasión”, una labor a la que se podrían dedicar a tiempo completo, da indicio de una conexión afectiva-emocional y el cuestionamiento de las prácticas educativas que poco o nada aportan a la consolidación del saber ambiental.

Profesor D: Yo estudié ciencias ambientales, tengo experiencia como monitor de EA y me gustaría dedicarme a esto. Al final los problemas ambientales son algo transversal, pero no considero que por haber estudiado ciencias ambientales sea experto en problemas ambientales.

TU: Pero como tú mismo lo dices es un conocimiento transversal, esa es la cuestión en secundaria que como es un tema transversal muchas veces no se trata en ninguna parte.

(EIC₂, fase de identificación. Transcripción de audio. 22/01/2016)

A partir de lo expuesto a través de las evidencias explícitas, es posible aseverar que hay evidencia cualitativa de intereses por el medio ambiente, de preocupación por las situaciones ambientales y por la vinculación con lo educativo. Pero más allá se manifiestan actitudes conductuales en la ejecución real de propuestas de EA en el aula de primaria (EIC₁) y a través de

estudios detallados de una situación en EA (EIC₂) en educación secundaria y/o bachillerato. Es decir, el proceso de investigación colaborativo permitió reconocer que la presencia de estas actitudes favorece positivamente la profesionalización docente en EA, además, de la alfabetización.

Esta aproximación se debe a las actitudes manifiestas y explícitas para la enseñanza de tópicos ambientales, a nivel personal, en lo que se refiere a: gestión de recursos naturales, iniciativas activistas, preocupación, en otros contextos (por ejemplo sus hogares) no tenemos datos concretos por lo tanto sugerimos que a futuro se le de prioridad a los asuntos emocionales implicados en las experiencias de investigación colaborativa, a través de la aplicación de métodos mixtos que vinculen lo cuantitativo con lo observacional de manera longitudinal.

5.4 Conocimiento curricular

La categoría de conocimiento curricular como se explicó en la metodología, está determinada por dos subcategorías: elementos curriculares y EA, y transdisciplinariedad. A continuación se presentan los hallazgos de la primera subcategoría al partir de la pregunta informativa **3.1- ¿Cómo relacionan los docentes en formación el currículo y la EA?**

Aclaremos que la aproximación curricular tanto desde las experiencias de formación como de investigación colaborativa, se proyectó desde la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE, 2013) y a pesar de la incertidumbre que generaba el cambio al que se debían enfrentar los docentes, se procuró que llevaran a cabo un estudio e interpretación curricular a la par con otras normativas a nivel nacional y regional como el Libro el Blanco de la Educación Ambiental (1999). La LOMCE considera que la EA es un elemento transversal, es decir relacionado con contenidos de diferentes áreas (conocimiento del medio, ciencias sociales, ética, lengua, entre otras). Además, apuesta por el alcance del desarrollo sostenible a través de un comportamiento respetuoso y responsable con el medio ambiente. De tal manera que vincular el conocimiento curricular y la EA es completamente relevante tanto en la formación inicial como continua de docentes.

En el caso de las EF₁₋₂₋₃ los docentes después de organizar la estructura conceptual sobre el nodo metadisciplinar relativo al cambio climático (proceso descrito en la declaración temática 1), realizaron una lectura de la LOMCE para primaria, secundaria y bachillerato según el caso.

El primer obstáculo que se encontraron los docentes es que en el currículo los temas ambientales no están todos los casos explícitos, lo cual generaba algunos conflictos, confusión y la dificultad para canalizar los procesos formativos.

Maestro A: yo solo doy Sociales y ahora estamos con Castilla y León (como tema central) y hemos visto esto: los paisajes naturales humanizados, es que quizá donde más se den estas cosas (medio ambientales) sea en naturales ...y luego de eso pasamos a la localidad que está todo pues centrado en Castilla y León, no he visto que haya nada específico, no hay nada específico de...(medio ambiente) entonces lo puedo meter como transversal o como que hagan alguna historia, es que no lo se ¿cómo llevar a cabo?

(EIC₁, fase de identificación. Transcripción de audio. 04/03/2015)

DF22: A nivel curricular, hemos considerado que se puede tratar en varios cursos, en especial en la ESO se puede tratar en primero, tercero y cuarto y en otra asignatura que es ciencias aplicadas a la actividad profesional se puede tratar sobre todo en investigación y desarrollo o en diferentes bloques de aplicación al medio ambiente o bien al desarrollo de proyectos de investigación

(EF₂, fase semi dirigida colaborativa. Transcripción de audio. 03/05/2016)

La aproximación al currículo permitió a los docentes en formación visibilizar una tarea complicada y aún pendiente en el contexto escolar, que implica otorgarle un significado realmente transdisciplinar a lo ambiental. Los equipos colaborativos durante las EF₁₋₂₋₃ reconocieron que:

DF20: Cuando empezamos a ver el currículo de la ESO (de Conocimiento del Medio), nos ha costado mucho ver donde encajarlo, porque es más visto a lo mejor en Tecnología o en Biología, pero en Física y Química no sabíamos muy bien cómo encajarlo. Entonces se nos ocurrió la idea de enfocarlo hacia el tema de la combustión de la gasolina y del uso de los hidrocarburos; a partir de la combustión empezamos a desarrollar sobre ¿cómo y por qué se producía el calentamiento global?, en parte por la combustión de hidrocarburos y a partir de ello explicar las posibles soluciones que puede haber y una de estas es tener ciudades sostenibles

DF24: Es un tema transversal, tuvimos problemas para enfocarlo, pensamos que sería un buen tema para tratar desde todas las asignaturas. Pero a partir de los contenidos del currículo lo hemos ido acotando y básicamente consideramos que la energía puede ser renovable o no renovable, incluimos el trabajo y el calor como componentes de la energía mecánica como un contenido fundamental y luego las renovables (las energías: solar, hidráulica, eólica, mareomotriz, geotérmica y de biomasa) incluimos de donde y cómo se originan y transforman, además, las características que tienen como que son ilimitadas y por eso son sostenibles para el medio ambiente. Sin embargo, las energías no renovables son generadas por la combustión por el átomo de Carbono en compuestos como hidrocarburos y la energía nuclear es originada por los isótopos radiactivos. Las reacciones implicadas son exotérmicas que se incluyen en el currículo de la ESO y en todo caso tanto los hidrocarburos como los radiactivos son limitados y altamente dañinos del medio ambiente.

(EF₂, fase semidirigida colaborativa. Transcripción de audio. 03/02/2016)

En las evidencias anteriores, se puede ver que el nodo metadisciplinar (para ese caso ciudades sustentables) no eran fácil de encajar en el currículo, sin embargo, el reconocimiento conceptual a partir de la construcción de mapas conceptuales, permitió vincular otro nodo –hidrocarburos- también relacionado con el cambio climático que era la cuestión ambiental central. Además, pudieron planear una ruta para llegar a abordar lo relativo a las ciudades sustentables desde el contexto puntual de la ciudad de Valladolid y las políticas pro sustentabilidad.

Otro reto fue que algunos nodos metadisciplinares fueron altamente estructurantes a nivel curricular. Por ejemplo el caso del segundo fragmento donde se menciona la energía. Sin embargo, el equipo colaborativo logró superar la dificultad de conectar las asignaturas y reconocer los contenidos más vinculantes y relevantes. Además, otros autores se encontraron con que habían valorado el potencial educativo del concepto de energía como es el caso de Chen, Eisenkraft, Fortus, Krajcik, Neumann, Nordine y Scheff (2014), Duit y Neumann (2014) y Won, Krabbe, Ley, Treagust y Fischer (2017), desde donde se considera como un concepto recurrente en los diferentes niveles educativos y prioritario en la formación y participación crítica de la ciudadanía. En este sentido, estos aspectos son determinantes para la comprensión de los procesos biológicos, químicos, físicos más condicionantes en la naturaleza, en tanto disponibilidad, aprovechamiento, optimización, reducción de consumo.

El posicionamiento previo, permite reconocer el potencial de algunos nodos metadisciplinares y la necesidad de llevar a los docentes en formación a reconocer los nodos más estructurantes para desde estos, direccionar procesos de desarrollo e innovación curricular.

Ahora bien, en relación con la pregunta informativa **3.2-¿Qué elementos curriculares tienen en cuenta los docentes en formación para diseñar sus estrategias didácticas e investigaciones colaborativas en EA?** Los docentes de la EF₁ durante su formación habían cursado durante el Grado una serie de asignaturas relativas al currículo, por esta razón los elementos curriculares eran familiares y formaban parte de sus discursos: objetivos, competencias, criterios de evaluación, habilidades y estándares de aprendizaje evaluables. Sin embargo, las estrategias didácticas no estaban enriquecidas en todos los casos con estos elementos. Mientras que los profesores de Ciencias en formación que hicieron parte de la EF₂, cuidaron de que el nodo metadisciplinar permitiera vincular diferentes áreas de conocimiento y en todos los casos puntualizaban en todos los elementos curriculares.

Por otra parte, los docentes en ejercicio al final de la EF₃ presentaron en total ocho estrategias didácticas, de las cuales una hizo mención de las competencias y tres hicieron el esfuerzo por integrar otras áreas de conocimiento diferentes al conocimiento del medio:

DF33: podemos incluir la materia de Ciencias Sociales, ya que hay que incluir el apartado de localización geográfica de Tudela, para relacionarla a su vez con un clima en concreto, que la va a relacionar con un paisaje característico que van a definir nuestro ecosistema. Igualmente podríamos incluir aspectos de la materia de Tecnología, por el hecho de emplear el ordenador con diferentes programas, la materia de Plástica al tener que realizar algún dibujo que se pide, como el de una seta con sus partes, la materia de Educación Física al sugerirles que paseen por la zona para identificar las plantas, imágenes, etc

(EF₃, fase semi dirigida-colaborativa. Estrategia didáctica de una docente. Junio de 2016)

Un docente en formación de las EIC₂ reconoció la ausencia de los asuntos ambientales en la estructura curricular y la dificultad para articular los contenidos disciplinares con los procedimentales y actitudinales.

Profesor D: en el currículo no se tratan los aspectos actitudinales del problema ambiental de los residuos, y los conceptuales no están integrados correctamente.

(EIC₂. Trabajo fin de Máster. Junio de 2016)

De manera adicional, en lo concerniente al conocimiento curricular emergió la transdisciplinariedad, como respuesta a la pregunta **3.3-¿Qué tipo de percepciones tienen los docentes en formación en relación con la transdisciplinariedad?** En este sentido, para los participantes como se ha mencionado en otros apartados, al iniciar las EF y EIC consideraban que la transdisciplinariedad es un reto, puesto que implica una nueva forma de concebir los procesos educativos en general y particularmente en EA. Sin embargo, manifestaban que era relevante la voluntad administrativa (directivos y docentes) en los centros educativos, además, Aspectos como la cooperación estratégica entre los docentes, también fueron mencionados.

DF24: Necesita la voluntad de hacerlo, y claro, no puede ser voluntad de una persona, tienen que ser de un grupo implicado en desarrollar un tema de modo transversal.

DF25: Se necesita mucha cooperación de los profesores de las diferentes asignaturas. A mi me parece que puede ser una buena idea.

F: ¿Qué creen que pasaría en su futura labor como docentes, si se encuentran con nodos metadisciplinares que no dominan?

DF31: Normalmente se suele rechazar, si no lo dominas, habíamos comentado antes que una de las ventajas que tienen los institutos pequeños es que el mismo profesor de Física y Química da Tecnología, así

que en este caso la transversalidad sería más sencilla. Pero dos o tres profesores distintos es muy complicado.

(EF₂, fase mediadora. Transcripción de audio. 03/02/2016)

En los extractos anteriores, se reconoce la dificultad en las dinámicas escolares para conectar las disciplinas e implícitamente para generar estrategias donde intervengan dos o más docentes al tiempo o áreas de conocimientos.

A partir de lo anterior, era pertinente preguntarse **3.4-¿Qué elementos tienen en cuenta los docentes en formación para plantear estrategias didácticas o investigaciones desde la perspectiva transdisciplinar?** Partimos mencionando que en las EF los participantes reflexionaron en torno a la inclusión de múltiples perspectivas durante el desarrollo curricular para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje sobre el clima y la problemática climática. Por esta razón a través de las fases, momentos y estrategias del modelo de formación exploramos rutas para la integración de la educación sobre el cambio climático a través del plan de estudios, aunque fuera como proyección anticipada.

En este punto, se resalta que fue importante desde las EIC impulsar procesos de investigación y evaluación en EA, no solo investigaciones intervencionistas o prácticas, sino investigaciones que posibilitaran explorar y caracterizar las formas en que los docentes piensan y conciben la EA.

F: Se puede pensar en la transdisciplinariedad así desde lengua se plantean debates, desde artes la construcción de la maqueta, desde matemáticas, la competencia digital en la búsqueda de información.

(EF₁, Parrilla de observación de la formadora. Febrero de 2015)

DF16: Esta parte converge mucho con tecnología y materiales y de la Física como transversal sería conservación de la energía, conservación del movimiento, que también está todo dentro del currículo de cuarto de la ESO.

(EF₂, fase semidirigida colaborativa. Transcripción de audio. 03/02/2016)

DF26: Es que la lluvia ácida como tema la puedes meter en primero, pero claro no puedes conceptualizar en profundidad, no puedes explicarles qué reacción es la que se da para formar el ácido y el efecto que tiene, claro porque uno de los efectos de la lluvia ácida es que acidifica las aguas y afecta la vida de los animales y eso se puede incluir también el concepto de pH.

(EF₂, fase mediadora. Transcripción de audio. 28/01/2016)

DF20: La transdisciplinariedad la abordamos desde las Matemáticas, la Historia, Biología. Además utilizamos datos y gráficos de mediciones en España porque queremos que sea contextual.

(EF₂, fase semidirigida colaborativa. Transcripción de audio. 18/02/2016)

DF38: En esta actividad podemos incluir la materia de Ciencias Sociales, ya que hay que incluir el apartado de localización geográfica de Tudela, para relacionarla a su vez con un clima en concreto, que la va a relacionar con un paisaje característico que van a definir nuestro ecosistema.

DF35: Igualmente podríamos incluir aspectos de la materia de Tecnología, por el hecho de emplear el ordenador con diferentes programas, la materia de Plástica al tener que realizar algún dibujo que se pide, como el de una seta con sus partes, la materia de Educación Física al sugerirles que paseen por la zona para identificar las plantas, imágenes, etc

(EF₃, Estrategia didáctica. Junio de 2016)

Los profesores de Ciencias Experimentales en formación inicial que participaron en la EF₂₋₃, incluyeron los elementos del currículo de conocimiento del medio, hicieron un esfuerzo en ubicar el nodo metadisciplinar de interés en los currículos de otras áreas de conocimiento como es el caso de Ciencias Sociales, Inglés, Tecnología e incluso Artes. Este proceso a nivel curricular implicó romper esquemas y concepciones de los docentes en formación y del equipo colaborador, con el fin de abordar problemáticas susceptibles de ahondar mediante procesos sistemáticos de investigación. De manera adicional, en algunos casos, tuvieron en cuenta los asuntos contextuales, que no siempre están presentes en la estructura curricular de la educación primaria, secundaria y/o bachillerato.

Así mismo, hallazgos dejan ver algunos requerimientos para que se den procesos transdisciplinares: la reflexión socio-interactiva; la pregunta por la posición epistemológica de los saberes para el aprendizaje y aprehendizaje de nuevos conocimientos sobre el medio ambiente; la intervención crítica y propositiva del currículo; la generación de diseños alternativos e innovadores para contextos particulares. En síntesis frente al reconocimiento de las dimensiones constitutivas de la EA, los docentes en formación referenciaron: la normativa, los asuntos curriculares, el contexto educativo y lo relativo a los conocimientos disciplinares y transdisciplinares.

Particularmente, las respuestas a las preguntas informativas coincidieron con estudios de otros investigadores en EA. Algunos consideraron que en los últimos años se ha nutrido la investigación en educación y de eso dan cuenta el gran número de publicaciones, sin embargo, lo curricular relacionado con la EA carece de relevancia a nivel bibliométrico (Hungerford, Peyton y Wilke, 1980; Goodall, 2018). Además, es habitual encontrarse con el reto de estabilizar y determinar los objetivos de la EA a través de procesos de integración curricular (Stokes et

al., 2001) y de relacionar la EA no solo con el área de las ciencias experimentales, sino también con otras áreas (Stanišić y Maksić, 2014).

A partir de lo anterior estamos de acuerdo con Pearson, Honeywood y O'Toole (2005) quienes reconocen que la revitalización del aprendizaje sobre tópicos ambientales y de la sostenibilidad requiere cambios estructurales importantes que fomenten el desarrollo del currículo transdisciplinario, utilizando el trabajo de campo y los problemas ambientales reales para realinear la entrega a un enfoque en los estudiantes, y realinear las organizaciones para promover la diversidad. Pedroza-Flores y Argüello-Zepeda (2002) ponen de manifiesto que solo se logra una EA transversal cuando comprendamos las implicaciones de la transdisciplinariedad, lo cual implica además de la natural reorganización curricular, una comprensión por parte de los docentes de los objetos del mundo real, de las dinámicas sociales y la injerencia del conocimiento científico. A su vez, añadimos la importancia que tienen los formadores de docentes en los procesos de capacitación.

En este sentido, se debe abonar el terreno de la construcción de relaciones entre los conceptos de los diferentes dominio disciplinares y la apuesta por visiones sistémicas y dinámicas para la constitución de un nuevo espacio -intercientífico- donde interaccionan y se refinan conocimientos del mundo más realista que favorezcan a la conservación del medio ambiente.

5.5 Conocimiento Didáctico del Contenido

Durante la fase semi dirigida colaborativa de las EF, a los docentes en formación se les asignó un enfoque didáctico (que esta dado desde la estructura del modelo expuesto profusamente en el capítulo 3) entre los que se encuentran: modelización, aprendizaje por indagación, aprendizaje basado en problemas (APB), aprendizaje basado en el lugar/contexto, herramientas TIC, aprendizaje por descubrimiento (APD). Así que en equipos colaborativos (2-3 personas) profundizaron sobre dichos enfoques y diseñaron la estrategia didáctica teniendo en cuenta la caracterización, contextualización o aspectos relativos a la proyección educativa (es decir pensando en el proceso de enseñanza y aprendizaje de sus futuros alumnos) y finalmente la secuenciación de actividades.

Adicionalmente, durante la IEX se desarrolló la EIC₁ y desde la fase de intervención, los maestros en formación inicial diseñaron estrategias didácticas y las aplicaron en contextos educativos reales (aulas de primaria de diferentes centros educativo en la ciudad de Valladolid). Por

otra parte, en la IEV o segunda iteración, los profesores de Ciencias en formación inicial considerados como la EIC₂, en la fase de aproximación metodológica, se fortaleció el conocimiento didáctico a través de la identificación de una metodología de investigación, puesto que el equipo colaborativo los encaminó en el reconocimiento de los principios y tendencias de la investigación en Didáctica específicas y en EA.

En consecuencia, las preguntas informativas que se responderán en esta declaración temática son: **4.1-¿De qué manera los enfoques didácticos planteados en las experiencias (EF y EIC) que provenían de la RSL, le permitieron a los docentes en formación proyectar procesos de enseñanza y aprendizaje?, 4.2-¿Qué otros enfoques y estrategias didácticas emergen en las EF y EIC?, 4.3-¿Cuáles son las características de las estrategias didácticas que generaron los participantes durante las EF y EIC en EA?, 4.4-¿Cuáles son las reflexiones de los participantes en las EF y EIC sobre las estrategias didácticas?, 4.5-¿De qué manera las estrategias didácticas que diseñan los docentes en formación permiten dinamizar los espacios de aula tradicionales?, 4.6-¿Cuáles son las características de los procesos de evaluación propuestos por los docentes en formación en sus estrategias didácticas?**

En total durante la EF₁ los maestros en formación construyeron 5 estrategias didácticas; por su parte los profesores de Ciencias en formación de la EF₂ y EF₃ diseñaron 17 estrategias. Además, en la EIC₁ los maestros en formación inicial generaron 3 estrategias. Es importante mencionar, que en todos los casos dichas estrategias debían responder a un enfoque didáctico dado por el modelo de formación a partir de la RSL, sin embargo, no en todos los casos se pudieron consolidar estrategias estables y que aportaran los datos suficientes para ser incluidos en el análisis, aunque si se reportan como casos negativos y su importancia radica en que enriquecieron y refinaron el modelo de formación de docentes sobre cuestiones ambientales.

A continuación los resultados de esta categoría de análisis buscan responder de manera integral a las preguntas informativas, a partir de la descripción de los hallazgos en la implementación de los respectivos enfoques didácticos: el proceso de modelización; la experimentación; el aprendizaje basado en el lugar y el aprendizaje basado en problemas; la perspectiva del aprendizaje por indagación; el aprendizaje basado en proyectos y finalmente la simbiosis entre las TIC y la EA.

5.5.1 El proceso de modelización sobre cuestiones ambientales

Antes de iniciar el proceso de exposición de los modelos mentales usados o contruidos por los docentes en formación, resulta importante reconocer que estas herramientas metacognitivas juegan un papel importante, central y unificador en la representación de objetos y fenómenos del mundo, además, permiten hacer inferencias, entender y tomar decisiones en relación con fenómenos (Johnson-Laird, 1983).

De tal manera que los modelos mentales se identificaron como una opción viable para aproximar a los docentes a las situaciones o cuestiones ambientales como realidades que suponen la construcción y reconstrucción de las representaciones o de los modelos mentales (Izquierdo, Espinet, García, Pujol y Sanmartí, 1999). Es un enfoque de trayectoria en la Didáctica de las Ciencias Experimentales, especialmente por su perspectiva cognitivista y por aportar a la comprensión de los procesos de aprendizaje. La principal potencialidad del proceso de modelización es que permite la construcción de relaciones semánticas entre la teoría y los fenómenos, además entre las representaciones, proposiciones e imágenes que se tienen en momentos previos y posteriores al proceso de enseñanza y aprendizaje.

El proceso de modelización se le planteó a los docentes en las experiencias de formación inicial EF₁₋₂ y continua EF₃ como se muestra en la Figura 5.13. Cabe recordar que las variaciones entre los procedimientos de las tres EF obedece a que pertenecen a iteraciones diferentes del modelo. La EF₁ desarrollada durante la IEX, permitió valorar el uso de modelos sobre situaciones ambientales en la educación primaria y la vinculación con trabajos experimentales. En la EF₂, dos equipos colaborativos después de seleccionar el nodo metadisciplinar, construir el mapa conceptual, ubicar dichos conceptos en el currículo de secundaria, plantearan su estrategia didáctica a partir de la construcción de un modelo mental pensado para sus futuros alumnos y prácticas de aula.

Por otro lado, la EF₃ tuvo una variación importante puesto que se incorporaron diferentes escenarios de aprendizaje no convencionales como el Museo de la Ciencia de Valladolid y la salida de campo, los cuales permitieron que los docentes plantearan modelos mentales. Cabe resaltar que un maestro en la EIC₁ utilizó modelización en el aula de primero de primaria sobre el concepto metadisciplinar del agua.

EF₁	Uso de un modelo mental sobre el ciclo del agua vinculado una actividad experimental para el proceso de enseñanza y aprendizaje en cuarto de primaria.
	Construcción de un modelo mental sobre la lluvia ácida para el proceso de enseñanza y aprendizaje de la interacción atmósfera-hidrosfera.
EF₂	Construcción de un modelo mental sobre la acidificación de los océanos y su efecto en los arrecifes de coral para el proceso de enseñanza y aprendizaje de la interacción atmósfera-hidrosfera.
EF₃	Escenario: visita guía al Museo de la Ciencias de Valladolid y salida de acampo al parque natural Campo Grande. Los docentes construyen dos modelos mentales sobre el ciclo del agua en el contexto de cambio climático. Dos modelos mentales sobre calentamiento global.
EIC₁	Proceso de modelización sobre el agua en el aula de primero de primaria.

Figura 5.13 Proceso de modelización en las diferentes experiencias.

De tal manera, que en total se incluyeron en este análisis siete modelos mentales relativos al cambio climático: Ciclo del agua (3), lluvia ácida (1), acidificación de los océanos (1), calentamiento global (2). Además, los modelos mentales construidos por los alumnos de primero de primaria generados gracias a la EIC₁ (6 en total).

Partimos de aceptar lo plantean Gilbert, Boulter y Rutherford (1998), que los modelos mentales son privados e inaccesibles, pero que la representación posibilita una lectura a la metacognición de algunos participantes (Márquez y Plaza, 2007). Además, en esta investigación se parte de la idea de aproximar a los docentes en formación mediante el uso y construcción de modelos, a los elementos, interacciones y sistemas ambientales desde la representación topológica hasta la representación analógica de la realidad usando diferentes tipos de simbolización (Vosniadou y Ortony, 1989). De tal manera, que los modelos serán analizados a la luz de lo anterior y de la matriz incluida en la Tabla 4.15. Mencionaremos que se plantearon modelos donde están

presenten estructuras vegetales y factores abióticos como el aire, el agua, el sol, el suelo y con énfasis en las etapas de procesos nombradas, también con indicadores de rutas cíclicas y de circulación superficial.

Es el caso del modelo mental asociado al ciclo del agua de la Figura 5.14, el cual fue tomado de la web y utilizado por un equipo colaborativo de la EF₁ para el planteamiento de su estrategia didáctica. El discurso de los maestros deja entre ver una comprensión del ciclo desde las fases del ciclo, donde no se identifica claramente las dinámicas, procesos de transformación, variables implicadas y problemáticas ambientales asociadas. A continuación, la representación iconográfica es complementada con el discurso al incluir la circulación subterránea.

DF4: gracias al calor que emite el sol el agua se evapora, es decir se convierte en vapor de agua y a partir de ahí se forman las nubes, la acción del viento hacen que estas nubes se desplacen y muchas de ellas se sitúan en la superficie terrestre. Cuando estas nubes se enfrían el vapor de agua que contienen se condensa y precipita, en función de la temperatura que haga pues puede precipitar en forma de lluvia, nieve o granizo. Esta agua que ha precipitado puede seguir dos caminos: filtrarse por el terreno y depositarse en los acuíferos o aguas subterráneas y el otro es discurrir por la superficie de la tierra torrentes, lagos, ríos que llevarán el agua al mar. Y el ciclo del agua es permanente y presente en todos los lugares a diferentes ritmos.

(EF₁, fase semidirigida colaborativa. Transcripción de audio. Febrero de 2015)

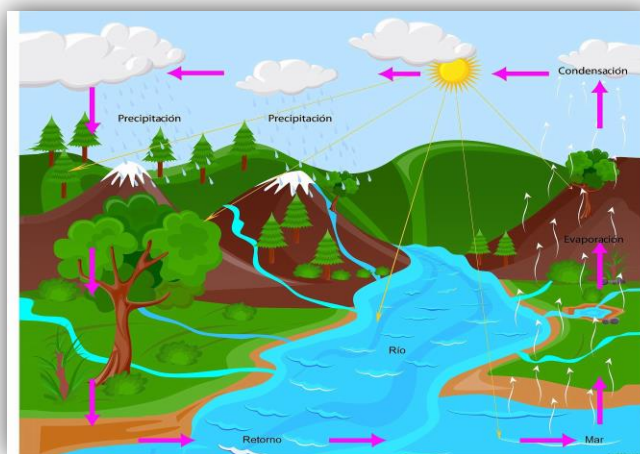


Figura 5.14 Modelo del ciclo del agua utilizado por equipo colaborativo de la EF₁. Tomado de <http://webdelmaestro.com/ciclo-del-agua-primaria/>.

(EF₁, fase semi dirigida colaborativa. Estrategia didáctica. Febrero de 2015).

De manera complementaria al planteamiento del modelo del ciclo del agua, proyectaron el uso de un video (Figura 5.15) que posibilitara a los alumnos la comprensión de los cambios de estado de agregación del agua y de variables como la presión y la temperatura.



Figura 5.15 Experimento sobre el ciclo del agua.

Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=N56YNKayyW0> (EF1, fase semidirigida colaborativa. Estrategia didáctica. Febrero de 2015)

Por su parte durante la EF₂, equipos colaborativos tanto de la modalidad de Física/Química como el de Biología/Geología, diseñaron modelos para ser utilizados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de manera longitudinal a la secuencia de actividades; así que plantearon imágenes sin elementos explicativos, es decir sin usar palabras, definiciones, lenguaje químico o matemático. El primer modelo mental que vamos a reseñar es el equipo colaborativo cuyo nodo metadisciplinar era la lluvia ácida (Figura 5.16), de tal manera que incluyeron al ser humano y construcciones, carreteras, vehículos, además, de procesos industriales y agrícolas, también estructuras vegetales y otros factores abióticos como el agua líquida y gaseosa y diversas formas del relieve.

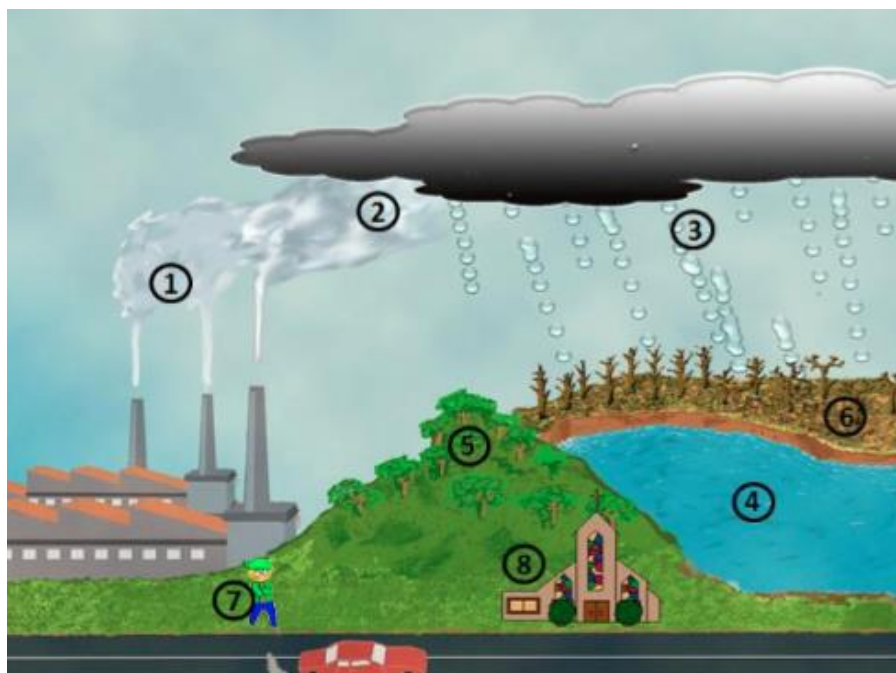


Figura 5.16. Secuencia que describe el proceso de modelización llevado a cabo por el equipo colaborativo de la EF₂ para Física Química de cuarto de la ESO.

(EF₂, fase semi dirigida colaborativa. Estrategia didáctica. Febrero de 2015)

La idea que tenían era utilizar dicho modelo para plantear algunas preguntas: ¿Qué es la lluvia ácida?, ¿Cómo se produce?, ¿Cómo afecta el mundo en que vivimos?, ¿Qué solución propondrías para resolver este problema?, de manera que permitiera acceder a los conocimientos previos de sus hipotéticos alumnos sobre la lluvia ácida. Posteriormente, introducirían nuevos conocimientos mediante el uso del mapa conceptual (construido en la fase anterior) y lo relacionarían con el modelo descrito y explicado en ocho momentos (cuarto recuadro de la misma Figura).

La explicación del proceso que compartió este equipo colaborativo con los demás compañeros, se describe a continuación:

Las industrias emiten óxidos en forma de gas y estos son el óxido de nitrógeno y el monóxido de nitrógeno y el dióxido de azufre, después tienen lugar estas reacciones (señala el modelo) transformándolas en estos otros óxidos y después qué pasa con estos otros óxidos que cuando están en contacto con la humedad (refiere al agua) presente en la atmósfera producen estos ácidos que son arrastrados por el agua de lluvia produciendo la lluvia ácida que cae sobre la superficie (los bosques o lo que haya), el pH de la lluvia normal es 5.65 pero el de la lluvia ácida es bastante más ácido. Así que ese pH tan ácido va ir afectando diversas zonas como se ve en la imagen; por ejemplo en cuanto a las zonas acuosas pues se

acidifica la hidrósfera, es decir aumenta la acidez de los lagos, cuanto más estancada esté el agua y más pequeño el sitio pues más se va a notar lo de la acidez y se da la eutrofización de los lugares acuáticos que bueno es una manera de conectar este tema con la parte de Biología, puesto que se ve más allí que en Física y Química, pero bueno para ver que está un poco conectado. La eutrofización lo que es, bueno vamos a explicarlo un poquito porque a lo mejor nos suena de haberlo visto pero tampoco está ya en nuestra cabeza y es que los protones de los ácidos que caen con la lluvia arrastran nutrientes del suelo que llegan al agua y los cationes de las sales presentes produce una sobrecarga de nutrientes en el agua, así que las plantas y los organismos crecen desmesuradamente y al morir se pudren, al pudrirse utilizan mucho oxígeno (el proceso) y lo que pasa es que la vida en el agua sufre un problema porque no tienen oxígeno disponible. Luego por ejemplo en estos otros árboles (señala el modelo) que les vemos bastante más vivos que los de la derecha también están sufriendo algo porque la litosfera que es la capa terrestre superficial, el suelo vamos, la lluvia ácida va a actuar tanto directa como indirectamente, de forma indirecta la lluvia ácida roba los nutrientes del suelo, como lo explique anteriormente, si les está robando los nutrientes a las plantas, pues esas plantas que habitaban esa zona se ven perjudicadas y aumenta la vulnerabilidad. De forma directa porque la lluvia ácida afecta la vegetación, acaba con los microorganismos fijadores de nitrógeno además, quema los ácidos queman las hojas, frutos, semillas, en general las estructuras de las plantas.

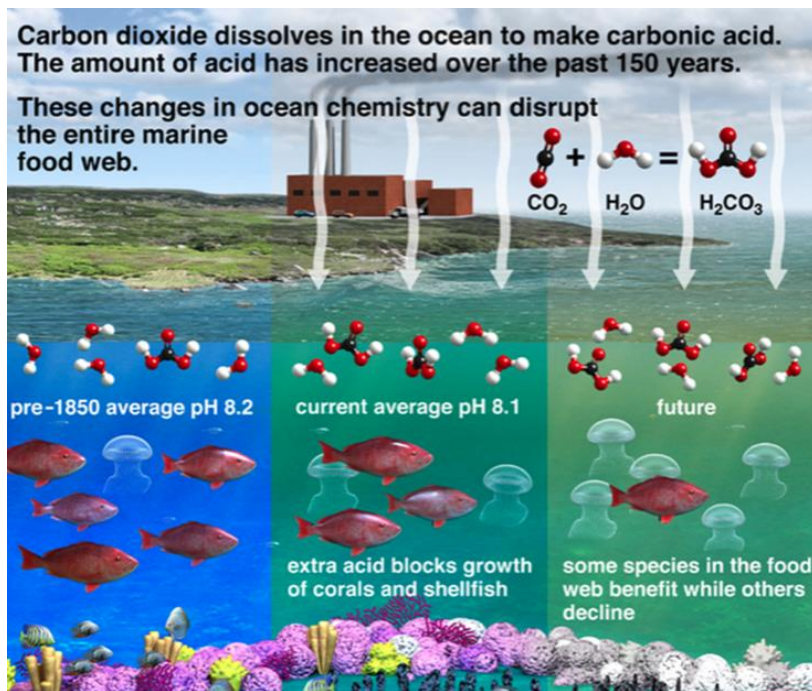
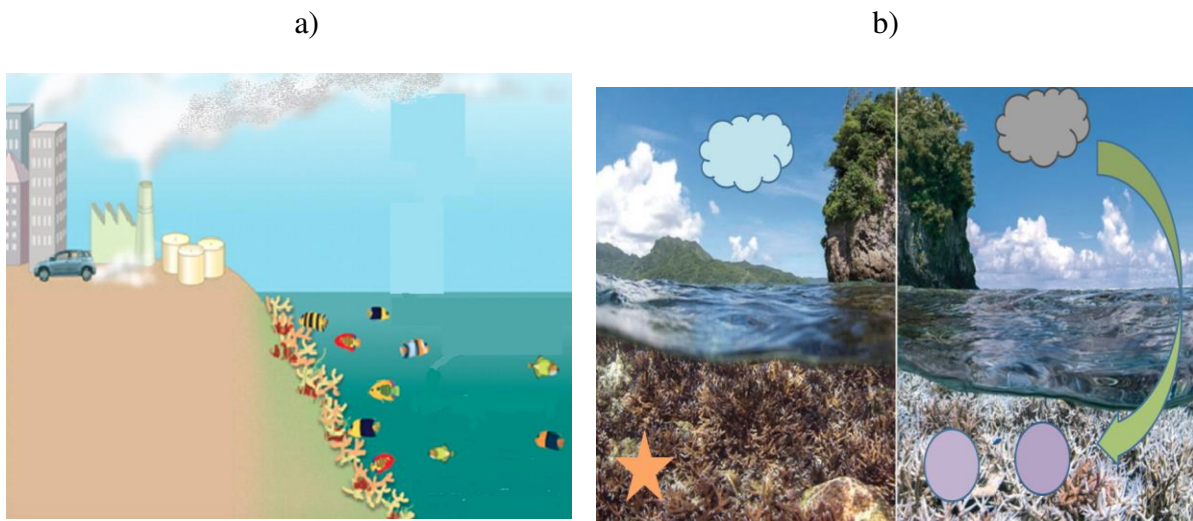
No solo afecta al medio natural, a los seres humanos también afecta porque las aguas aumentan su toxicidad y a la hora de potabilizar el agua pues es un proceso mucho más complejo como un ejemplo de cómo nos afecta. Otro ejemplo es el efecto en las edificaciones y los monumentos y se llama el mal de la piedra porque el carbonato cálcico que reacciona con el ácido sulfúrico produce sulfato de calcio, dióxido de carbono y agua y por lo tanto destruye monumentos.

(EF₂, fase semi dirigida colaborativa. Transcripción de audio. 12/02/2016)

El segundo equipo colaborativo al cual se le asignó la modelización como enfoque didáctico, abordó el nodo metadisciplinar de la acidificación de los océanos, para ejemplificar la interacción atmósfera-hidrósfera-biosfera. En relación la secuencia de modelos presentado en la Figura 5.17, los profesores de Biología/Geología en formación inicial puntualizaron que:

Utilizamos el modelo tanto en la fase de introducción de nuevo conocimiento como de estructuración y síntesis, además, en la evaluación final. Aunque otros criterios para la evaluación es la participación activa en clase y la creatividad para responder las preguntas que se les plantean. El ciclo del CO₂ hasta reaccionar químicamente en el océano con el agua y su aporte a la acidificación de los océanos. Además, el efecto del aumento en la temperatura gracias a los gases efecto invernadero y el blanqueamiento en los corales. Son dos problemas que se interrelacionan pero generados por el mismo problema que es el incremento del CO₂ en la atmósfera. La idea es que el modelo incluya buenas imágenes y más reales.

(EF₂, fase semi dirigida colaborativa. Transcripción de audio. 03/05/2016)



c)

Figura 5.17 Secuencia de modelos diseñado y utilizados por equipo colaborativo durante la EF2.

(EF2, fase semi dirigida colaborativa. Transcripción de audio. 03/05/2016)

Este modelo no incluyó explícitamente al ser humano, pero sí presentó su infraestructura para aludir a la sobreproducción y liberación de CO_2 (g). Integraba la imagen de seres vivos en eco-

sistemas marinos y factores abióticos tales como aire y agua. Además de la iconografía, tuvieron en cuenta el lenguaje verbal y químico, este último en un nivel tanto molar como molecular, reflejado en la utilización de símbolos elementales, fórmulas moleculares, unidades fórmula, ecuaciones químicas y palabras químicas. Así mismo, modelos mentales como el molecular de esferas y conectivas. Lo anterior permite valorar que dicho modelo interacción entre factores abióticos y con los seres vivos, pero sin especial énfasis en el hábitat y en el efecto medio ambiental de las interacciones.

Por otro lado, durante la estrategia de modelización desarrollada con los docentes en formación continua (EF₃), a diferencia de la EF₂, todos los participantes organizados en equipos colaborativos construyeron modelos mentales, vinculados con lo que tradicionalmente se conoce como ambientes de aprendizaje no convencionales o *outdoor activities*: visita al Museo de la Ciencia en Valladolid y al Parque Natural de la ciudad Campo Grande, donde los docentes en ejercicio debían plantear un modelo del ciclo del agua en condiciones de calentamiento global y cambio climático. A continuación en la Figura 5.18 se incluyeron algunas fotografías de estas dos estrategias.

a)





b)



c)

Figura 5.18 Registro fotográfico EF₃.

a) Salida al Parque Natural Campo Grande. b) Sala del agua Museo de la Ciencia de Valladolid. c) Sala de la energía Museo de la Ciencia de Valladolid. (EF₃, fase semi dirigida colaborativa. Registro fotográfico. Abril de 2016)

Así que en primera instancia, el modelo presentado en la Figura 5.19 nos permite reconocer que no se presenta un proceso cíclico sino estacional (números del 1 al 5) con localizaciones y/o almacenes de agua: atmósfera, suelos, fuentes (ríos, quebradas). Las flechas indican procesos de transformación del compuesto, flujos y circulación tanto superficial como subterránea. No se explicita la presencia humana y tampoco la alteración de los ritmos del ciclo como resultado de los procesos implicados en el cambio climático y calentamiento global. También es predominante la presencia de estructuras vegetales y la ausencia de otras formas de vida y sus interacciones.

Se valora en este caso, que en la experiencia de formación no se lleven a cabo juicios de valor sobre este tipo de imágenes, puesto que lo realmente importante radica en explicitar dichas imágenes, discutir sobre ellas y reconocerlas como poderosas herramientas de comunicación que de forma controlada o improvisada, se utilizan comúnmente en los procesos de enseñanza, y que tienen unas implicaciones teóricas y prácticas en el aprehendizaje del propio del propio docente y en el aprendizaje de los alumnos (Knight y Cunningham, 2004). Además “estas imágenes son claves del repertorio de los docentes, indican las formas en que ellos dan sentido a

las experiencias cotidianas y las formas de representación del mundo que los rodea” (Moseley, Desjean-Perrota y Utley, 2010, p.192)

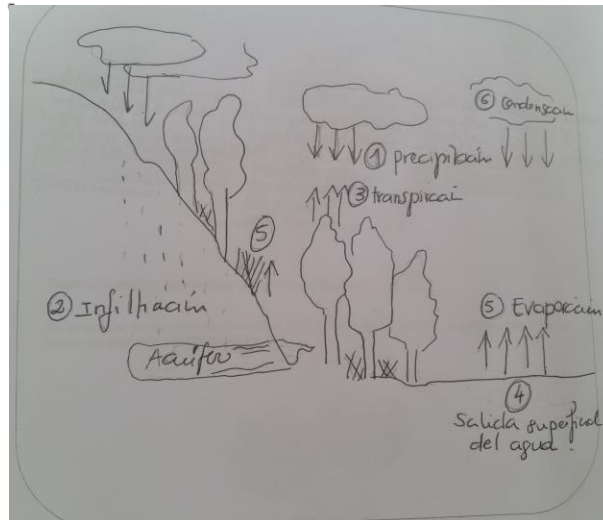


Figura 5.19 Modelo del ciclo del agua en la situación de calentamiento global. Diseño de un equipo colaborativo.

(EF₃, fase semidirigida colaborativa. Informe de salida a Museo de la Ciencia. Abril de 2016)

El segundo modelo generado en la EF₃, tal como se muestra en la Figura 5.20, da cuenta de una representación que omite las imágenes y recurre a los elementos semánticos. En este caso se hace referencia al proceso como ciclo y se tienen en cuenta las transformaciones o cambios en el estado de agregación del agua: condensación, precipitación, evaporación, estos elementos se describen en el marco de alteraciones del ciclo, debidas al calentamiento global. Así que las alteraciones incluidas en esta representación se relaciona con el aumento de la precipitación causante de lluvias excesivas e inundaciones en algunas zonas y con una menor disponibilidad del recurso en otras m (por ejemplo sequías), alteración en dinámicas de reservorios y almacenes como desglaciación, aumento del nivel mar, efecto sobre la biota, aumento del H₂O_(g). Cabe resaltar que no hay contextualización, ni se tuvieron en cuenta elementos y condiciones regionales y/o locales.

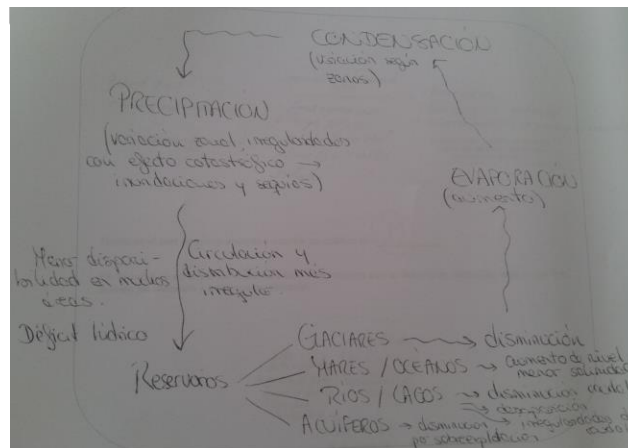


Figura 5.20 Modelo sobre el ciclo del agua en el contexto del cambio climático generado por equipo colaborativo.

(EF3, fase semidirigida colaborativa. Informe de salida a Museo de la Ciencia. Abril de 2016)

De tal manera que, el análisis realizado de los modelos mentales generados por los docentes en formación inicial y continua es importante reconocer que este tipo de representaciones funcionan como mediadoras entre los fenómenos o situaciones ambientales reales y el conocimiento científico, puesto que en todo caso, estos modelos están en la base de la estructura cognitiva y son el resultado de pre-concepciones, subsumidores en interacciones con fenómenos del mundo real, conceptualizaciones académicas que posibilitan una aproximación explicativa y predictiva, pero en todo caso modificable.

El análisis realizado muestra que esta estrategia favoreció que los docentes en formación inicial y continua a los que se les asignó este enfoque didáctico para que ahondaran en las implicaciones de los procesos de modelización, de esta manera les permitió visibilizar sus posicionamientos y representaciones sobre cuestiones ambientales y finalmente orientar este enfoque en procesos de enseñanza y aprendizaje. Entendemos que los modelos mentales son alternativos, pero válidos e importantes para direccionar y autoregular el proceso de aprendizaje, a diferencia de los modelos científicos/eruditos o de los modelos conceptuales, los cuales son más precisos, completos, simplificados y enormemente complejos.

Es decir, en nuestro caso valoramos el potencial de los modelos para representar una situación ambiental (cualquiera que esta sea: cambio climático, ciclo del agua, lluvia ácida, acidificación de los océanos), como herramientas de representación teórica del mundo, auxiliares para ex-

plicarlo, predecirlo y transformarlo Adúriz-Bravo (1999). Cabe resaltar que un primer acercamiento los docentes plantaban modelos basados en el sentido común, que según Galagovsky y Adúriz-Bravo (2001) se construyen idiosincrásicamente a partir de la experiencia cotidiana en el mundo natural y de las interacciones sociales; son eminentemente figurativos, casi pictóricos (p.233), sin embargo, lo mejoraban como fue el caso de docentes durante la EF₂. Además, según la Tabla 5.9 son modelos ubicados en un nivel básico según la adaptación de Moseley et al. (2006), en un nivel medio en relación con las implicaciones didácticas. Lo anterior puede responder a algunos factores identificados también por Shepardson et al. (2007).

Se reconoció que en la fase de estructuración conceptual, las ideas o conocimientos iniciales de los participantes estaban ancladas y fue difícil desvincularlas de la estructura cognitiva, incluso desde una perspectiva colaborativa. Sin embargo, el hecho de visibilizarlas, reflexionar, compartir impresiones, contrastar ideas, favoreció una reflexión. De tal manera, que el reto están en mejorar el uso de iconografías (lenguaje visual), del discurso y de la inclusión de otros lenguajes como el químico, físico y matemático a través de los procesos educativos, donde además, confluyan y se expliciten las relaciones entre la acción humana y los procesos o dinámicas ambientales.

Por su parte, queremos referenciar el que el docente C durante la EIC₁ en su investigación de aula sobre el ahorro del agua en educación primaria desde la perspectiva de las inteligencias múltiples, llevó a sus alumnos de primero de primaria a la construcción de modelos concretos tipo maqueta del ciclo del agua, como se muestra en las fotografías de la Figura 5.21.



Figura 5.21 Modelos concretos del ciclo del agua construidos por alumnos de primero de primaria durante la investigación colaborativa de un profesor participante en la EIC₁.

(EIC₁, fase analítica. TFG. Junio de 2015)

La construcción de estos modelos concretos según el maestro C, favoreció la comprensión del ciclo del agua a todos sus estudiantes e incluir a aquellos con diversidad funcional, en especial al alumno invidente, puesto que a partir de las características de los materiales pudo con sus compañeros, construir un modelo del ciclo. Estos resultados se pueden abordar de manera más profunda en el reporte de Lopera-Pérez, Posada, Villagrà, Charro y Molpecerez (2019).

5.5.2 Aprendizaje por Descubrimiento: experimentación, observación, registro, inferencia, asociación

La experimentación para la comprensión de situaciones ambientales fue un enfoque didáctico emergente, puesto no se planteó a los docentes en las EF y en las EIC, pero en estas últimas fueron incluidas actividades para los alumnos de primaria, especialmente durante la EIC₁. Dicho enfoque es tradicional en la Didáctica de las Ciencias Experimentales, como reflejo del método científico traspuesto en el contexto escolar con el objetivo de reconstruir experiencia para darles sentido y trascender de la mera actividad práctica con miras a la reflexión sobre los fenómenos.

En este caso la experimentación, más allá de ser un mecanismo empleado para contrastar la teoría científica, fue utilizada por el equipo colaborativo para evitar visiones deformadas de ciencias o que los estudiantes construyeran visiones del conocimiento en ambiental solo vinculado a las Ciencias Experimentales como posicionamiento positivista. Por otra parte, se trató de incorporar una visión también cercana a la de las Ciencias Sociales, como conocimiento de absoluta relevancia en la EA.

De tal forma que el maestro A integró la actividad experimental a la creación de la página web, como se muestra en la Figura 5.22 y cuyos objetivos eran:

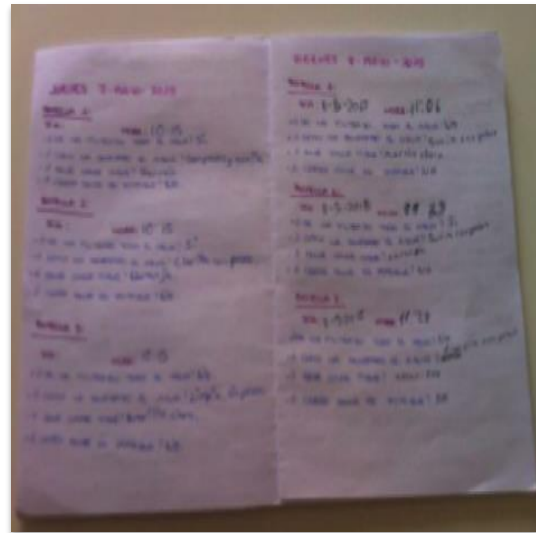
Maestro A: comprender que el agua es un bien escaso, entender que la depuración del agua es una tarea que cuesta mucho, interiorizar que cada uno de nosotros podemos ayudar a evitar su contaminación. Además, los materiales elegidos no son al azar, sino que son los residuos que día tras día tiramos por el desagüe de la cocina, de ahí que sean estos los utilizados, para ver de manera más clara lo que con ello se pretende, que es que los alumnos vean que deben cambiar sus acciones diarias para evitar daños mayores.

(EIC₁, fase analítica. TFM. Junio de 2015)

a) Experimento de filtración



b) Registro en la bitácora de los alumnos



c) Articulación con la página web

The screenshot shows a website with the title "WE OUR PLANET" and a navigation menu with buttons for "El Medio Ambiente", "¿Aprendemos un poco?", "Manualidades reciclables", and "Evaluación". The main heading is "El agua, debemos mantenerla limpia". Below this is a video player with the title "IMPRESIONANTES ISLAS DE BASURA" and a play button. To the right of the video is a text block titled "LA ISLA DE BASURA DEL PACÍFICO" with several paragraphs of text. Below the text is a diagram titled "¿CÓMO SE DEPURA EL AGUA?" showing two types of filters: "Un filtro de tela" and "Un filtro de carbón". The diagram labels the layers of the carbon filter as "Carbon", "Arena", and "Piedra". A "TAREA" button is visible on the right side of the page.

Figura 5.22 Evidencias del trabajo experimental propuesto por el maestro A.

(EIC₁, fase analítica. TFM. Junio de 2015)

El maestro C por su parte, llevó a cabo la plantación de semillas como se muestra en la Figura 5.23, para favorecer las inteligencias naturalista e interpersonal, además, para llevar a cabo el riego con agua de diferente calidad.



Figura 5.23 Evidencias del trabajo experimental propuesto por el maestro C en la EIC₁.

(EIC₁, fase analítica. TFM. Junio de 2015)

En los dos casos, el trabajo experimental permitió contrastar afirmaciones que se hicieron en el aula, en relación con el efecto que una problemática ambiental genera en los seres vivos y

en los ecosistemas en general y para afinar la observación de los alumnos. Además, coincidieron en canalizar el registro sistemático en los cuadernos bitácora. Cabe resaltar que estas actividades además formaban parte del proceso de enseñanza y aprendizaje reflejado en la estrategia diseñada por los maestros con el acompañamiento del equipo de investigación colaborativa, es decir, no fueron actividades puntuales, descontextualizadas o inconexas, lo cual es un avance en la dirección correcta en relación con el cumplimiento de los objetivos de la investigación colaborativa.

Los logros obtenidos por los maestros con sus alumnos de educación primaria, dan cuenta de que la experimentación además de promover la motivación, posibilitó el afianzamiento de los aprendizajes, el planteamiento de preguntas y la generación de respuestas no inmediatistas y cerradas, sino dinámicas en contacto con los fenómenos. Así mismo, se potenció la conexión entre diferentes áreas de conocimiento, puesto que los maestros orientaban la reflexión hacia relaciones sociales y culturales relativas a las problemáticas ambientales.

5.5.3 Aprendizaje basado en el lugar/contexto y Aprendizaje Basado en Problemas: enfoques didácticos cercanos, vinculantes y experienciales

Este enfoque didáctico de Aprendizaje Basado en el lugar o *Place Based education* fue sugerido por la F durante la EF₃ a una profesora de ciencias en ejercicio, puesto que ella manifestó la necesidad de diseñar una estrategia que estuviera centrada en la localidad de Tudela del Duero, ubicada al sudeste de la ciudad de Valladolid, lugar donde se emplazaba su centro educativo. Según la docente:

DF36: Se quiere potenciar el conocimiento real del entorno en donde vive el alumno para que aprecie los componentes del ecosistema y la relación que existe con su vida cotidiana (fuente de conocimiento de las ciencias naturales, fuente de ocio ya que puedo pasear y relajarme contemplando su paisaje, oyendo a los pájaros, lugar para hacer deporte, etc). De esta manera, al apreciar de esta manera su entorno, posiblemente le dará mayor valor y será más sensible a los problemas medioambientales y tomará conciencia de que debe participar en su mantenimiento y protección.

(EF₃. Estrategia didáctica. Abril de 2016)

En la Figura 5.24 se especifican algunos elementos de la estrategia didáctica de dicha docente para su futura intervención:

a) Localidad de Tudela del Duero, Provincia de Valladolid



b) Salida de campo, registro fotográfico, uso de la plataforma Moodle.

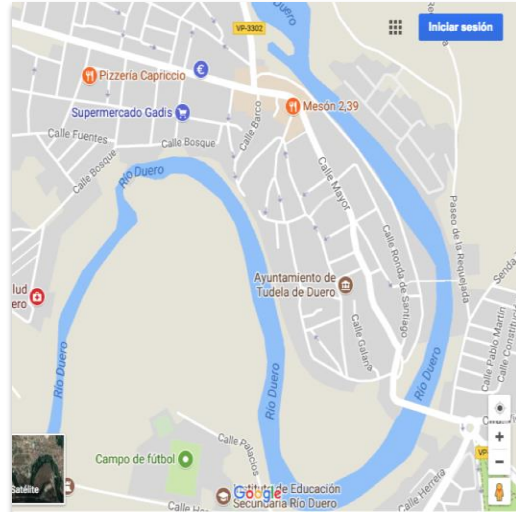


Figura 5.24 Elementos de la estrategia didáctica bajo el enfoque del aprendizaje basado en el lugar.

(EF₃. Estrategia didáctica. Abril de 2016)

Lo significativo de esta experiencia fue que la docente se preocupó por reorganizar su currículo para abrir una ventana al contexto, organizó los tiempos y recursos y además escribió la estrategia cuidadosamente. Con estos aspectos se pretendía motivar a sus estudiantes y potenciar sus procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación y generando una identidad ambiental desde los mismos. En estos términos, resultó determinante reconocer que la adaptación del modelo de formación materializada en la EF₃ cumplió el objetivo de posibilitar el diseño de estrategias sobre una cuestión ambiental relevante como es el cambio climático.

En sintonía con lo anterior, es importante visibilizar que este enfoque pedagógico y didáctico no es nuevo, aunque desde la RSL se identificó que era coherente con la filosofía de esta tesis doctoral y en el caso de que la docente a futuro lo pudiera aplicar, permite que los alumnos recolecten fotografías (tal como lo mencionó la docente), grabaciones de audio de conversaciones, videos y demás mecanismos de caracterización del lugar (Smith, 2002). Además, valoramos el hecho de que el trabajo llevado a cabo en los centros educativos pueda ser proyectado en la comunidad, aspecto también indispensable en la EA. Según este autor, los profesores asumen roles de guías, co-aprendices y corredores de recursos comunitarios. Su experiencia

no radica tanto en su conocimiento almacenado -aunque esto es importante- como en su capacidad para ayudar a los alumnos a adquirir las habilidades y disposiciones de los estudiantes efectivos.

Adicionalmente, para Sobel (2004) la educación basada en el lugar es el antídoto contra el no pensar en la Tierra como hábitat común. Este autor considera que una definición clara de la educación basada en el lugar “es el proceso de usar la comunidad local y el medio ambiente como punto de partida para enseñar conceptos en artes del Lenguaje, Matemáticas, Estudios Sociales, Ciencias, a través del currículo. Haciendo hincapié en las experiencias prácticas de aprendizaje en el mundo real” (p.6).

El enfoque descrito anteriormente, tiene una estrecha relación con el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) o *Problem Based Learning*, sin embargo se caracteriza por movilizar los procesos hacia la reflexión y acción sobre aspectos ambientalmente problemáticos. Desde este tipo de aprendizaje emergieron dos estrategias: la primera sobre el diseño de instrumentos de medición climática en la EF₁ y la segunda sobre la minería a cielo abierto en la EF₂.

El equipo colaborativo de la EF₂ que se centró en este enfoque llevó a cabo un planteamiento que aportó muchos elementos para el análisis. El nodo metadisciplinar era la litosfera y la situación problemática fue la minería a cielo abierto. Dicha estrategia se desarrolló en varios momentos: la contextualización en el currículo; la presentación del mapa conceptual para la introducción de nuevo conocimiento; la exploración de la problemática a nivel global y para el caso español²⁷; tour virtual²⁸ y elaboración de informe; salida de campo para análisis cualitativo y cuantitativo de suelos y presentación de un informe. Además, el proceso evaluativo se planteó como longitudinal al proceso y en forma de autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación sumativa.

La descripción anterior nos permite visibilizar que el ABP a pesar de ser un enfoque comúnmente referenciado y muy pertinente para la EA, es necesario que se reconozcan los fundamentos epistémicos, es decir, la fuente vinculación con el modelo constructivista y con el aprendizaje basado en competencias y, el potencial que tiene para alcanzar niveles cognitivos

²⁷ Mediante la herramienta <https://www.sites.google.com/site/riesgosdelamineriaenpanama/resumen-de-los-riesgos-de-la-mineria-metalica-a-cielo-abierto>

²⁸ <http://www.planetadigital360.com/tour/riotinto/>

superiores, especialmente en lo relativo a la problematización ambiental. Si bien, el ABP está centrado en el alumno y en el problema, el docente tienen un rol importante en tanto planeación, organización, proyección y búsqueda de herramientas adecuadas para el proceso de enseñanza y aprendizaje.

De hecho, una conversación entre los profesores en formación y la formadora dan cuenta de algunos elementos relevantes:

F: El ABP no en todos los casos es resolutivo, esa es una mala interpretación de este enfoque metodológico. Si se puede trabajar el ABP para llevarlos a trabajar en problemas reales, cercanos y solucionables, por ejemplo el manejo de residuos sólidos en el centro educativo. Pero para el caso que están planteados los compañeros no tiene una connotación resolutiva aunque contemple formas más viables y sostenibles de gestionar la minería, acá se busca la mirada analítica, crítica para el desarrollo de un pensamiento complejo, pero sobre todo para que conozcan una realidad ambiental, que como lo plantean ellos es más cercana de lo que se cree.

DF23: Yo tenía esa duda, se trata de que respondan a como solucionar el problema o desde una pregunta qué creen que está ocurriendo acá.

F: sí también, porque estamos refiriendo a una pregunta problematizadora. Es más, hay una tendencia a plantear situaciones o a utilizar estrategias iniciales que despierten la pregunta, porque lo que nos encontramos en los alumnos de la ESO es que no tienen la misma capacidad de asombro de los niños, como que les cuesta por timidez o negligencia cognitiva hacerse preguntas, así que la idea es utilizar muy buenos recursos para que el estudiante quede con más preguntas que respuestas.

DF27: ¿Quieres decir que lo más importante es que se generen preguntas a que den las respuestas a preguntas?.

F: No, digamos que no hay una cosa más importante que la otra, no es más importante la pregunta que la respuesta, pero digamos que es un paso adelante que siquiera se hagan preguntas. Ahora, también hay que canalizar el proceso de enseñanza para que se puedan aproximar a respuestas y/o soluciones. Ahora lo interesante sería ver cómo han transferencia, es decir, este tipo de habilidades que desarrollaron con esta metodología les permitan la comprensión de otras problemáticas asociadas a otros contextos y conceptos.

(EF₂, fase semi dirigida colaborativa. Transcripción de audio. 03/05/2016)

A partir de lo anterior, podemos decir que el ABP implica un aprendizaje activo, cooperativo, centrado en el estudiante, asociado con un aprendizaje independiente motivado. No en todos los casos es resolutivo, aunque sí altamente analítico y le permite a los alumnos reconocer las problemáticas y acceder a un constructo teórico práctico desde donde se puedan visibilizar soluciones. Además, como en otros enfoques (aprendizaje por indagación, experimentación)

las preguntas que generan los alumnos son de gran valor para encaminar el aprendizaje. Muchos autores reconocen que el valor del ABP radica en que favorece procesos de enseñanza y aprendizaje mediados por la autoregulación y disminuye los niveles de ansiedad y estrés (Guevara, 2010).

5.5.4 La perspectiva del aprendizaje por indagación (*Inquiry Based Education*)

Este enfoque fue desarrollado por dos grupos colaborativos de profesores de ciencias en formación inicial que participaron en la EF₂. Es importante mencionar que los docentes en formación inicial y continua de las EF₁₋₃ desarrollaron una estrategia desde este enfoque didáctico y también plantearon investigaciones colaborativas durante la EIC₁₋₂, sin embargo, no se planteó una propuesta contundente. De tal manera que, el primer equipo colaborativo cuyo nodo metadisciplinar fue la energía, se destacó por abordar profusamente este enfoque didáctico para hacer el planteamiento. Los integrantes reconocieron las competencias y contenidos, construyeron su mapa conceptual (Figura 5.11) y luego plantearon dos iteraciones. A continuación se presenta la evidencia que da cuenta de lo incluido en estas:

DF28: Iteración 1

Como hemos visto en el apartado anterior, la energía y el Medio Ambiente, además de ser un tema nodal lo vamos a emplear para motivar al alumno haciéndole ver que lo estudiado tiene aplicación directa en su vida y además son temas de actualidad. Igualmente, esta primera iteración que es más sencilla y menos rica en contenidos, les servirá a los alumnos para aprender o recordar cómo desarrollar el método de indagación. Para que el alumno pueda ver esa relación por sí mismo vamos a hacer que realice una primera iteración del método con preguntas idóneas para este primer propósito. Como hemos visto en el apartado anterior, la energía y el Medio Ambiente, además de ser un tema nodal lo vamos a emplear para motivar al alumno haciéndole ver que lo estudiado tiene aplicación directa en su vida y además son temas de actualidad. Igualmente, esta primera iteración que es más sencilla y menos rica en contenidos, les servirá a los alumnos para aprender o recordar cómo desarrollar el método de indagación. Para que el alumno pueda ver esa relación por sí mismo vamos a hacer que realice una primera iteración del método con preguntas idóneas para este primer propósito.

Iteración 2

En esta segunda iteración, habiendo logrado poner a los alumnos en contexto, explicado el método y conseguido motivarlos, se inicia una iteración más rica en nuevos conocimientos, garantizando el orden lógico del proceso de aprendizaje.

(EF₂. Estrategia didáctica. Marzo de 2016)

El segundo equipo colaborativo que trabajó en la proyección de este enfoque didáctico tenía el nodo metadisciplinar de la hidrósfera y su estrategia la proyectaron para segundo de bachillerato, en la asignatura de Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente. A su vez describieron los criterios de evaluación y las competencias, durante la socialización o presentación oral mencionaron los objetivos: conocer el estado del agua y su comportamiento, el ciclo del agua que se podría relacionar por ejemplo con la Geología, Física y Climatología. Y por último el comportamiento del agua en mares y océanos. La secuencia didáctica la describieron así:

DF29: parte de las ideas previas, focalizar el problema o los problemas, la exploración de esos problemas indagando y buscando posibles soluciones y por último está la exposición de los resultados. La exploración de ideas previas donde se utilizaría una lluvia de ideas usando una herramienta informática para crear una nube semántica. La focalización: formar grupos de 4 alumnos en los que habrá un líder, un redactor, un relator, un mediador. A cada grupo se les plantearan 3 preguntas soportadas en videos.

DF21: ¿Les ha tocado las TIC?

DF29: No, pero es que al final siempre usas las TIC, aunque el enfoque metodológico sea otro.

(EF₂, fase semi dirigida colaborativa. Transcripción de audio. 03/05/2016)

La evidencia da cuenta de que el primer grupo llevó a cabo una profundización en relación con el enfoque didáctico, en el segundo caso establecieron vínculos con otro tipo de herramientas metodológicas como son las TIC. Estos aspectos permitieron entender que aunque los enfoques emergieron de la RSL su apropiación ocurrió de forma dinámica, a diferentes ritmos y con focos de interés diversos. Además, los dos equipos colaborativos coincidieron en reconocer que este enfoque potencia el trabajo colaborativo, dinamiza los procesos evaluativos, permite la integración de lo ambiental en el currículo, posibilita conectar disciplinas. Sin embargo, durante la socialización de las estrategias se dejan en evidencia algunos retos de implementar estrategias bajo este enfoque en el aula de secundaria y bachillerato:

DF30: Esa estrategia del aprendizaje por indagación escrita parece maravillosa, pero por Dios eso implica un gasto de tiempo excesivo, cuando lo que nos están pidiendo son resultados de evaluaciones sumativas y la optimización del tiempo para abordar más contenidos.

DF28: Planteé una iniciativa con otro profesor, hablamos con los chavales y en equipos colaborativos ellos diseñaron un plan de acción para disminuir el consumo de electricidad y gas, además, para el manejo de residuos sólidos. Al final yo era el único que me encargaba de recoger los residuos y de disponerlos para el reciclaje, con lo cual tenía más trabajo que antes. Este curso, lo reduje a nivel de clase y no tanto del centro.

(EF₂, fase semi dirigida colaborativa. Transcripción de audio. 16/03/2016)

DF21: En cuanto a puntos críticos obviamente si el alumno no pone de su parte no hay nada que hacer, pero utilizar temas de interés general puede ayudar a motivar al alumnado; además, el tiempo puede ser un aspecto restrictivo porque implica más tiempo que las clases tradicionales, sin embargo se consigue un aprendizaje más significativo. También un grupo puede ser especialista en el tema que indaga pero más carente en otros conocimientos, por esta razón son necesarias las jornadas de socialización o compartir los procesos de indagación.

(EF₂, fase semi dirigida colaborativa. Transcripción de audio. 18/02/2016)

Las evidencias sugieren que enfoques como el aprendizaje por indagación resultan llamativos, pero desde la perspectiva de los docentes en formación llevarlo al aula podría resultar retador y demandante de formación y tiempo para su planificación, además, para la articulación con el currículo.

Una de las mayores críticas que recibe esta metodología es que en contra del exagerado entusiasmo de informes políticos y documentos curriculares, no ha demostrado ser mejor metodología que otras para la enseñanza y aprendizaje de contenidos científicos. De hecho el meta análisis realizado por Hattie (2009), que cubre más de 50.000 investigaciones en estrategias docentes a nivel internacional y para diferentes disciplinas, reconoce que la indagación ni siquiera es una de las múltiples estrategias que superan el umbral de efecto significativo. Ya en la enseñanza de las Ciencias, son muchos los autores que también ponen de manifiesto que no pueden atribuirse mejoras a la estrategia de indagación respecto a otras estrategias bien planteadas (Cobern et al., 2010).

Podemos decir que este enfoque didáctico fue un tanto difícil de proyectar en el aula por parte de este grupo colaborativo, pero se destaca el enorme esfuerzo, la profundización conceptual y metodológica y la rigurosa ruta formativa que diseñaron, la cual se puede leer en su totalidad en el apéndice 5.1. En primera instancia consideramos que es un enfoque potente para abordar cuestiones ambientales; en este caso, el nodo metadisciplinar de la energía, resultó ser vinculante con este tipo de enfoques dinámicos, experienciales sobre todo, si como fue el caso, los docentes tienen un dominio disciplinar de alto nivel, pero además, comprenden la naturaleza del conocimiento científico.

5.5.5 El Aprendizaje basado en proyectos: un paso adelante del trabajo colaborativo

Un equipo colaborativo durante la EF₁ tituló a su estrategia “reducimos los problemas climáticos” para el grado sexto de Educación Primaria, de su óptica dicha estrategia le permitía vincular áreas como Lengua, Matemática, Conocimiento del Medio y Educación Artística para

el desarrollo de proyectos. La justificación que presentaron obedecía a la necesidad de acercar a los alumnos a la cuestión de cambio climático, para que reconozcan medidas para reducirlos, así que se puso al alumnado en el contexto de realizar una investigación para lograr una sensibilización frente a una cuestión ambiental:

DF4: Las actividades que se incluyeron fueron las siguientes:

1. Demuestra tu talento: donde los estudiantes elaboran un mural sobre el cambio climático, para ver las ideas previas que tienen
2. Búsqueda de noticias después de la explicación del profesor ellos deberán hacer este trabajo en la web y se socializan los hallazgos
3. La misma tarea
4. Juego de roles para defender en un debate sobre posiciones contrapuestas, un alumno será moderador. Momentos: 1. Lectura de textos 2. Debate
5. Elaboración de preguntas para la siguiente sesión que es la visita de un experto en cambio climático
6. Charla de un experto en cambio climático y pide que los alumnos hagan preguntas
7. Realización de portafolio para sistematizar, a manera de síntesis de contenido
8. Explicación sobre la realización de un prezi
9. Los grupos realizaran la presentación en prezi
10. Se distribuyen para visitar otros grupos de 4 y 5 de primaria para sensibilizar

(EF1, fase semi dirigida colaborativa. Transcripción de audio. Febrero de 2015)

Adicionalmente, la evaluación la realizó el maestro mediante una escala y apuntes tanto individuales como grupales, además, el grupo colaborativo consideró la incorporación de los siguientes criterios: si tienen información concreta y relevante, si respeta las normas, si tiene una actitud crítica, si coopera para el logro de objetivos, si construye mensajes orales, trabajo en equipo. También una prueba escrita donde se valorarán los conocimientos.

Consideramos que el aprendizaje por proyectos converge como otros enfoques ya mencionados en el trabajo colaborativo, rompiendo los esquemas tradicionales del trabajo individual y aislado, favorece la inclusión y la atención de a la diversidad funcional, aumenta el liderazgo y la identificación de los rasgos y cualidades de cada integrante de los equipos colaborativos (según la proyección para el aula de educación primaria). Ahora bien, no se puede dejar de lado la organización curricular, la apertura que deben tener los centros educativos, la vinculación con

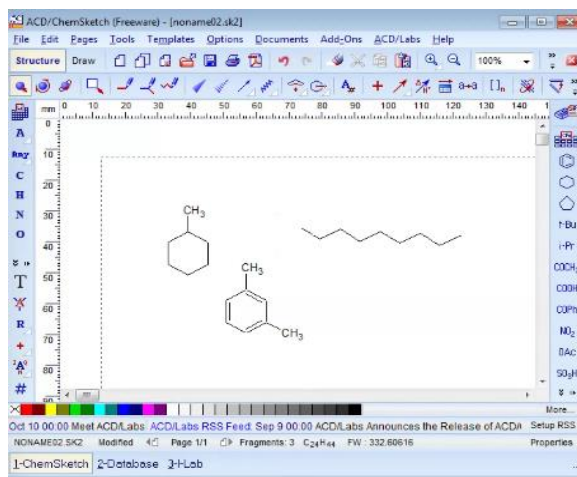
proyectos a nivel local o comunitario e incluso académico. Adicionalmente la diversidad de proyectos que pueden canalizar los docentes.

Este enfoque didáctico no se volvió a plantear en las demás experiencias de formación, puesto que implicaba mayor tiempo de planeación y no estaba acorde con el tiempo total que se podía invertir en la fase semi dirigida colaborativa. Sin embargo, se reconoce su enorme potencial tanto ontológico y sobre todo vinculante con teorías cognitivas y didácticas como el aprendizaje significativo. Particularmente en el caso del grupo colaborativo que diseñó la estrategia bajo este enfoque, el planteamiento llamó la atención de los demás compañeros, fue muy dinámico y creativo, además, dinamizador de las dinámicas reales de los centro educativos.

5.5.6 Simbiosis de las herramientas TIC con la EA

Durante la EF₁ uno de los equipos colaborativos utilizó un video simulación sobre la construcción y puesta en marcha de Masdaq la ciudad sostenible <https://www.youtube.com/watch?v=v9SqJke5T94>. En la cual se menciona la implicación de diferentes aspectos urbanísticos como el transporte, el ordenamiento territorial, la construcción de viviendas, la productividad industrial y comercial, la optimización energética, para responder a las normativas internacionales relativas a sustentabilidad y eficiencia.

Por otro lado, durante la EF₂ un equipo colaborativo planteó una secuencia de actividades en las cuales incorporó diferentes herramientas. El nodo metadisciplinar elegido fue ciudades sustentables pero lo enfocaron en los hidrocarburos, así que incluyeron el uso del software *chemsketch* (Figura 5.25) para llevar a sus estudiantes a la construcción de moléculas de hidrocarburos.



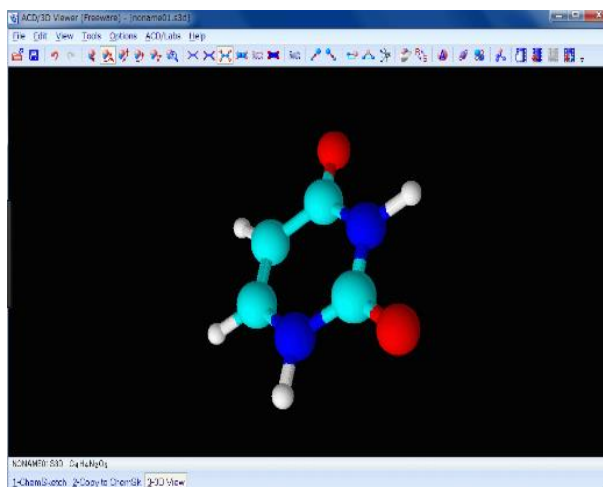


Figura 5.25 Interface del *chemsketch*, herramienta incluida por uno de los equipos colaborativos.

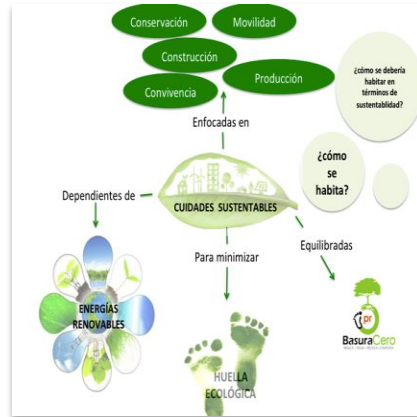
(EF₂, fase semi dirigida colaborativa. Estrategia didáctica. Abril de 2016).

Después de usar esta herramienta, los docentes en formación consideraron relevante explicar la reacción de descomposición de los hidrocarburos focalizando el interés en la emisión de CO₂ y las consecuencias medioambientales que se producen (efecto invernadero y calentamiento global). Para darle más relevancia al nodo de ciudades sustentables incluyeron una videografía con aspectos: coches eléctricos, motores de hidrógeno, transporte público y las bicicletas. Finalmente, consideraron que el aprendizaje basado en proyectos permitiría a los alumnos llevar a cabo pequeños proyectos relacionados con el tema.

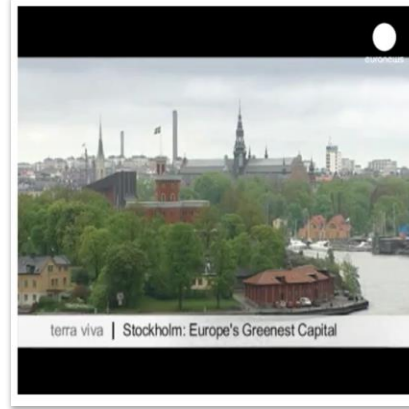
Ahora bien, en vista de que durante la EF₃ las estrategias didácticas las desarrolló la formadora²⁹, se incluyó la secuencia de actividades que se menciona en la Figura 5.26, el concepto de ciudades sustentables; análisis de dos casos: la ciudad verde de Stockholm y la construcción de Masdaq; el concepto de huella ecológica y finalmente el uso de software para mediciones de huella ecológica.

²⁹ Dicho material fue diseñado exclusivamente para el curso cambio climático una mirada desde el aula.

El concepto de ciudades sustentables



El caso de Stockholm



El caso de Masdar: nueva mirada a la sustentabilidad



¿Qué es la huella ecológica?



Ejemplos prácticos de huella ecológica a nivel mundial



Exploración de software para mediciones de huella ecológica para utilizar en el aula

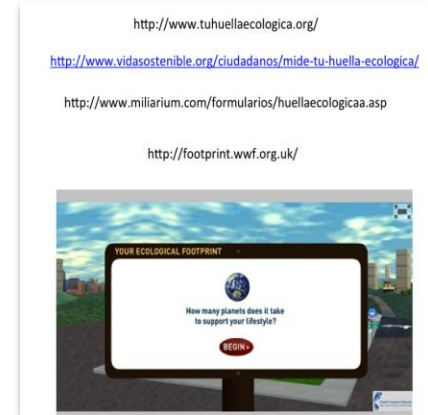


Figura 5.26 Secuencia de actividades llevada a cabo por F durante la EF₃ mediante el uso de las herramientas TIC.

Por otra parte, durante las EIC₁₋₂ también fueron utilizadas herramientas TIC. En primer lugar en la EIC₁ los maestros en formación A y B plantearon sus investigaciones incorporando páginas web y edición de videos didácticos respectivamente. El maestro A cuya investigación fue titulada “YO, EN MI MEDIO AMBIENTE”: Integración de la Educación Ambiental y las TIC en el aula de Educación Primaria, diseñó y utilizó en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los alumnos de cuarto de primaria una página web <http://aina-rasoria.wixsite.com/medioambiente>, la cual tenía cuatro componentes: definición del medio ambiente, temas variados relativos a la gestión de residuos, manualidades con materiales reciclados y evaluación. En la Figura 5.27 se presentan los elementos incluidos en la página web.

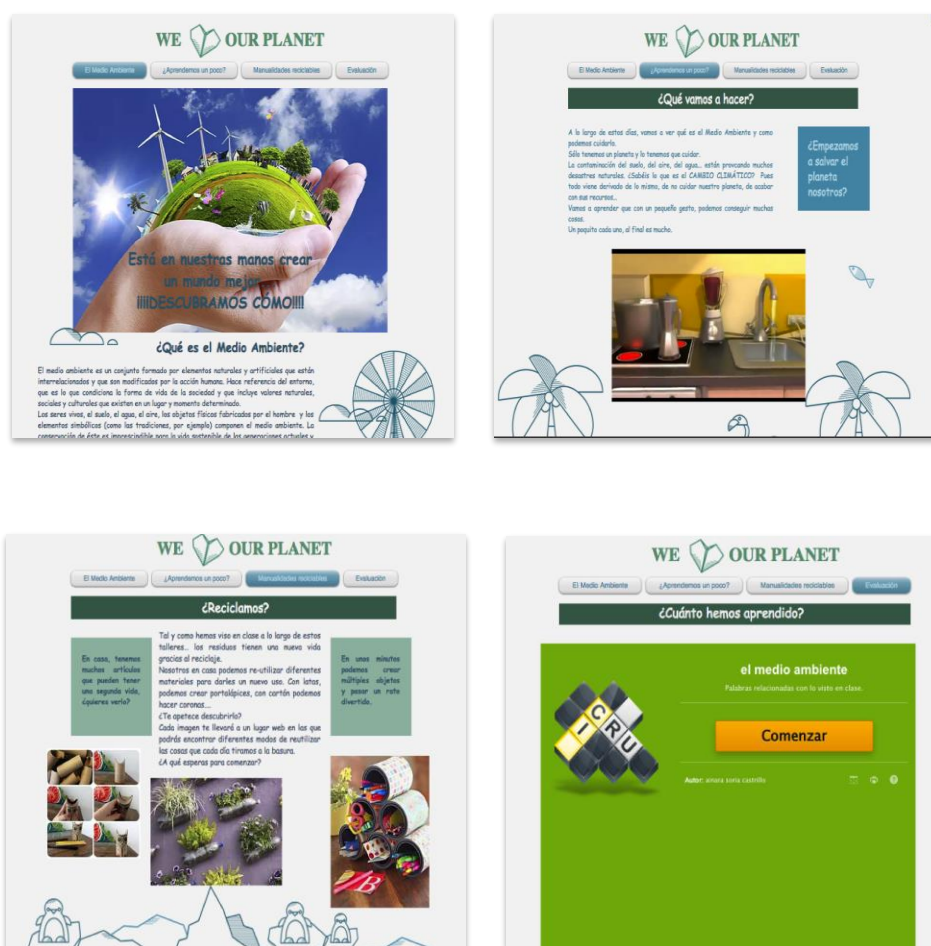


Figura 5.27 Secuencia planteada por el maestro A para la interfaz de su página web.

(EIC₁. TFG. Junio de 2015)

El maestro en formación B, con la investigación sobre el vídeo como recurso para el fomento de valores y acciones proambientales editó su propio vídeo ¡Reacciona! No te hagas

el indiferente, donde incluía diferentes aspectos relativos a problemas ambientales actuales: la isla de plástico del Pacífico, la pérdida de biodiversidad en los ecosistemas a nivel mundial, entre otros.

Así mismo, durante la EIC₂ la profesora de ciencias en formación inicial D utilizó la plataforma *Edmodo*³⁰ (veáse Figura 5.28) para aplicar un test utilizando ítems PISA (OCDE) liberados sobre el medio ambiente, lo cual le permitió recoger datos de manera eficaz y responder a la problemática relativa a la disposición de tiempo para aplicar la prueba desde el centro educativo en el cual realizó su Prácticum.



Figura 5.28 Interfaz del *Edmodo* construido y utilizado por la profesora D para aplicar el cuestionario con ítems Pisa.

(EIC₂. TFM. Junio de 2016)

El uso de esta plataforma según la profesora de Ciencias en formación D fue una herramienta útil, sin embargo, implica la inversión de tiempo para su gestión y familiarización:

Profesor D: Fue una experiencia exitosa y se considera una herramienta muy útil, versátil y fácil de manejar para facilitar el proceso de enseñanza- aprendizaje, y realizar este tipo de pruebas a los alumnos, aunque dispone de múltiples aplicaciones. Por el contrario, el docente requiere dedicación a la plataforma. Queda así demostrado el objetivo de que el empleo de este tipo de pruebas favorece

³⁰ <https://www.edmodo.com/?language=es>. Edmodo es una plataforma tecnológica, social, educativa y gratuita, que permite la comunicación entre los alumnos y los profesores en un entorno cerrado y privado a modo de [microblogging](#), creado para un uso específico en educación. Proporciona al docente un espacio virtual privado en el que se pueden compartir mensajes, archivos, enlaces, calendario de aula, así como proponer tareas actividades y gestionarlás. Reseña recuperada de Wikipedia.

la comprensión de fenómenos ambientales, y no sólo valora los conocimientos adquiridos en la enseñanza formal, sino que también tiene en cuenta las habilidades y destrezas de los alumnos, adquiridas a lo largo de su vida. Después de exponer las estrategias/diseños didácticos propuestos por los docentes en formación inicial, es necesario reconocer que el uso de herramientas TIC.

(EIC₂. TFM. Junio de 2016)

Es notorio que los docentes en formación inicial y continua, conocieron y utilizaron diferentes herramientas TIC, sin embargo, la mayoría estaban vinculadas con la gestión del aula, lo que no necesariamente puede ser considerado como una innovación en EA. Es decir, proyectar un video, utilizar una plataforma o construir una página web es claramente un avance y apunta a la transformación de las aulas y ambientes de aprendizaje tradicionales, además, dinamiza los roles profesor-alumno, sin embargo, otra perspectiva en torno a la simbiosis entre las TIC y la EA podría pensar el desarrollo de tecnología para solucionar problemas ambientales reales: el uso de simuladores, la modelación computacional de fenómenos ambientales, el desarrollo y uso de realidad virtual y realidad aumentada, entre otros.

5.6 La investigación colaborativa en EA

El proceso de investigación colaborativa en EA obedece al sistema dos del modelo de formación de docentes, el cual emergió de la RSL, como un mecanismo eficaz para favorecer diferentes tipos de conocimiento en los docentes que a diferencia de los docentes que participaron en las EF, tenían la oportunidad de ir a centros educativos y estar en contacto con alumnos de educación primaria, secundaria y bachillerato. Es decir, si bien las experiencias de formación (EF₁₋₂₋₃) pretendían permear los programas de formación inicial y continua de los docentes con lo ambiental, desde los componentes disciplinar y metadisciplinar sobre el medio ambiente, curricular y didáctico, podemos decir que las experiencias de investigación colaborativa apuntaron a la inclusión de otros grupos de docentes en formación y de la misma favorecer el desarrollo de un componente de nivel superior de pensamiento como es el de la investigación colaborativa.

Recordamos que la colaboración en los procesos de investigación está descrita en cuatro fases: identificación con la EA, estructuración teórica, planteamiento y desarrollo metodológico y por último la fase analítica. De tal manera que el análisis de los resultados de esta declaración temática gira en torno a tres categorías de análisis: los procesos de investigación, el efecto que las investigaciones de los docentes tienen en los centros educativos y las dinámicas colaborativas.

En sintonía con lo anterior, los docentes en formación inicial que participaron en los procesos de investigación colaborativa eran alumnos de dos programas de formación de la Facultad de Educación y Trabajo Social de la Universidad de Valladolid, sin embargo, para efectos de claridad y unificación durante toda esta tesis doctorales han sido denominados maestros en formación (Primaria), profesores de ciencias en formación inicial (Secundaria y Bachillerato).

5.6.1 Los procesos de investigación colaborativa

Esta subcategoría permitió caracterizar los procesos de investigación llevados a cabo por los docentes en formación durante su practicum (I o II) y en el marco de la realización de los TFG o TFM. Además, se pretende responder a las siguientes preguntas informativas:

5.1-¿Qué aspectos de las dinámicas y problemáticas escolares tienen en cuenta los docentes en formación para el planteamiento de preguntas de investigación en EA?, 5.2-¿Qué tipo de objetivos de investigación se plantean los docentes en formación inicial?, 5.3-¿Qué tipo de investigaciones plantean los docentes en formación?

Cabe resaltar que los maestros en formación inicial durante la EIC₁ estaban realizando su Prácticum y al mismo tiempo su TFG, de tal manera que el equipo colaborativo pensó en la oportunidad de plantear un ejercicio investigativo que tocara la escuela y sus prácticas en EA. Es decir, tender lazos, tejer relaciones entre la investigación educativa tradicionalmente vinculada con el espacio de formación universitaria, con la escuela desde ejercicios más sistemáticos y reflexivos, en este caso alimentados por la multiperspectiva que ofrece la investigación colaborativa. Por su parte, los profesores de ciencias en formación inicial también desde el marco de su período de práctica y con el objetivo de realizar el TFM, se enfocaron en plantear investigaciones que reflejaran la realidad de los centros educativos y aportar a la caracterización de la EA que se oferta en los niveles de educación secundaria y bachillerato.

Se debe mencionar, que dicha colaboración fue completamente voluntaria, de hecho la tutora de la universidad (TU) quien era la responsable de dichos procesos y también como directora de esta tesis doctoral, llevó a cabo una convocatoria abierta para todos los alumnos de ambos programas en las cohortes 2014-2015 y 2015-2016, de tal manera que los cinco participantes (tres en la EIC₁ y dos en la EIC₂) manifestaron su conformidad para hacer parte del proceso y durante la primera sesión se establecieron unos acuerdos de comunicación y gestión del tiempo y espacios de acompañamiento.

Una característica de los cinco docentes, es que sin importar su nivel de formación, es decir los que participaron en EIC₁ estaban cursando su Grado y los de la EIC₂ estaban en un nivel

postgraduado (Máster), la invitación para realizar una investigación en EA les pareció interesante por la situación de degradación actual de los ecosistemas y las problemáticas ambientales globales. Sin embargo, también se sentían confundidos y ansiosos por enfrentar la realidad educativa y adicionalmente vincular su Prácticum con un ejercicio investigativo colaborativo que se reflejara en un TFG y TFM a manera de informe. Así que se preguntaban por lo que harían en el aula, cómo lo harían y de qué manera se debía escribir este tipo de experiencias.

El acompañamiento del PA y TU fue determinante en la medida que ayudaron a canalizar dicha ansiedad y a sortear algunas dificultades con las que se iban encontrando los maestros en formación inicial. Además, en la fase de sensibilización, se llevaron a cabo una serie de encuentros colaborativos donde se dialogaba sobre las perspectivas actuales de la EA, las problemáticas reportadas en la literatura y los enfoques investigativos en este ámbito.

TU: lo que queremos decir es que lo más completo es tu elaboración del proceso y la puesta en práctica, que podemos solamente generar una propuesta, aplicar un instrumentos, comparar, pero lo ideal es intervenir. Con esto lo que te queremos decir es que en el peor de los casos, te hacemos una propuesta pero también te vamos a ayudar a buscar soluciones a los problemas que vayas teniendo. Desde un punto de vista cronológico, lo más importante es que durante los dos primeros meses avances en la fundamentación teórica.

PA: además podemos ir estudiando enfoques metodológicos para que vayas fortaleciendo ese conocimiento y luego cuando se decida cuál es la más apropiada para ti hayas avanzado en eso. Además, puedes ir mirando investigaciones que ya se han realizado en EA, a manera de ejemplo. Esta propuesta de aprendizaje colaborativo con diferentes agentes que interaccionamos para fortalecer tu proceso investigativo. Podemos ir ayudándote a canalizar el proceso, cuando vayas al aula te ayudo con la lectura de contexto para tomar decisiones y eso favorezca el proceso.

TU: Te vamos a ayudar con el plan A y con el plan B. Tienes que ir leyendo, estudiando, escribiendo.

PA: la idea es que desarrollen unas habilidades de sistematización de datos, de reflexión crítica, de escritura y de análisis. Mas allá de una posible intervención, todos los estudios en EA son importantes porque ayudan a consolidar un área poco estudiada comparativamente con otras.

(EIC₂, fase de identificación. Transcripción de audio de encuentro colaborativo. 22/01/2016)

Así mismo, PA se encargó de ampliar la visión a los docentes y ofrecer una amplia gama de rutas investigativas en EA:

PA: La investigación en EA se puede organizar en varias categorías: Investigaciones históricas que estudian la evolución de concepciones en el tiempo (como estudios longitudinales). Estas investigaciones pueden ser en contextos educativos, por ejemplo las concepciones de medio ambiente o de un concepto puntual que tienen los alumnos en un tiempo determinado con o sin intervención. Aunque también pueden ser estudio hermenéuticos, por ejemplo ¿Cuál era la concepción de animal hace 100 años y cuál es la concepción que se tiene hoy? Sobre todo con todos el surgimiento y la fuerza que

han tomado los movimientos animalistas. Investigaciones para el desarrollo de instrumentos: a partir de una lectura asertiva de contexto, pero ¿Qué es eso? Pues que vas a un centro estudias las dinámicas, el currículo, las prácticas educativas y diseñas una estrategia (que puede ser un proyecto también) para ser aplicada. Sin embargo, es solo un tipo de investigación, no todas las investigaciones en EA son intervencionistas y no solo las intervencionistas son importantes, válidas. La evaluación de los conocimientos y actitudes donde se utilizan escalas o cuestionarios como instrumentos metodológicos y para responder a un objetivo se analizan una serie de variables. La evaluación de programas de EA que están siendo implementados. Esto incluye materiales, libros de texto. De metodologías y estrategias didácticas, por ejemplo comparar dos estrategias que tradicionalmente se han implementado en EA para contrastar. En relación con el nivel ambiental es decir desde el concepto amplio de medio ambiente o si yo quiero mirar un concepto específico por ejemplo ¿qué piensan las personas sobre el desarrollo sostenible? Sobre el agua, sobre las basuras, sobre el territorio. El enfoque, EA formal y no formal. En periodismo, por ejemplo estuve un curso sobre análisis cualitativo con atlas.ti y el profesor que lo dictaba nos contó que hizo su investigación de doctorado a partir del análisis de contenido de los informes que los medios de comunicación presentan sobre los encuentros de medio ambiente o cambio climático. En relación con los sujetos, si es para alumnos de primaria, de secundaria, para profesores, con los padres de familia, formación de profesores.

(EIC₂, fase de identificación. Transcripción de audio encuentro colaborativo. 11/02/2016)

En dichos encuentros además, se les proporcionaba material para lectura y se compartían los hallazgos que los docentes iban teniendo en los primeros estadios de su Prácticum a través de la sugerida lectura de contexto, la cual proporcionaba información relevante sobre las dinámicas escolares en lo relativo a la EA.

Otro aspecto determinante en este punto del proceso fue el hecho de encaminar y formalizar las primeras visitas a los centros educativos a través de lecturas de contexto, las cuales enfocaron la mirada hacia la realidad educativa particular en este caso desde la óptica de la EA, que además, podrían obstaculizar o potenciar las intervenciones futuras. A continuación exponemos en la Tabla 5.18 los hallazgos de los docentes en relación con algunos aspectos relevantes: libros de texto, currículo, profesores, alumnos y prácticas tradicionales en EA.

Tabla 5.18 Aspectos relevantes en la lectura de contexto realizada por los docentes al iniciar el proceso de investigación escolar.

(EIC₁₋₂. Fase de identificación. Transcripciones de audio encuentros colaborativos)

Aspecto	Evidencia explícita	Docentes que lo mencionan
Libros de texto	Ausencia de contenidos ambientales	A-C
	Libro como referente curricular	B-D
Currículo	Lineal/unidisciplinar	B-C

	Altamente estructurado	C-A
Profesores	Dirigidos por el libro de texto	A
	Metódicos	A
	No creen en la transversalización de la EA	C
	No abren espacio a propuestas innovadoras	B
Alumnos	Sensibles y concienciados frente al medio ambiente	A-C
	Motivados para llevar a cabo acciones pro ambientales	A
	Críticos frente a la realidad y problemáticas ambientales	A-B-C
Prácticas tradicionales	Proyectos ambientales en el centro con acciones puntuales tipo clasificación de residuos sólidos	A-B-C
Ambientes de aprendizaje	Aula de clase tradicional, no se utilizan otros espacios que hay en la institución y se evitan las salidas de campo	D
Proceso de enseñanza y aprendizaje de lo ambiental	Desde ciencias del medio, dificultad para vincular lo ambiental a otras áreas de conocimiento. No hay evidencia de interdisciplinariedad o transdisciplinariedad. Lo ambiental como aspectos que se mencionan, no se profundiza.	A-B-D-E

Estas evidencias permiten reconocer que los docentes consideraron que a pesar de que estos centros educativos están abiertos a recibirlos y ofrecerles la oportunidad de tener sus primeras experiencias, tienen todo muy estructurado, un currículo establecido como establece la normativa vigente, pero que no da espacio para propuestas innovadoras y diferentes, incluso ni para flexibilizar los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación; generalmente la organización curricular está direccionada por los contenidos que proponen los libros de texto, de hecho la directriz del TUC para posibilitar la integración de la EA en los grados asignados (especialmente para los maestros de primaria) fue ubicar temáticas en los libros de texto y conectarlas. Manifestaron también, que los profesores de los centros ya tienen sus actividades planteadas y es difícil incorporar estrategias diferentes en EA. Así mismo, otro aspecto a rescatar es que los sondeos que realizaron los docentes en formación, les permitió reconocer que los alumnos tanto de primaria, como de la ESO y bachillerato manifestaban emociones como preocupación, angustia y compromiso por los asuntos ambientales, es decir, se mostraban sensibles por las problemáticas y se interesaban por aprender más.

Maestro A: Un niño me dijo que si eran tan importantes los espacios protegidos porque no hay más papeleras o sitios en los que depositar cada tipo de residuos, es el niño que te cuento dice que va con su mamá, con las bolsas recogiendo la basura en sus salidas al campo, así que dice que su mamá debe traer la basura hasta que haya unos contenedores porque no hay disponibles.

(EIC₁, fase de identificación . Transcripción de audio, encuentro colaborativo. Abril de 2015).

Lo anterior da cuenta de la apertura e interés que tenían los alumnos del maestro A por lo ambiental, además, por lo motivador que les resultó abordar este tipo de situaciones, esto dio luces al maestro en formación sobre temas o problemas que es preciso abordar porque ya existe la inquietud en el alumnado por ejemplo el comportamiento en espacios naturales y el manejo de residuos sólidos. Este asunto ya había sido reportado en múltiples investigaciones, por ejemplo Galli, Bolzan de Campos, Bedin y Castellá-Sarriaran (2013) a través de un estudio de actitudes ambientales en infantes encontraron que “los niños demostraron preocuparse con la crisis ambiental y mencionaron tener actitudes ambientales cotidianas y de activismo” (p.461). Lo anterior está en sintonía con investigaciones como las realizadas por Eagles y Demare (1999) y Evans, Brauchle, Haq, Stecker, Wong y Shapiro (2007).

En relación con las prácticas tradicionales en EA, los profesores B y C mencionaron que lo ambiental se alude durante jornadas específicas y puntuales. A su vez, disponen de los recipientes para la clasificación de los residuos sólidos y este tema parece ser un punto de interés común. Además, en el caso del profesor C hay evidencia de que el centro educativo tiene experiencia en el trabajo por proyectos, así que le dan a conocer sus logros y le invitan a desarrollar una estrategia en EA desde esta perspectiva, lo cual es un insumo interesante, aunque podría considerarse contradictorio con las posiciones que asumen algunos profesores del mismo centro y su evidente dificultad para pensar en una forma de integrar o darle un sentido transversal a las cuestiones ambientales dentro del currículo.

Este último asunto, resultó ser problematizador en el proceso, incluso los mismos docentes que participaron en las EIC consideraban al iniciar el proceso que la transversalidad y transdisciplinariedad era posible, pero su discurso los contradecía y daba cuenta de incredulidad y dificultades de asociación de conocimientos disciplinares.

Profesor E: Lo medio ambiental yo lo relaciono con la química, no con la Física, aunque lo ubico mucho más fácil en la Biología.

(EIC₂, fase de identificación. Transcripción de audio encuentro colaborativo. 11/02/2016)

Esta reflexión nos vuelve a poner frente a la sistemática discusión que desvela la necesidad de desestructuración del conocimiento sobre el mundo y particularmente sobre las cuestiones ambientales. La dificultad para transversalidad la EA o para darle la real connotación de conocimiento transversal, ha emergido en esta tesis doctoral a través del análisis de las

diferentes declaraciones temáticas y categorías de análisis. Ahora bien, esta discusión naturalmente tienen una directa relación con lo mencionado por Mayer (1998):

Reconocer que hace falta pasar de una cultura reduccionista a una cultura de la complejidad lleva a hacerse preguntas sobre los procesos de adquisición de conocimiento. En la cultura ecologista se habla a menudo de enfoque sistémico y de «holismo», pero el reduccionismo no se encuentra tanto en el punto de vista disciplinar: Bateson afirma que cada conocimiento está construido y se ubica con respecto a la realidad como un mapa con respecto al territorio. El problema aparece en el momento en que se confunde el conocimiento disciplinar con la realidad, el mapa con el territorio. (p.221)

Es decir, las traducciones de estos como contenidos propositivos pueden ubicarse en un área de conocimiento, pero no se puede perder de vista que los fenómenos del mundo no están fragmentados, en tanto la comprensión de estos implica la vinculación de los conocimientos interiorizados y/o aprendidos desde las diferentes asignaturas, lo cual implica un mayor esfuerzo cognitivo si dichas relaciones no se han explicitado en los procesos de enseñanza. Lo anterior también se reflejó en la identificación teórica y la elección de objetivos susceptibles de vincular a las investigaciones, puesto que en las cinco investigaciones las perspectivas teóricas implicaron vinculaciones poco tradicionales: la enseñanza sobre el agua y las inteligencias múltiples, EA y TIC, EA y el uso de pruebas estandarizadas PISA, entre otros.

Ahora bien, la formación metodológica es la presunción de que todas las ideas iniciales que tienen los docentes se pueden canalizar en procesos de enseñanza, aprendizaje, evaluación e investigación formales, que implican sistematicidad y planeación consensuada de la acción. En últimas pretendíamos dar cuenta de la posibilidad, pertinencia y efectividad del acompañamiento para trascender de planteamientos puntuales a procesos un tanto más sistemáticos y críticos a través de la investigación colaborativa. Así que lo primero, es dejar ver la complejidad de este tipo de procesos en la formación de docentes, puesto que ellos a pesar de haber recibido algunas asignaturas donde se les aproxima a la investigación educativa, consideraron que esta labor está enmarcada únicamente en formaciones posteriores de Máster y Doctorado, además, no han escuchado hablar de redes o comunidades de aprendizaje y menos de investigación colaborativa.

Maestro A: ¿O sea que el TFG es una investigación?

Maestro B: ¿Así que a la hora de hacer mi TFG propongo mi tema y luego hago el análisis, la fundamentación?

(EIC₁, fase de identificación. Transcripción de audio encuentros colaborativos. 05/03/2015).

Con respecto a las inquietudes que tienen los profesores al iniciar esta experiencia en aula, están relacionadas con el aspecto metodológico, puesto que evidentemente la primera reacción es el planteamiento de actividades puntuales que emerge del contraste entre la lectura del currículo, el libro de texto guía y la realidad de aula, los lleva al planteamiento de actividades para aproximar a sus estudiantes a la naturaleza (de manera descriptiva) o a simulaciones de laboratorio o experiencias en relación con una problemática. Sin embargo, estas posiciones son abordadas y contrarrestadas a medida que se dan los encuentros del equipo colaborativo, pues el objetivo es facilitar el paso a procesos más consensuados, más reflexivos que impliquen la reorganización de contenidos, la lectura de contexto, la planeación y sistemática de las experiencias y el análisis.

Había un interés de los docentes por las secuencias o unidades didácticas, puesto que, las han abordado en diferentes asignaturas y a futuro las consideran como una herramienta ineludible. Así que, este recorrido conectó los asuntos didácticos a los procesos de investigación en EA, a través de la progresión a lo más complejo y coyuntural que es lo transdisciplinar, dejando ver su preocupación por encajar temáticas ecologistas en otras asignaturas como lengua o matemáticas.

La intervención del PA y del TU posibilitaron el tránsito de lo operativo (diseño y aplicación) a lo investigativo establecimiento de objetivos, reconocimiento conceptual (constitución de un marco teórico):

Maestro C: Así que a la hora de hacer mi TFG propongo mi tema y luego hago el análisis, la fundamentación

PA: Si claro...ahora todo proceso empieza con las preguntas didácticas tuya ¿cómo se enseña?, ¿cómo se aprende?, ¿qué debo enseñar?. ¿cómo lo debo enseñar?. Así que lo primero es determinar la temática que vas a trabajar, porque si vas a trabajar sobre el agua ¿qué del agua quiero que aprendan mis estudiantes?

Maestro C: ¿En qué tipos de objetivos me centro? Porque son los míos, los del currículo, los de la LOMCE o los de la LOE. Porque, bueno entonces yo realizo mi unidad didáctica y recojo datos, luego los análisis para mirar lo que ha pasado, pero ¿mi unidad didáctica la tengo que incluir dentro de TFG o no?

PA: En tu unidad didáctica cada actividad deberá estar muy detallada con objetivos, procedimiento, luego en el TFG puede que solo menciones las actividades y luego en anexos incluyes la unidad didáctica completa. [...] la idea es que en tu TFG concluyas que es necesario visibilizar procesos, el trabajo práctico, es decir, no solo decir de donde procede el agua, si no mos trarles una imagen, un video, utilizar diversas herramientas.

Maestro C: Claro es que yo no quiero como quien dice vomitarles el conocimiento, yo quiero que ellos se pregunten y encuentren respuestas en el proceso.

PA: La idea es que contrastes el antes y después de la estrategias que propones. Mira que acá simplemente hablando cuanta información emerge, así que debe haber evidencia de múltiples intervenciones. (se habla mucho sobre la estrategia encontrada)..en resumidas cuentas me parece que este trabajo es muy potente y no te puedes olvidar de puntualizar sobre el proceso de evaluación.

Maestro C: Si pienso utilizar todos los recursos disponibles en el cole como la pizarra electrónica, aula libres, biblioteca, aula de informática. Ahora me preocupan los referentes del TFG

PA: Pues realmente deben tener elementos propios de la Educación Ambiental, del currículo de primaria, de las teorías que soportan la intervención.

(EIC₁, fase de identificación . Transcripción de audio de encuentro colaborativo. 05/03/2015)

A continuación en la Tabla 5.19 se presentan los objetivos depurados que se generaron para los cinco ejercicios investigativos:

Tabla 5.19 Objetivos planteados por los docentes en formación para sus investigaciones.

(EIC₁₋₂. TFG y TFM)

Iteración Exploratoria EIC ₁			Iteración Evaluativa EIC ₂	
A	B	C	D	E
Integrar los contenidos medio ambientales sobre gestión de Residuos sólidos en 4o de Educación Primaria a través de las Tics como una herramienta favorecedora de la Enseñanza y Aprendizaje.	Sensibilizar al alumnado de la problemática ambiental, de forma que sean parte activa del cambio mediante el desarrollo de valores y acciones proambientales para el fomento de la responsabilidad ambiental al utilizar los vídeos didácticos como recurso en el proceso de enseñanza-aprendizaje.	Implementar una estrategia didáctica fundamentada en la Teoría de las Inteligencias Múltiples favoreciendo el abordaje de contenidos ambientales de manera inclusiva en el primer curso de la etapa de Educación primaria.	Conocer las actitudes y conocimientos de dos grupos de adolescentes, de bachillerato con formaciones optativas diferentes, sobre la problemática medioambiental. • Analizar la influencia del currículo sobre la adquisición de conceptos y actitudes medioambientales en dos modalidades formativas pertenecientes al nivel de bachillerato.	Diseñar y aplicar una prueba a través de la plataforma virtual Edmodo, con ítems liberados de PISA relacionados con problemas ambientales y reconocer en qué medida se produce la comprensión de dichos fenómenos en el alumnado de 3o de ESO y 1o de Bachillerato de Ciencias.

Posteriormente, al planteamiento de los objetivos de investigación el reto fue la identificación metodológica. En el caso de los maestros A y C, el rastreo a través del enfoque cualitativo llevó a considerar que sus investigaciones tenían una clara perspectiva desde la Investigación-Acción, en tanto lectura de contexto, problematización, generación de alternativa de gestión que para estos casos fue una estrategia didáctica cada una desde un enfoque diferente y posteriormente ciclos de acción, reflexión o evaluación retrospectiva y ajuste; lo anterior con procesos intermedios de recogida y análisis de datos de naturaleza cualitativa para ilustrar el fenómeno educativo de interés.

Por otro lado, en respuesta al limitado tiempo que tenían los docentes de implementar cualquier tipo de estrategia, el equipo colaborativo determinó el replanteamiento metodológico. En el caso del maestro B, implementó la edición de videos y llevó a cabo una metodología cuasi experimental con aplicación de un pretest y postest. Este hecho además, llevo a pensar en una significativa flexibilización del modelo, desde donde se pensara el desarrollo de investigaciones teóricas o caracterizaciones descriptivas, que no implicaran la inversión de tiempo con el alumnado, pero que de la misma forma aportaran a la generación de conocimiento en el centro educativo en relación con cuestiones ambientales.

En tanto, con el antecedente del maestro B, durante la iteración IEV, los profesores en formación inicial D y E plantearon investigaciones para estudiar diferentes situaciones asociadas a la EA, en lugar de aplicar estrategias y reportar los hallazgos. Particularmente, el profesor D planteó un estudio exploratorio porque consideraba que su problema de investigación había sido poco estudiado, así que ameritaba una adecuada caracterización de dos muestras de alumnos de bachillerato en lo relativo a las emociones y conocimientos sobre los residuos sólidos. La profesora E planteó un diseño metodológico cuantitativo, de naturaleza exploratoria y transversal para reconocer si algunos ítems de los propuestos en las pruebas PISA favorecen la comprensión de problemas ambientales.

Lo anterior es evidencia de la amplia gama de enfoques metodológicos que se pueden aplicar en este tipo de investigaciones en EA. Si bien en la primera versión del sistema 2 del modelo de formación, valoramos y proyectamos la generación de investigaciones que generaran estrategias para llevar al aula y posteriormente sistematizar y analizar el efecto en los procesos educativos en primaria, en la segunda iteración (IEV) se consideró que otro tipo de investigaciones son igual de válidas y necesarias en la generación de conocimiento en torno a la EA. Además possibilitaban también la formación de docentes desde los diferentes componentes: disciplinares y metadisciplinares, curriculares, didácticos e investigativos.

Cabe reconocer que los productos generados en esta fase de identificación metodológica. En primera instancia los maestros A y C plantearon estrategias didácticas que se mencionaron en la declaración temática anterior, página web y edición de video respectivamente. El maestro C construyó una secuencia didáctica sobre el agua, basada en la teoría de inteligencias múltiples (Lopera-Pérez, Posada, Villagrà, Huerga y Molpecerez, 2019). En todos los casos, las estrategias implicaban los procesos de recogida y análisis de datos. Adicionalmente, el profesor D construyó y validó con expertos un instrumento para medir conocimiento y actitudes sobre los residuos sólidos y la profesora E un instrumento con el uso de ítems de la prueba estandarizada PISA sobre medio ambiente.

5.6.2 *Aporte de las investigaciones colaborativas a los contextos educativos de educación primaria, secundaria y bachillerato*

En este apartado haremos referencia a los aportes que las diferentes investigaciones realizaron en el entorno escolar de los centros educativos, así que buscamos dar respuesta a las siguientes preguntas informativas: **5.4-¿De qué manera las investigaciones planteadas por los docentes en formación se reflejan en la realidad educativa relativa a la EA de los centros?, 5.5-¿Qué tipo de limitaciones tuvieron los docentes en formación para llevar a cabo sus procesos investigativos en EA?**

En relación con la primera pregunta informativa, resaltamos que en vista de los diferentes enfoques de las investigaciones dichos resultados obedecen a las intervenciones realizadas con los alumnos como es el caso de los maestros A, B y C, o de los conocimientos y actitudes reportadas por los profesores D y E. Así que se organizaron en códigos diferentes como se muestra en la figura 5.29:

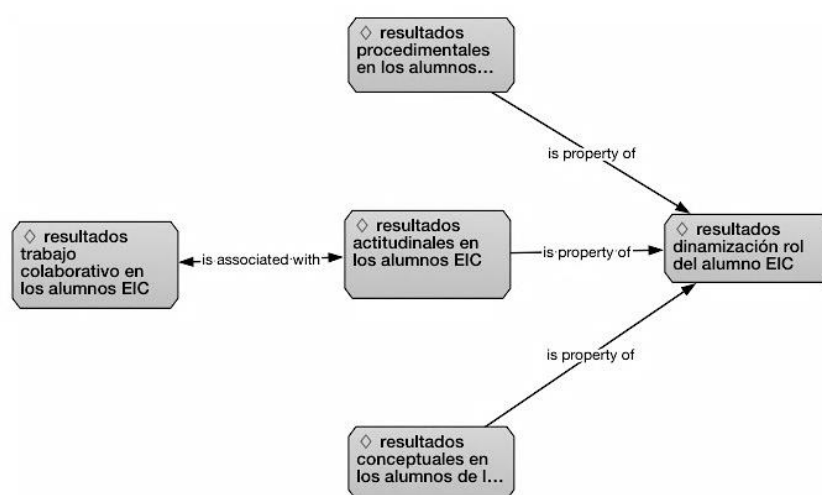


Figura 5.29 Network que expone los tipos de resultados relativos a los alumnos reportados por las investigaciones de los docentes en formación.

Reconocemos que fue un tanto complejo aproximarnos a los resultados de las investigaciones desde la perspectiva del alumnado, puesto que cada uno de los cinco ejercicios investigativos reportó resultados que provenían de procesos diferentes y a partir de datos de diferente naturaleza. Es decir, los resultados de los maestros A, B y C obedecían a procesos de intervención de aula, mientras que los resultados de los profesores D y E eran ejercicios de caracterización, exploratorios o transversales. Sin embargo como se muestra en la figura anterior, se hizo un esfuerzo desde el proceso de análisis cualitativo de datos, por comprender los aprendizajes en tanto actitudes, conocimientos y aspectos procedimentales.

En primer lugar, los resultados relacionados con el aspecto actitudinal señalan la preocupación, interés y sensibilidad de los alumnos tanto de primaria como de secundaria y bachillerato, por los temas ambientales cuando estos se llevan al aula. Esto también se reflejó en un aspecto de notada relevancia como es la motivación para aprender sobre las cuestiones ambientales, abordarlas en el aula e incluso reflejarlas en su vida familiar y social.

Maestro A: el punto fuerte de cara a la motivación de este taller, ha sido que todos han sido los profesores. Han sido los propios alumnos los que han contado a sus compañeros en qué eran expertos y que acciones debían llevarse a cabo. Esto hace que las explicaciones que se dan entre los pares, logre afianzarse mejor. Trabajar de manera conjunta y colaborativa, provoca que todos sean iguales y tengan las mismas oportunidades de trabajar y de participar en los talleres. Esto provoca en ellos una fuerte motivación

(EIC₁.TFG. Junio de 2015)

En este sentido, cabe mencionar que aquellos docentes que llevaron a cabo intervenciones en el aula como parte de sus investigaciones en los niveles de educación primaria, mencionaron en los resultados aspectos relativos a la conexión con el medio ambiente a la movilización emocional reflejada con el componente estético, ético, poético, musical.

También adquirieron la capacidad de tranquilizarse y relajarse con los sonidos de agua para poder continuar con el desarrollo de las sesiones.

Maestro C: También es capaz de relacionar la necesidad del agua en todos los seres vivos, y que si se contamina, los seres vivos se podrían poner enfermos o incluso morir. El alumnado, igualmente, es capaz de conocer aspectos de naturaleza acuática, como son en qué estados se encuentra, y a raíz de eso, relacionar que hay poco agua líquida, que es la que se puede beber, y de esa agua líquida hay poco agua potable.

(EIC₁.TFG. Julio de 2015)

Lo anterior da cuenta del reconocimiento y valoración de otras formas de vida a través de ejercicios de atención plena en pro de la conexión con la naturaleza, lo cual ha sido referenciado por Russell (2005) y Amel, Manning y Scott (2009), incluso Woodsc y Moscardo

(2003) quienes consideran que un modelo de atención plena se puede utilizar para comprender el efecto de la interacción con la vida silvestre y posteriormente dirigir el diseño de experiencias que mejoren el aprendizaje y el disfrute.

En contraposición, las investigaciones realizadas con alumnos de secundaria y bachillerato reportaron el alejamiento de la realidad. La incapacidad de valorar críticamente la realidad haciendo uso de los conocimientos sobre el mundo aprendidos en las áreas tradicionales. Es decir, no solo con la mención de cuestiones ambientales en el aula o con el abordaje informal y superficial se logra consolidar y/o estructurar esa posición crítica que se requiere para favorecer el compromiso y posteriormente favorecer acciones en pro del medio ambiente.

Otro aspecto relacionado con lo actitudinal es el trabajo colaborativo entre los alumnos reportado puntualmente por los maestros A y C. El hecho de mencionar este asunto en los resultados, da cuenta de que las intervenciones o estrategias aplicadas al aula en los dos casos se pensaron para potenciar la valoración por el conocimiento que se genera y comparte de forma colaborativa. En EA se considera que el trabajo colaborativo es de gran relevancia:

Maestro A: trabajar de manera conjunta y colaborativa, provoca que todos sean iguales y tengan las mismas oportunidades de trabajar y de participar en los talleres.

Ayuda también al trabajo cooperativo entre los mismos, algo necesario hoy en día.

(EIC₁. TFG. Junio de 2015)

Maestro C: el alumnado ha desarrollado o adquirido la capacidad o habilidad de trabajar en grupo.

(EIC₁. TFG. Junio de 2015)

La evidencia del trabajo colaborativo sobre el cual reflexiona el maestro C, se presenta a continuación en la Figura 5.30.



Figura 5.30 Evidencia del trabajo colaborativo en una de las actividades planteadas por el maestro C.

(EIC₁. TFG. Junio de 2015)

En segundo lugar, los resultados conceptuales referencian conocimientos que posibilitan comprender las dinámicas ambientales. Se espera que haya sintonía entre las actitudes y conocimientos, de hecho muchas investigaciones tratan de reconocer la relación real entre estos dos aspectos y la manera en la que condicionan la acción en la educación primaria secundaria y bachillerato (Bradley, Waliczek y Zajicek, 1999; Jensen, 2002). Sin embargo, este no es el objeto de estudio de esta investigación, así que lo que se quiere es visibilizar los resultados en relación con el conocimiento que fueron incluidos por los docentes en sus informes.

Los informes de investigación dejan ver que los docentes investigadores consideraban que los alumnos en todos los casos, tienen conocimientos básicos sobre los diferentes asuntos ambientales según el niveles. Sin embargo, el sistema educativo debe repensar la forma de reestructuración del conocimiento para favorecer aprendizajes más profundos y amplios no solo desde la ecología, sino también desde todas las áreas y desde la perspectiva local global. La energía eólica, pero sobre todo la hidráulica, sean tan poco conocidas, cuando su obtención es procedente de los elementos básicos del agua y el aire. Además, sus infraestructuras son muy comunes y visibles a lo largo del territorio español y de Castilla y León, pueden observarse los molinos y las presas simplemente al viajar.

Maestro B: Cuando se realizó el brainstorming los individuos se referían continuamente al reciclado, pero en ningún momento se hizo alusión a la reutilización de los recursos ni a la reducción de los mismos

El grado de conocimiento sobre el medio y la percepción de problemas ambientales a esta edad es muy baja.

Tras la finalización de esta propuesta puede concluirse que el grado de conocimiento acerca del medio ambiente y su problemática, por parte del alumnado, es muy pobre

(EIC₁. TFG. Junio de 2015)

Profesor D: Resalta que en los dos grupos no se considere que los residuos afecten a la salud pública, lo que indica un alejamiento de la realidad y una falta de toma de conciencia.

(EIC₂. TFM. Junio de 2016)

Adicionalmente, más allá de los conceptos, están las relaciones y el conocimiento puesto en contextos reales.

Profesor D: Muchos/as de los/las encuestados/as responden que el derroche de recursos y energía no es un impacto asociado a la generación de residuos. Esto se puede deber a la ausencia de conexión de conocimientos y al hecho de creer que el planeta tiene recursos infinitos, debido a que vivimos en una sociedad desarrollada sin ninguna traba, por lo general de conseguir lo que se necesita y más.

Por otro lado, hay gran confusión sobre qué tipo de vidrio va en el contenedor verde, habiendo contestado erróneamente más del 90 % de los alumnos/as de los dos grupos que un vaso de cristal va en el verde.

Se observa en muchos casos una desconexión de los conocimientos con la vida cotidiana y la aplicación de sus conocimientos a su entorno próximo.

(EIC₂. TFM. Junio de 2016)

Profesora E: Se aprecia una confusión común de varios alumnos de 3º de ESO, que presentan que el aumento del CO₂ es el causante de que la capa de ozono se destruya, lo que es incorrecto, ya que un aumento en la concentración de este gas general calentamiento global.

Como conclusión destaca que más alumnos de lo responden correctamente y en ambos niveles hay una tendencia errónea a elegir la opción D ya que piensan que los CO₂ emitidos por las centrales eléctricas que utilizan biocombustibles y combustibles fósiles, tienen propiedades químicas diferentes, y no es correcto, ya que el CO₂ emitido tiene las mismas propiedades químicas.

En los alumnos de 3º y al igual que se observó durante las prácticas del máster, se aprecia una deficiencia de contenidos relacionados con el medio ambiente, así como una confusión de conceptos que no están claros, y se mezclan entre sí. Esta conclusión corrobora lo que se defiende en este estudio, y es la falta de contenido de fenómenos ambientales, que se imparte en asignaturas como Física y Química, a pesar de formar parte del currículo y ser conceptos transversales a otras asignaturas.

(EIC₂. TFM. Junio de 2016)

Así que las evidencias explícitas presentadas, permiten reconocer que desde la óptica de los docentes las cuestiones ambientales no están lo suficientemente incluidas en el currículo. Además, no se le da protagonismo didáctico y estos aspectos se reflejan en el poco

dominio y vago establecimiento de relaciones conceptuales para explicar adecuadamente los procesos implicados en las cuestiones ambientales. De tal manera, que aún podemos evidenciar una falencia en el sistema educativo, puesto que reduce la capacidad de los alumnos para la construcción de proposiciones, argumentos y posiciones críticas frente a las situaciones que se presentan.

Ahora bien, en relación con los resultados procedimentales, las intervenciones favorecieron el desarrollo de habilidades para buscar y filtrar información sobre las diferentes cuestiones ambientales. Estos aspectos tienen que ver con el hecho de identificar carencias conceptuales y procurar mejorar la comprensión de las situaciones, conceptos y procesos relativos a lo ambiental.

Maestro A: Los alumnos han sido capaces de comprender la importancia del reciclaje de residuos, del porqué se deben realizar estas acciones y sobre todo, han logrado interiorizar la importancia de hacerlo, ya que viendo los vídeos que han buscado y la información hallada por ellos mismos, han logrado darse cuenta de que un poco de cada uno, al final es mucho.

(EIC₁. TFG. Junio de 2015)

De la misma forma se manifiestan diferentes el desarrollo de diferentes actividades para favorecer el manejo de residuos sólidos por ejemplo, como la clasificación en la fuente.

Profesor D: Los alumnos/as de Ciencias poseen hábitos de separación de residuos en diferentes fracciones desde el hogar, que los alumnos de Humanidades.

(EIC₂. TFM. Junio de 2016).

En síntesis es necesario resaltar que la exposición de los resultados en cada una de las investigaciones fue muy amplia. Por ejemplo en el caso del maestro C, el análisis estuvo centrado en dar cuenta del desarrollo de las inteligencias múltiples, de tal manera que describe los avances de sus alumnos en relación con la mejora de cada una de las inteligencias.

Las limitaciones que tuvieron las investigaciones reflejaron las dificultades reales para incorporar la EA en la educación formal. En primera instancia se mencionó el currículo, las directrices institucionales y planeaciones del quehacer docente con importante limitaciones de tiempo y recursos a la hora de implementar estrategias con un enfoque en lo ambiental. Además, en lo relativo a la EA se reportan experiencias de aula y enmarcadas en ciertas tendencias, mientras que como el enfoque de las inteligencia múltiples, la utilización de pruebas estandarizadas o sobre los estudios curriculares comparativos no hay muchos referentes teóricos.

En cuanto a las recomendaciones, los docentes en sus TFG y TFM respectivamente, consideraron que la importancia de la EA radica en que la integración del conocimiento permite

la comprensión de fenómenos reales cuya presencia actual da cuenta de situaciones críticas, así que la EA no solo permitió despertar vocaciones ambientalmente comprometidas, sino también entender como las acciones cotidianas pueden intensificar o reducir problemáticas.

5.7 Síntesis

Este capítulo es relevante para la tesis puesto que presenta los resultados y la discusión relativa a las dos iteraciones del modelo de formación desde los tipos de experiencias que se generaron: EF y EIC. Consideramos que dichas experiencias son muy diferentes y los participantes también tuvieron respuestas diversas a los procesos. Sin embargo, el análisis se canalizó gracias a las dos declaraciones temáticas: alfabetización ambiental y profesionalización docentes, además, de las respectivas categorías y subcategorías de análisis.

Alfabetización ambiental

- La primera categoría es conocimiento sobre el medio ambiente y la EA desde la perspectiva transdisciplinar, es decir, a través de la vinculación de diferentes conocimientos. Cabe resaltar que los participantes daban cuenta de niveles de conocimiento heterogéneos antes de llevarse a cabo las EF, sin embargo, se pudo evidenciar una reestructuración conceptual y conexión entre áreas de conocimiento a través del mapeo conceptual. Además, el componente curricular y didáctico, particularmente, la proyección de estrategias para el aula implicó la reflexión permanente sobre lo disciplinar.
- La segunda categoría actitudes ambientales reconoce el evidente interés personal y profesional de los docentes en formación inicial y continua por temas ambientales. El cuestionario final aplicado en las EF da cuenta de actitudes emocionales es decir, vinculación afectiva con lo ambiental, así mismo, la puntuación media y alta en lo relativo a las actitudes cognoscitivas y conductuales. Ahora bien, los participantes de las EIC dejaron de manifiesto su compromiso con desarrollar investigaciones en EA que se reflejaran en la escuela, lo cual es evidencia interés e iniciativa para abordar temas relativos a la EA.

Profesionalización docente

- Conocimiento curricular: Si bien en áreas de conocimiento tradicionales, lo curricular se da por sentado y está establecido por la normativa española, en la EA es un aspecto en reflexión permanente puesto que debe vincularse a otros currículos o favorecer el desarrollo curricular a manera de innovación. En las diferentes experiencias los participantes llevaron a cabo una aproximación al currículo español,

además, realizaron adaptaciones de temáticas particulares (cambio climático, recurso hídrico, residuos sólidos, entre otros). Así mismo, exploraron opciones transdisciplinarias al leer de manera horizontal los currículos de diferentes áreas intentando establecer relaciones entre contenidos, competencias y estándares de evaluación.

- Conocimiento didáctico del contenido: Cabe resaltar que es una de las categorías con mayor aporte de datos, puesto que los participantes se vincularon a diferentes enfoques didácticos (dados desde la RSL) y diseñaron estrategias con elementos diferenciados e innovadores, con actividades experienciales y prácticas. Ahora bien, los participantes se familiarizaron con diferentes herramientas y espacios para favorecer la apropiación conceptual, proyección curricular y didáctica, además, el trabajo colaborativo.
- Investigación colaborativa en EA: Esta categoría se consideraba exploratoria y emegió de la aplicación del sistema 2 del modelo de formación. Los resultados dan cuenta de consolidación de investigaciones que permitieron cualificar el período de práctica de los participantes desde el diseño particular de investigación, la recogida y sistematización de datos y el análisis (con diferentes niveles de profundidad), así como la escritura del informe (Trabajo Fin de Grado, Trabajo Fin de Máster según el caso). Adicionalmente, se debe mencionar que se plantearon diseños metodológicos variados: estudios de caso, Investigación-Acción, investigaciones cuasi experimentales.

Componente metodológico

De manera adicional, los resultados posibilitaron el ejercicio reflexivo-evaluativo o desde la metodología de Investigación Basada en Diseño la evaluación retrospectiva del modelo de formación en tanto procedimientos, ambientes, componentes, sistema social y estrategias. Además, se hizo un esfuerzo por presentar un análisis descriptivo soportado en la evidencia explícita, en procura de la conceptualización y triangulación entre datos y con la teoría, y de esta manera aportar a la construcción del conocimiento en EA particularmente en los procesos de formación de docentes.

Conclusiones, limitaciones y líneas de trabajo futuro

Comprender el lenguaje del medio ambiente implica valorar su gramática, literatura y retórica.

Stephen Schneider (1997).

1. Introducción

Este capítulo final presenta las conclusiones, limitaciones y líneas de trabajo futuro, en el marco de esta tesis doctoral. De esta manera hemos procurado dar respuesta puntual y sintética a las preguntas de investigación que direccionaron el proceso investigativo y demarcar los resultados y aportes a la EA y a la formación de docentes en el contexto local y a nivel general.

En un primer apartado se presentarán las conclusiones atendiendo a las preguntas de investigación que giran en torno al diseño del modelo de formación y a las dos declaraciones temáticas de la investigación: alfabetización ambiental y profesionalización docentes. Seguidamente, se hará referencia a las limitaciones personales e investigativas propias del proceso, así mismo, al alcance, los sesgos y procedimientos. Finalmente, el tercer apartado se remitirá a las líneas de trabajo futuro en relación con la EA en los procesos de formación de docentes.

A continuación en la Figura 6.1 expone la relación entre las preguntas de investigación, el enfoque metodológico y las contribuciones directas de esta tesis.

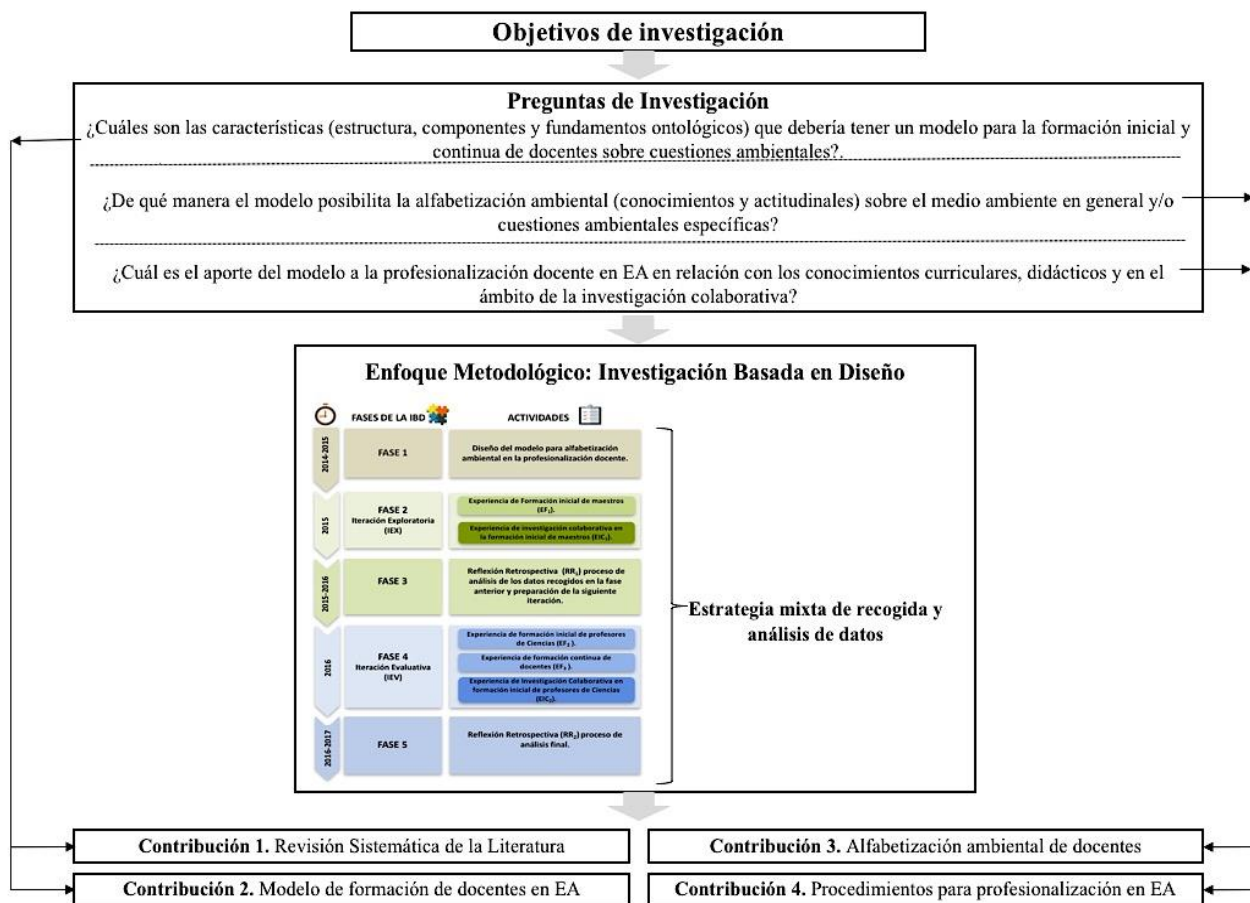


Figura 6.1. Esquema sintético de la tesis doctoral.

2. Conclusiones

Las conclusiones las expondremos en relación con las preguntas que direccionaron el proceso de investigación como se mencionó anteriormente. De tal manera que frente a la pregunta **¿Cuáles son las características (estructura, componentes y fundamentos ontológicos) que debería tener un modelo para la formación inicial y continua de docentes sobre cuestiones ambientales?** Encontramos que los modelos como representaciones de la realidad educativa, en este caso relativa a los procesos de formación inicial y continua de docentes, implican una delimitación conceptual/teórica y praxeológica, con miras al logro de objetivos formativos y a encaminar acciones presentes o futuras en los centros educativos y por ende en el aula de Primaria, Secundaria y/o Bachillerato. En relación con esta pregunta de investigación, se puede concluir que:

- La elaboración de la RSL permitió indagar a nivel nacional e internacional modelos didácticos/de enseñanza/instruccionales y brindó elementos sobre aspectos que se deben tener en cuenta en la formación inicial y permanente del profesorado. Es necesario reconocer que los procesos de formación de maestros y profesores aún son de corte tradicional y los reportes que indican ambientalización curricular son mínimos en relación con la oferta académica, de tal manera que el modelo se generó con la idea de aplicar unos procedimientos (descritos en sistemas, fases, componentes, estrategias) que se pudieran aplicar en diferentes grupos de docentes en formación y que tuvieran un enfoque fuertemente ambiental y transdisciplinar.
- El diseño del modelo para la formación de docentes fue un trabajo complejo, puesto que si bien se consideraba que debía apuntar a delimitar el rol de los participantes y de la formadora, de los materiales y los espacios de enseñanza y aprendizaje, leer detalladamente los reportes de otros investigadores y las características de los 60 modelos ubicados en la RSL, aportó significativamente al trabajo de diseño presentado en el capítulo 3. En este punto debemos resaltar que denominar a nuestros procedimientos y sus principios ontológicos como **modelo** implicó una serie de discusiones y reflexiones por parte de la investigadora principal de esta tesis doctoral. De hecho, desde estadios iniciales fue clara la necesidad de asumir este concepto con cautela, puesto que no se buscaba en ningún caso la generalización, pero sí la identificación de procesos y procedimientos que fueran relevantes en la formación de docentes en EA.
- La formación de docentes en EA no solo implica ahondar sobre situaciones o problemas ambientales concretos (componente disciplinar y metadisciplinar), si no también promover y proyectar acciones delimitadas y planeadas para aulas reales de contextos particulares y más allá, su aplicación implica procesos sistemáticos de investigación. Lo anterior fortalecería no solo conocimientos curriculares y didácticos (tal como en las experiencias de formación) sino también investigativos.
- Las EIC permitieron dar un paso más allá de las experiencias de formación, desde donde se fortaleció la práctica pedagógica, se formalizaron los procesos educativos y se le dio otro sentido a los docentes como “investigadores”. Este último aspecto, permitió resignificar la labor docente, la producción de conocimiento social y educativo, a su vez para favorecer procesos de innovación y transformación, así mismo resolver problemas relevantes en los contextos educativos donde los participantes realizaron sus Prácticum. A lo largo de este proceso hemos podido evidenciar que efectivamente la investigación implica niveles de pensamiento y posicionamientos educativos superiores a las dinámicas de formación tradicionales.

- Las estrategias didácticas como unidades estructurales del modelo, estaban articuladas con los sistemas, los componentes y las fases. Por ende, se utilizaron materiales diseñados exclusivamente para las diferentes experiencias y se activó el sistema social con la participación de diferentes agentes o actores.

La segunda pregunta de investigación fue la siguiente: **¿De qué manera el modelo posibilita la alfabetización ambiental (conocimientos disciplinares, metadisciplinares y actitudinales) sobre el medio ambiente en general y/o cuestiones ambientales específicas?**

- En relación con los conocimientos, el panel multimedia permitió a los docentes en formación-a nivel cognitivo- la estructuración y acomodación del conocimiento desde una perspectiva transdisciplinar. El centrarse en el contexto político e histórico de una situación ambiental como el cambio climático, movilizó los posicionamientos críticos y dio apertura para abordar el cambio climático; además, ratificó que se visibilizaran concepciones sobre el medio ambiente dominantes, además, las construcciones discursivas tenían un nivel superior a las presentadas en los razonamientos iniciales sobre las tensiones y/o problemas ambientales.
- Es importante resaltar que el mapeo conceptual fue una estrategia potencialmente significativa, puesto que favoreció los procesos de asimilación y diferenciación progresiva. Además, visibilizó la confluencia de diversos conceptos (procedentes de diferentes áreas de conocimiento) para la construcción de proposiciones sobre los nodos metadisciplinares relativos al cambio climático.
- En cuanto a lo actitudinal como aspecto de la alfabetización ambiental, concluimos que se ofreció un panorama en relación con las actitudes de los docentes que indica que este aspecto debe ser tenido en cuenta en los procesos de formación de docentes y que con el uso de instrumentos validados se pueden llegar a conclusiones importantes que podrían determinar acciones puntuales a implementar con los docentes en formación inicial y continua.
- Si bien la alfabetización ambiental es un término de mayor tradición en otros contextos investigativos como Australia y USA, forma parte del conjunto de nuevas alfabetizaciones (científica, digital, climática, entre otras) y es necesario adaptarla para proceso de formación de docentes, de quienes socialmente se espera que tengan mayores conocimientos y mejores actitudes hacia el medio ambiente, además, compromiso para abordar temáticas ambientales en el aula.
- Los resultados indican que a nivel de la Facultad de Educación y Trabajo Social desde los diferentes estamentos, se debe generar una profunda reflexión sobre la

inclusión de las cuestiones ambientales en el currículo, los planes de estudio y las guías docentes para los diferentes programas de formación (tanto de grado como de Máster e incluso de doctorado). Estos aspectos son necesarios para responder a las demandas nacionales e internacionales de dinamización de la educación hacia lo ambiental, sino también porque da cuenta de la voluntad política de las instituciones culturales (en este caso la universidad) para aportar al reconocimiento y solución de las problemáticas más relevantes de la humanidad, entre las que sin duda están las ambientales.

- Para el Centro de Formación Docente e Innovación Educativa CFIE la participación de los docentes en el curso “*El cambio climático una mirada desde el aula*” y los resultados de esta tesis doctoral les debería indicar la necesidad de mayor oferta de formaciones sobre cuestiones ambientales, desde la reflexión disciplinar, didáctica, curricular y además, con miras a estimular y promocionar consolidación de redes de docentes y/o comunidades de aprendizaje en EA.

La tercera pregunta de investigación **¿Cómo funcionan las estrategias incluidas en el modelo para la profesionalización de los docentes en EA?** La profesionalización docente la entendemos como aspecto que vincula la formación inicial y el desarrollo profesional. En nuestro caso apunta a develar los componentes propios de la labor pedagógica: curricular, didácticos, investigativo.

- En lo relativo al componente curricular, debemos mencionar que es uno de los fundamentos de la formación de docentes en los diferentes programas de la Facultad de Educación y Trabajo Social de la Universidad de Valladolid, es decir los participantes en las EF₁₋₂ y EIC₁₋₂ tenían conocimientos curriculares básicos, por otra parte los docentes en ejercicio de la EF₃ obviamente también, puesto que contaban con una larga trayectoria en el sector público. Sin embargo, en cuanto a la vinculación del currículo con la EA, los resultados dan cuenta de la necesidad de una mayor apropiación y que se encuentre la manera de transversalizar lo ambiental en respuesta a las realidades y problemáticas de la sociedad actual, asunto que todavía es un reto en el contexto Vallisoletano y español.
- Se concluye que es necesario un trabajo investigativo en relación con la generación de un currículo escolar ambientalizado, sin embargo, esta labor se debe llevar en primera instancia a los procesos de formación de docentes. Esta idea incluye una identificación epistemológica y normativa (por ejemplo desde los 17 objetivos del desarrollo sustentable). A nuestro modo de ver, los resultados apuntan recurrentemente, a reconocer que las políticas relativas a la sustentabilidad deben extenderse

a la universidad y reflejarse en los centros educativos. De tal manera que, se debe pensar en el desarrollo profesional docente más reflexivo y comprometido con la realidad ambiental, partiendo desde la generación de estrategias que promuevan el aprendizaje consciente.

- En cuanto al componente didáctico, valoramos que las estrategias diseñadas por los docentes en formación inicial y continua (17 en total) y en el caso de los participantes de la EIC₁ aplicadas en el aula (3 en total), es la contribución más relevantes de esta investigación doctoral puesto que se apostó por la transformación de contextos educativos, en lo que respecta a lo educativo ambiental.
- La estrategia de modelización aportó a la reestructuración disciplinar y permitió pensar la forma de llevar los conocimientos de diferentes ciencias, es decir aquel concerniente a la Biología, Física, Química y Geología, pero también conocimientos implicados en el principio de sustentabilidad (ingenieriles, humanistas), puesto que a través de modelos se representan diversas situaciones ambientales. Sin embargo, al usar estos modelos se pueden representar diversas situaciones ambientales que den cuenta de la complejidad de las relaciones. Por su parte, los docentes en ejercicio durante la EF₃ construyeron modelos más simples, partiendo de la literatura, mostrando dificultades para recontextualizarlos en una situación ambiental particular como el cambio climático.
- Las salidas de campo *outdoor activities* y la visitas a los Museos, como ambientes de aprendizaje no convencionales, posibilitan apropiar el conocimiento y transferirlo al contexto cercano a partir de la construcción y/o uso de modelos en EA.
- Las estrategias basadas en enfoques como el aprendizaje por indagación, el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje por descubrimiento, el aprendizaje basado en lugar, dejan aspectos susceptibles de exponer. En primer lugar, demanda tiempo dominar los componentes epistemológicos y praxeológicos de cada enfoque y por ende llevar a cabo una planeación efectiva. En segundo lugar, tienen relevancia si se vinculan y transforman el currículo, de lo contrario serían estrategias poco viables para los docentes y los centros educativos. En tercer lugar, implican diseño de materiales y dinamización de espacios de enseñanza y aprendizaje, aspecto también condicionado por los contextos educativos. En cuarto lugar, la innovación en solitario evidenciamos que es más compleja para el docente, por lo tanto, este tipo de estrategias son mucho más efectivas cuando se cuenta con pares de apoyo: otros docentes, directivos, pares académicos.

- Con respecto a las TIC se concluye que a pesar de la tendencia a incorporarlas como herramientas o instrumentos para la gestión educativa, en lo relativo a la EA, consideramos que es necesario trascender y utilizar las TIC de avanzada, para responder tanto a las problemáticas ambientales: realidad virtual, realidad aumentada, conexión a gran escala para reportar y compartir datos reales (*real data*) a nivel local o global, los juegos en línea, cobran cada vez más fuerza y deben ser motivadores para la formación de docentes con la intención de que conozcan, dominen y lleven al aula este tipo de herramientas.
- Las dinámicas de colaboración en los procesos de investigación lograron llevar a la práctica los planteamientos y reflexiones teóricas que son recurrentes en EA, especialmente al dinamizar los espacios de enseñanza y aprendizaje y apostar por posicionamientos realistas, que además permitieron constituir un tejido, desde donde se valoró el aporte de cada individuo desde múltiples cosmovisiones y saberes. Reconocemos que la investigación no necesariamente está considerada como un foco central dentro del programa de formación inicial de los maestros en la Universidad de Valladolid, así que esta investigación doctoral aportó a este aspecto, además, permitió trascender a investigaciones en EA meramente prácticas y considerar el valor intrínseco de las investigaciones teóricas como fue el caso de los profesores de Ciencias en formación D y E.

3. Limitaciones

Durante el desarrollo de esta tesis doctoral fue preciso sortear una serie de dificultades y limitaciones, las cuales enunciaremos a continuación:

- La primera limitación de este estudio fue que la investigadora principal no es nativa de la ciudad de Valladolid. Aunque parece no tener mucha importancia, este hecho demandó tiempo para el proceso de adaptación y reconocimiento de las dinámicas, normativas y aspectos genéricos del sistema educativo español, especialmente, en lo relativo a formación de docentes. Además, puesto que lo más favorecedor para este tipo de investigaciones es contar con una red de colegas o incluso la vinculación con un grupo de investigación o proyecto pre-estructurado, en múltiples oportunidades la investigación no contó en las diferentes etapas con la suficiente visibilización.
- La incertidumbre acerca de la muestra de docentes a la que se podría acceder. Desde estadios tempranos, no teníamos certeza del número y la naturaleza de las iteraciones del modelo que podríamos llevar a cabo. De hecho, para la investigación había sido

absolutamente relevante aplicar los sistemas 1 y 2 del modelo con al menos un grupo de participantes. Sin embargo, no fue posible por las condiciones y características de cada una de las experiencias de formación e investigación colaborativa. De hecho fue un logro acceder a una muestra de docentes en ejercicio, llevar a cabo la aplicación del sistema 1 en la EF₃ estuvo limitada por las políticas del CFIE, lo cual afectó la calidad de las estrategias didácticas que los docentes plantearon. Además, el cumplimiento de los horarios y la asistencia en esta experiencia también afectó las dinámicas y aporte de datos para la investigación.

- Por otra parte, la metodología de Investigación Basada en Diseño no es un enfoque de investigación frecuente en la EA, por lo tanto era limitado el acceso a reportes que permitieran realizar una triangulación teórica en lo relativo a lo metodológico. Además, no es un enfoque lineal, de hecho se describe en bucles de acción, reflexión, evaluación y refinamiento, los cuales exigen una organización y revisión permanente del proceso. Ahora bien, si los objetivos de este tipo de procesos de investigación son: ubicar la investigación en el *contexto natural* en que ocurren los fenómenos estudiados, *producir cambios específicos en ese contexto* y favorecer el *carácter cíclico e iterativo* de los diseños, debemos decir que el segundo de estos objetivos fue problematizante puesto que podemos referirnos a algunos cambios y mejoras de los procesos de formación de docentes, pero en ningún momento con absoluta certeza, especialmente en lo relativo a la alfabetización ambiental.

En todo caso, esta metodología permitió como lo menciona el *Design-Based Research Collective* (2003) “entender las relaciones entre la teoría educativa, el artefacto diseñado y la práctica. El diseño es central en los esfuerzos para mejorar el aprendizaje, crear conocimiento útil y avanzar en la construcción de teorías sobre el aprendizaje y la enseñanza en ambientes complejos” (p. 5).

- Reconocemos que los datos cualitativos recogidos durante las iteraciones del modelo fueron adecuados y relevantes, sin embargo, en cuanto a los datos cuantitativos debemos mencionar que no en todos los análisis fueron suficientes y útiles para la triangulación de los datos y para conectarlos con los datos cualitativos. Este hecho fue evidente por ejemplo en el análisis de las actitudes ambientales.

4. Líneas de trabajo futuro

La finalización de esta investigación doctoral traza algunas líneas de investigación que desde nuestra perspectiva, son ineludibles para el desarrollo de la EA en el contexto universitario español, y particularmente en la formación inicial y continua de docentes.

- El desarrollo de un currículo ambientalizado para la formación de docentes, donde se le de relevancia a la EA, lo que significa formalizar los procesos de inclusión de lo ambiental a través de la formación e investigación en este ámbito.
- Es necesario definir metodologías para que los docentes puedan generar currículos integrados en los niveles de Educación Primaria, Secundaria y Bachillerato, desde donde se vinculen áreas de conocimiento y se favorezca el pensamiento crítico sobre las problemáticas ambientales relevantes desde la multiperspectiva local-global, además para la promoción de una educación participativa y democrática.
- Es relevante ahondar profusamente en investigaciones sobre actitudes ambientales, descriptores y relaciones, tanto desde la perspectiva cuantitativa como desde una rigurosa investigación cualitativa e incluso mixta.
- Los procesos de innovación que garanticen la vinculación de la EA de manera activa no meramente didáctica o curricular. Es decir, pensar en la generación de una innovación y desarrollo tecnológico desde tempranas edades de escolarización con miras a la solución de problemas ambientales reales.
- Las experiencias que se generaron en este modelo de formación de docentes podrían llevarse a entornos virtuales -por ejemplo a través de cursos MOOC- de tal manera que se generarían diferentes espectros investigativos.

Apéndices

2.1 Listado y descripción de bases de datos referenciadas en la RSL.

2.2 Listado de documentos primarios incluidos en la RSL.

2.3 *Output* atlas.ti RSL.

4.1 Cuestionarios iniciales EF.

4.2 Cuestionarios Finales EF.

4.3 Cuestionario inicial EF juicio de expertos.

4.4 Parrilla de observación utilizada en la EF₁.

5.1 Análisis de cuestionarios.

5.2 Estrategias didácticas de los participantes de las EF.

5.3 Trabajos Fin de Grado y Fin de Máster de los participantes de las EIC.

NOTA: Los apéndices están ubicados en el Drive <https://drive.google.com/drive/folders/1HRdfBuepqVxVBjBF86L5iytM0RZOHkhN?usp=sharing>

Referencias

- Abdullah, S. I. S. S., & Halim, L. (2010). Development of instrument measuring the level of teachers' Pedagogical Content Knowledge (PCK) in environmental education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 9, 174-178.
- Acebal, M. (2010). *Conciencia ambiental y formación de maestras y maestros* (Tesis de posgrado). Universidad de Málaga, Málaga, España.
- Acevedo, J.A., Vázquez, A., Martín, M., Oliva, J. M., Acevedo, P., Paixão, M.F. y Manasero, M.A. (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 121-140.
- Acosta, M. J., & Montero, L. L. M. (2001). Relación entre conducta proambiental y algunos componentes psicológicos en estudiantes mexicanos. *Medio Ambiente y Comportamiento Humano*, 2, 45-58
- Adúriz-Bravo, A. (1999). *Elementos de teoría y de campo para la construcción de un análisis epistemológico de la didáctica de las ciencias* (Tesis de Doctorado). Universitat Autònoma de Barcelona, Departament de Didàctica de les Matemàtiques i de les Ciències Experimentals, Barcelona, España.
- Adúriz-Bravo, A., Gómez, A., Márquez, C., & Sanmartí, N. (2005). La mediación analógica en la ciencia escolar: propuesta de la función modelo teórico. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra).
- Adúriz-Bravo, A., & Izquierdo-Aymerich, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 4(3), 40-49.
- Åhlberg, M. (2005). YK:n Kestävää kehitystä edistävän kasvatuksen vuosikymmen (2005–2014) biologian ja kestävän kehityksen didaktiikan ja opettajan työn näkökulmasta. *Natura*, 2, 9-14.
- Åhlberg, M., Kaasinen, A., Kaivola, T., & Houtsonen, L. (2001). Collaborative knowledge building to promote in-service teacher training in environmental education. *Journal of Information Technology for Teacher Education*, 10(3), 227-240.
- Albanese, M. A., & Mitchell, S. (1993). Problem-based learning: a review of literature on its outcomes and implementation issues. *Academic medicine*, 68(1), 52-81.
- Alcock, S., & Ritchie, J. (2018). Early childhood education in the outdoors in Aotearoa New Zealand. *Journal of Outdoor and Environmental Education*, 21(1), 77-88.
- Alegre, S. I. (2007). La importancia de la participación ciudadana a través de la educación ambiental para la mitigación del cambio climático a nivel local?. *DELOS Desarrollo Local Sostenible*, 3(7), 1-11.
- Aleixandre, M. P. J., & Rodríguez, R. L. (2001). Qué problemas preocupan principalmente

- al profesorado, para llevar a cabo educación ambiental. *Profesorado: Revista de currículum y formación del profesorado*, 5(2), 131-142.
- Allesch, C. G. (Julio de 2003). Person and Environment: Reflections on the roots of environmental psychology. *22nd Annual Conference of the European Society for the History of the Human Sciences*. Oulu, Finland.
- Almenara, J. C., & Cejudo, M. D. C. L. (2005). Las TIC y la educación ambiental. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa-RELATEC*, 4(2), 9-26.
- Alonso, Á. V., & Mas, M. A. M. (2016). Un modelo formativo para mejorar las ideas de los profesores sobre temas de naturaleza de ciencia y tecnología. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 20(2), 56-75.
- Álvarez, P., De La Fuente, E. I., Perales, F. J., & García, J. (2002). Analysis of a quasi-experimental design based on environmental problem solving for the initial training of future teachers of environmental education. *The Journal of Environmental Education*, 33(2), 19-21.
- Álvarez-García, O., Sureda-Negre, J., & Comas-Forgas, R. (2018). Evaluación de las competencias ambientales del profesorado de primaria en formación inicial: estudio de caso. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 36(1), 117-141.
- Amel, E. L., Manning, C. M., & Scott, B. A. (2009). Mindfulness and sustainable behavior: Pondering attention and awareness as means for increasing green behavior. *Ecopsychology*, 1(1), 14-25.
- Amiel, T., & Reeves, T. C. (2008). Design-based research and educational technology: Rethinking technology and the research agenda. *Educational Technology & Society*, 11(4), 29-40.
- Ángel-Maya, A. (1995). *La fragilidad ambiental de la cultura*. Bogotá, Colombia: IDEA.
- Angel-Maya, A. (2000). *La aventura de los símbolos. Una visión ambiental de la historia del pensamiento*. Bogotá, Colombia: Ecofondo
- Angel-Maya, A. (2001). *El retorno de Icaro*. Cali, Colombia: Corporación Universitaria Autónoma de Occidente CUAO.
- Angel-Maya, A. (1996). *El reto de la vida: ecosistema y cultura: una introducción al estudio del medio ambiente*. Bogotá, Colombia: Ecofondo.
- Angrosino, M. (2007). *Doing ethnographic and observational research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Anguera Argilaga, M. T., Sánchez Algarra, P., Camerino i Foguet, O., y Castañer Balcells, M. (2014). Métodos mixtos en la investigación de la actividad física y el deporte. *Revista de Psicología del Deporte*, 23(1), 0123-130.
- Angulo, J. F., & Blanco, N. (1994). *Teoría y desarrollo del currículum*. Málaga, España: Aljibe.

- Armesto, M. J. J., & Andreu, L. L. (1992). *Educación ambiental*. Madrid, España: Ministerio de Educación.
- Arbea, J. I., & del Campo, F. (2004). Mapas conceptuales y aprendizaje significativo de las ciencias sociales: análisis de los mapas conceptuales realizados antes y después de la implementación de un módulo instruccional sobre la energía. En *Concept maps: theory, methodology, technology: proceedings of the first International Conference on Concept Mapping* (45-48). Navarra, España: Servicio de Publicaciones de la Universidad Pública de Navarra.
- Ariza, L. (Noviembre de 2014). Educación a distancia y la formación de educadores ambientales en Brasil, un análisis desde el conocimiento didáctico. *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*. Buenos Aires, Argentina.
- Astolfi, J.P. (1988). El aprendizaje de conceptos científicos: aspectos epistemológicos, cognitivos y lingüísticos. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 147-155.
- Assaraf, O. B. Z., & Orion, N. (2009). A Design Based Research of an Earth Systems Based Environmental Curriculum. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 5(1), 47-62.
- Augsburg, T. (2005). *Becoming interdisciplinary: An introduction to interdisciplinary studies*. Dubuque, IA: Kendall/Hunt.
- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos de CEIF*, 1, 1-10.
- Ausubel, D. P. (2012). *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*. Springer Science & Business Media.
- Avalos, B. (Septiembre de 2005). *Las instituciones formadoras de docentes y las claves para formar buenos docentes*. Ponencia presentada en *IIº Encuentro Internacional de la Red de Formación Docente de América Latina y El Caribe, El Desafío de Formar los Mejores Maestr@s*. San Pedro Sula, Honduras.
- Avramidis, E., & Norwich, B. (2002). Teachers' attitudes towards integration/inclusion: a review of the literature. *European journal of special needs education*, 17(2), 129-147.
- Ballantyne, R. (1995). Environmental Teacher Education: Constraints, Approaches and Course Design. *International Journal of Environmental Education and Information*, 14(2), 115-128.
- Barab, S. Y Squire, K. (2004). Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1-14.
- Barab, S. A., & Squire, K. (2016). *Design-based Research: Clarifying the Terms. A Special Issue of the Journal of the Learning Sciences*. Psychology Press.
- Barcelo, F. O., Palacios, F. P., & Pérez, J. G. (2009). Uso que hacen de las TIC los educadores ambientales: estudio diagnóstico y prospectiva. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 177-180.
- Bardin, L. (1991). *Análisis de contenido*. Madrid, España: Ediciones Akal.

- Barrón, A., Navarrete, A. y Ferrer-Balas, D. (2010). Sostenibilización curricular en las universidades españolas. ¿ha llegado la hora de actuar? En *Rev. Eureka Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7, (Extra), 388-399.
- Bas Peña, E. (2011). Aprendizaje basado en problemas. *Cuadernos de pedagogía*, (409), 42-44.
- Beaumont, R., Hariton, J., Bennett, S., Miranda, A., & Mitchell, E. S. (2017). Social Learning Instructional Models. *Handbook of Social Behavior and Skills in Children* (133-147). Springer, Cham.
- Becker, H. S. (1993). *The epistemology of qualitative research*. Artículo presentado a MacArthur Foundation Conference en Ethnographic Approaches to the Study of Human Behavior, Oakland, CA.
- Ben-Peretz, M., (2011). Teacher knowledge: What is it? How do we uncover it? What are its implications for schooling? *Teaching and Teacher Education*, 27(1), 3-9.
- Benayas, J. Y Barroso, C. (1995). *Conceptos y fundamentos de la Educación Ambiental*. Málaga, España: Instituto de Investigaciones Ecológicas.
- Benayas, J., Gutiérrez, J., & Hernández, N. (2003). *La investigación en educación ambiental en España*. Madrid, España: Ministerio de Medio Ambiente, Organismo Autónomo Parques Nacionales.
- Benítez Azuaga, M. (1995). Una experiencia de formación del profesorado en Educación Ambiental basada en la investigación de problemas ambientales. *Revista Investigación en la Escuela*, (27), 107-113.
- Bennett, N., Harris, A., & Preedy, M. (1997). *Organizational effectiveness and improvement in education*. London, UK: McGraw-Hill Education.
- Berliner, D., (1986). In pursuit of the expert pedagogue. *Educational Researcher*, 15(7), 5-13.
- Bermudez, G., & De Longhi, A. L. (2008). La Educación Ambiental y la Ecología como ciencia. Una discusión necesaria para la enseñanza. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 7(2), 275-297.
- Bertalanffy, L. (1981). *Teoría general de los sistemas*. México DF, México: Fondo de Cultura Económica.
- Bloom, B. S. (1971). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals: By a Committee of College and University Examiners*. London, UK: David McKay.
- Bogdan, R., y Taylor, S. J. (1986). Introducción: ir hacia la gente. *Introducción a los Métodos Cualitativos de Investigación*, 20, 15-27.
- Bolívar, A. (2005). Conocimiento didáctico del contenido y didácticas específicas. *Profesorado*. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 9(2), 1-39.
- Bonil, J., Sanmartí, N., Tomás, C. Pujol, R. (2004). Un nuevo marco para orientar respuestas a las dinámicas sociales: el paradigma de la complejidad. *Investigación en la*

Escuela, 53, 5-20.

- Bonil, J., Junyent, M., & Pujol, R. M. (2010). Educación para la sostenibilidad desde la perspectiva de la complejidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7, 198-215.
- Bonil, J., Calafell, G., Granados Sanchez, J., Junyent, M., & Tarín, R. M. (2012). Un modelo formativo para avanzar en la ambientalización curricular. A training model for progress in curriculum greening. *Profesorado*, 16(2), 145-163.
- Boud, D., & Feletti, G. (Eds.). (1997). *The challenge of problem-based learning*. London, UK: Psychology Press.
- Bradley, J. C., Waliczek, T. M., & Zajicek, J. M. (1999). Relationship between environmental knowledge and environmental attitude of high school students. *The Journal of Environmental Education*, 30(3), 17-21.
- Branson, R. K., Rayner, G. T., Cox, J. L., Furman, J. P., & King, F. J. (1975). *Interservice Procedures for Instructional Systems Development. Phase 1. Analyze*. Florida, USA: State Univ Tallahassee Center For Educational Technology.
- Bravo, D. M. S. (2014). Aproximación al campo curricular en Argentina, México, Colombia y España. *Historia de la educación Colombiana*, (17), 161-196.
- Brears, L., MacIntyre, B., & O'Sullivan, G. (2011). Preparing teachers for the 21st century using PBL as an integrating strategy in science and technology education. *Design and Technology Education: An International Journal*, 16(1), 36-46.
- Breiting, S. (1997). Hacia un nuevo concepto de educación ambiental. *Carpeta Informativa del CENEAM*, 1-8.
- Breitling, S. y Mogensen, F. (1999). Action competence and environmental education. *Cambridge Journal Education*, 29(3), 349-353.
- Brewer, J., & Hunter, A. (1989). *Multimethod research: A synthesis of styles*. Newbury Park, CA: Sage.
- Briano, R., Midoro, V., & Trentin, G. (1997). Computer mediated communication and online teacher training in environmental education. *Journal of Information technology for teacher education*, 6(2), 127-146.
- Briscoe, C. (1991). The dynamic interactions among beliefs, role metaphors, and teaching practices: A case study of teacher change. *Science education*, 75(2), 185-199.
- Brookfield, S. D. (1995). *Becoming a critically reflective teacher*. San Francisco, USA: Jossey-Bass.
- Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *Journal of the Learning Sciences*, 2, 141-178.
- Brown, L. R. (1981). *Building a sustainable society*. New York, USA: W. W. Norton.
- Brownell, M. T., & Smith, S. W. (1993). Understanding special education teacher attrition: A conceptual model and implications for teacher educators. *Teacher Education and*

Special Education, 16(3), 270-282.

- Bruner, J. (2011). *Aprendizaje por descubrimiento*. New York, USA: Iberia.
- Buckley, F. J. (2000). *Team teaching: What, why and how?*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Bunge, M. (1985). *La investigación científica*. Barcelona, España: Ediciones Ariel.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *Colorado Springs BSCS*, 5, 88-98.
- Cabero-Almenara, J., & Llorente Cejudo, M. D. C. (2005). Las TIC y la educación ambiental. *RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 4(2), 9-26.
- Calabuig i Serra, T., Alsina, A., & Geli, A. M. (2013). Avances en la formación inicial de maestros de matemáticas a través de la educación para la sostenibilidad. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 2013, (extra), 551-556.
- Calafell, G., y Bonil, J. (2014). Identificación y caracterización de las concepciones de medio de un grupo de profesionales de la educación ambiental. *Enseñanza de las ciencias*, 32(3), 0205-225.
- Calafell, G., Bonil, J., & Pubill, M. J. (2015). ¿Es posible una didáctica de la Educación Ambiental? ¿Existen contenidos específicos para ello? *REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, (1), 31-53.
- Calafell, G., & Junyent, M. (2017). La idea vector y sus esferas: una propuesta formativa para la ambientalización curricular desde la complejidad. *Teoría de la Educación. Revista Interuniversitaria*, 29(1), 189-216.
- Canelo-Calle, J., Junyent Pubill, M., & Bonil Gargallo, J. (2015). Innovación y creatividad para favorecer un pensamiento sistémico-crítico: ideas de alto nivel en la formación inicial de maestros. *Foro de Educación*, 13(19), 125-140.
- Cañal, P., & Ariza, R. P. (1988). Bases para un programa de investigación en torno a un modelo didáctico de tipo sistémico e investigativo. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 6(1), 54-60.
- Cantó, J., Hurtado, A., & Vilches, A. (2013). Una propuesta de actividades “fuera del aula” sobre sostenibilidad para la formación del profesorado. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 638-642.
- Cañas, A. J., J. D. Novak, et al. (2006) Confiabilidad de una Taxonomía Topológica para Mapas Conceptuales. *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. II Conferencia internacional de mapas conceptuales*. San Jose, Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 153–161.
- Cañas, A. J., Novak, J. D., & Reiska, P. (Septiembre de 2012). Freedom vs. restriction of content and structure during concept mapping – possibilities and limitations for construction and assessment. *V Conferencia Internacional de mapas conceptuales*. Valletta, Malta, 247-257.

- Cañas, A. J., Novak, J. D., & Reiska, P. (2015). How good is my concept map? Am I a good Cmapper?. *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal*, 7(1), 6-19.
- Capra, F., y Sempau, D. (1998). *La trama de la vida*. Barcelona, España: Anagrama.
- Cardona, L. Z., Angulo, F., Soto, C. A., Quintero, S. M., Ceballos, A. F., Delgado, E., ... & Cifuentes, L. J. (2012). ¿ Contribuyen los talleres en el Museo de Ciencias a fomentar actitudes hacia la conservación del ambiente? *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 30(3), Págs-53.
- Caride, J. A. y Meira, P. A. (2001): *Educación Ambiental y Desarrollo Humano*. Barcelona, España: Ariel.
- Carr ER, Wingard PM, Yorty SC, Thompson MC, Jensen NK, Roberson J. (2007). Applying to sustainable development. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 14, 543-555
- Cerrillo Vidal, J. A. (2010). Medición de la conciencia ambiental: Una revisión crítica de la obra de Riley E. Dunlap. *Athenea digital: revista de pensamiento e investigación social*, (17), 033-52.
- Carvajal Escobar, Y. (2010). Interdisciplinariedad: desafío para la educación superior y la investigación. *Luna Azul*, (31), 156-169.
- Cassell, C., & Symon, G. (1994). Qualitative research in work contexts. *Qualitative methods in organizational research: A practical guide*, 1-13.
- Chen, R. F., Eisenkraft, A., Fortus, D., Krajcik, J., Neumann, K., Nordine, J. C., & Scheff, A. (Eds.). (2014). *Teaching and learning of energy in K-12 education*. Springer Science & Business Media.
- Chim, P. W. (2012). Developing teachers' place-based and culture-based pedagogical content knowledge and agency. *Second international handbook of science education* (pp. 323-334). The Netherlands: Springer.
- Chun, M. S., Kang, K. I., Kim, Y. H., & Kim, Y. M. (2015). Theme-Based Project Learning: Design and Application of Convergent Science Experiments. *Universal Journal of Educational Research*, 3(11), 937-942.
- Cincera, J., Kroufek, R., Simonova, P., Broukalova, L., Broukal, V., & Skalík, J. (2017). Eco-School in kindergartens: the effects, interpretation, and implementation of a pilot program. *Environmental Education Research*, 23(7), 919-936.
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2016). *E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning*. New York, USA: John Wiley & Sons.
- Cobb, P. (2000). The Importance of a Situated View of Learning to the Design of Research and Instruction, en Boaler, J. *Multiple perspectives on mathematics teaching and learning*, 45-82. Londres, UK: Ablex Publishing.
- Cobb, P., Confrey, J., Disessa, A., Lehrer, R. Y Schauble, L. (2003). Designing experiment in Educational Research. *Educational Researcher*, 32(1), 9-13.

- Coburn, W. W., Schuster, D., Adams, B., Applegate, B., Skjold, B., Undreiu, A., ... & Gøbert, J. D. (2010). Experimental comparison of inquiry and direct instruction in science. *Research in Science & Technological Education*, 28(1), 81-96.
- Codina, L. (2015). *No lo llame Análisis Bibliográfico, llámelo Revisión Sistematizada. Y cómo llevarla a cabo con garantías: Systematized Reviews + SALSA Framework*. Recuperado de <https://www.lluiscodina.com/revisio-n-sistemica-salsa-framework/>
- Coll, C. (1993). Constructivismo e intervención educativa:¿ Cómo enseñar lo que se ha de construir. *Propuesta Educativa*, 5(8), 48-57.
- Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I., & Zabala, A. (1997). *El constructivismo en el aula*. Madrid, España: Graó.
- Collins, A. (1992). Towards a design science of education. En E. Scanlon & T. O'Shea (Eds.), *New directions in educational technology* (pp. 15-22). Berlin, Alemania: Springer.
- Collins, A., Joseph, D. Y Bielaczyc, K. (2004). Designresearch: theoretical and methodological issues. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), pp. 15-42.
- Colom, A. J., & Sureda, J. (1989). La lectura pedagógica de la Educación Ambiental. En *Educación Ambiental. Sujeto, entorno, sistema*. Salamanca, España: Amarú.
- Commoner, B. (1969). Frail Reeds in a Harsh World. *Journal of the American Museum of Natural History*, 78(2), 44.
- Concha, S., Hernández, C., del Río, F., Romo, F., y Andrade, L. (2013). Reflexión pedagógica en base a casos y dominio de lenguaje académico en estudiantes de cuarto año de pedagogía en educación básica. *Calidad en la educación*, (38), 81-113.
- Confrey, J. (2006). The evolution of design studies as methodology, en Sawyer, R.K. (ed.). *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 135-152). Nueva York, USA: Cambridge University Press.
- Contreras, L., & Blanco, L. (2001). ¿ Qué conocen los maestros sobre el contenido que enseñan? Un modelo formativo alternativo. *XXI. Revista de Educación*, 3, 211-220.
- Copello Levy, M. I., & Sanmartí, N. (2001). Fundamentos de un modelo de formación permanente del profesorado de Ciencias centrado en la reflexión dialógica sobre las concepciones y las prácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 269-283.
- Coppola, N. W. (1999). Greening the technological curriculum: A model for environmental literacy. *The Journal of Technology Studies*, 25(2), 39-46.
- Cotton, D. R. E. (2006). Implementing curriculum guidance on environmental education: The importance of teachers' beliefs. *Journal of curriculum studies*, 38(1), 67-83.
- Cottrell, S. P. (2003). Influence of sociodemographics and environmental attitudes on general responsible environmental behavior among recreational boaters. *Environment and behavior*, 35(3), 347-375.

- Coughlan, P., & Coughlan, D. (2002). Action research for operations management. *International journal of operations & production management*, 22(2), 220-240.
- Creswell, J. W. & Plano-Clark, V. L. (2006). *Designing and conducting mixed methods of research*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Cristobal-Tembladera, C. M., & García Poma, H. A. (2013). La indagación científica para la enseñanza de las ciencias. *Horizonte de la Ciencia*, 3(5), 99-104.
- Cubero (2005). Perspectivas constructivistas. La intersección entre el significado, la interacción y el discurso. Barcelona, España: Graó.
- Curilaf, G., Carolina, I., & Denegri, G. M. (2016). Supuestos epistemológicos y ontológicos presentes en la historia de la ecología. *Ecología austral*, 26(3), 221-228.
- Cutter-Mackenzie, A., & Smith, R. (2003). Ecological literacy: The 'missing paradigm' in environmental education (part one). *Environmental Education Research*, 9(4), 497-524.
- Darling-Hammond, L. y Bransford, J. (2005). *Preparing teachers for a changing world: What teachers should learn and be able to do*. San Francisco, CA: John Wiley & Sons.
- Daskolia, M., & Flogaitis, E. (2003). Theoretical Formulation and Empirical Investigation of a Conceptual Model of Teachers' Competence in Environmental Education. *Canadian Journal of Environmental Education*, 8(1), 249-267.
- Davidson, R. (2014). Using infographics in the science classroom. *The Science Teacher*, 81(3), 34.
- DBRC (*The Design Based Research Collective*) (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), pp. 5-8.
- De la Educación Ambiental, L. B. en España.(1999). *Comisión Temática de Educación Ambiental. Ministerio de Medio Ambiente*. Madrid, España.
- De Robles, S. L. R., & Cuevas, Y. F. (2016). La noción de sentido de lugar: una aproximación por medio de textos narrativos y fotografías. *Journal Educational Innovation/Revista Innovación Educativa*, 16(71), 83-110.
- De Young, R. (2013). Environmental Psychology Overview. In Ann H. Huffman & Stephanie Klein [Eds.] *Green Organizations: Driving Change with IO Psychology*. (pp. 17-33). New York, USA: Routledge.
- Del Consuelo-Carranza, M. A. (2007). Las TIC, Sustentabilidad y educación ambiental. *Razón y Palabra*, 12(58), 1-10.
- Dellinger, A. y Leech, N. (2007, octubre). Toward a Unified Validation Framework in Mixed Methods Research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(4), 309-332.
- Denzin, N. K. (1989). *Interpretive interactionism*. Newbury Park, CA: Sage.

- Devés, R., & Reyes, P. (2007). Principios y estrategias del Programa de Educación en Ciencias Basada en la Indagación (ECBI). *Rev. Pensamiento Educativo*, 41(2), 115-131.
- Dick, W., Carey, L. y Carey, J. (2005). *The systematic design of instruction*. New York, USA: Person.
- Disinger, J. F., & Roth, C. E. (1992). Environmental literacy. *Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education (CSMEE)*, Ohio State University, Ohio, USA.
- Doménech Betoret, F. (2013). An Instructional Model for Guiding Reflection and Research in the Classroom: The Educational Situation Quality Model. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 11(1). 239-259.
- Dopico, E., & Garcia-Vazquez, E. (2011). Leaving the classroom: A didactic framework for education in environmental sciences. *Cultural Studies of Science education*, 6(2), 311-3
- Dorsey, M. K. (1997). El movimiento por la Justicia Ambiental en EE. UU. Una breve historia. *Ecología Política*, 23-32.
- Dorst, K., & Dijkhuis, J. (1995). Comparing paradigms for describing design activity. *Design Studies*, 16(2), 261-274.
- Drack, M., Apfalter, W., & Pouvreau, D. (2007). On the making of a system theory of life: Paul A Weiss and Ludwig von Bertalanffy's conceptual connection. *The Quarterly review of biology*, 82(4), 349.
- Duffin, M., Powers, A., Tremblay, G. and PEER Associates. 2004. *Place-based education evaluation collaborative: Report on cross-program research and other program evaluation activities, 2003–2004*. Recuperado de http://www.peecworks.org/PEEC/PEEC_Reports
- Duit, R., & Neumann, K. (2014). Ideas for a Teaching Sequence for the Concept of Energy. *School Science Review*, 96(354), 63-66.
- Dunlap, R. E., & Van Liere, K. D. (1978). The “new environmental paradigm”. *The journal of environmental education*, 9(4), 10-19.
- Dunlap, R. E., Van Liere, K. D., Mertig, A. G., & Jones, R. E. (2000). New trends in measuring environmental attitudes: measuring endorsement of the new ecological paradigm: a revised NEP scale. *Journal of social issues*, 56(3), 425-442.
- Dunlap, R. E. (2008). The new environmental paradigm scale: From marginality to worldwide use. *The journal of environmental education*, 40(1), 3-18.
- Eagles, P. F., & Demare, R. (1999). Factors influencing children's environmental attitudes. *The Journal of Environmental Education*, 30(4), 33-37.
- Elder, J. (2003). *A field guide to environmental literacy: making strategic investments in environmental education*. Manchester, MA: Environmental Education Coalition.
- Elliott, J. (2015). Lesson y learning Study y la idea del docente como investigador. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 29(3), 29-46.

- Eschenhagen, M. L. (2007). Las cumbres ambientales internacionales y la educación ambiental. *OASIS*, (12), 39-76.
- Escudero, J. M. (1981). *Modelos didácticos*. Barcelona, España: Oikos-Tau.
- EURYDICE (2004). La profesión docente en Europa: perfil, tendencias y problemática. *Informe IV: El atractivo de la profesión docente en el siglo XXI*. Madrid, España: CIDE-MEC.
- Evans, G. W., Brauchle, G., Haq, A., Stecker, R., Wong, K., & Shapiro, E. (2007). Young children's environmental attitudes and behaviors. *Environment and behavior*, 39(5), 635-658.
- Fernández González, J., Elortegui Escartín, N., Rodríguez García, J. F., & Moreno Jiménez, T. (1997). ¿Qué idea se tiene de la ciencia desde los modelos didácticos?. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 4(12), 87-99.
- Fernández, M. J. M., & Vivar, D. M. (2010). Modelos didácticos y Estrategias de enseñanza en el Espacio Europeo de Educación Superior. *Tendencias pedagógicas*, (15), 91-111.
- Ferrer, G. F., García, F. G., & González, J. L. M. (2011). El cambio climático y el agua: lo que piensan los universitarios. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación Y Experiencias Didácticas*, 29(3), 427-438.
- Fetterman, D. M. (1998). *Ethnography: Step by step (2nd ed.)*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Fielding, N. G., & Fielding, J. L. (1986). *Linking data*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Fischhoff, B. (2011). Applying the science of communication to the communication of science. *Climatic Change*, 108(4), 701.
- Flavell, J. H. (1999). Cognitive development: Children's knowledge about the mind. *Annual review of psychology*, 50(1), 21-45.
- Flick, U. (1992). Triangulation revisited: strategy of validation or alternative?. *Journal for the theory of social behaviour*, 22(2), 175-197.
- Flick, U. (2004). *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid, España: Morata.
- Fonseca, G. (2011). El Conocimiento Didáctico del Contenido del concepto de biodiversidad en profesores en formación de biología. *Bio-grafía Escritos sobre la biología y su enseñanza*, 401-412.
- Fortuin, K. P., van Koppen, C. K., & Leemans, R. (2011). The value of conceptual models in coping with complexity and interdisciplinarity in environmental sciences education. *BioScience*, 61(10), 802-814.
- Franquesa, T. (1999). Situación comprometida. *Situación comprometida*. En F. Heras y M. González (coords.). 30 Reflexiones sobre educación ambiental. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
- Freire, P. (1999). Education and community involvement. *Critical education in the new information age*, 83-92.

- Friese, S. (2014). *Qualitative data analysis with ATLAS. ti*. Berlin, Germany: SAGE Publications Limited.
- Frijda, N. H. (1988). The laws of emotion. *American psychologist*, 43(5), 349.
- Fuente, E. I., Perales, F. J., & García, J. (2002). Analysis of a quasi-experimental design based on environmental problem solving for the initial training of future teachers of environmental education. *The Journal of Environmental Education*, 33(2), 19-21.
- Gagné, R. M. (Ed.). (2013). *Instructional technology: foundations*. Routledge.
- Gagné, R.M., Briggs, L.J., & Wager, W.W. (1992). *Principles of instructional design* (4th ed.). New York, USA: Harcourt, Brace, & Jovanovich.
- Galano, C. (2008). Reseña de Discursos Sustentables de Enrique Leff. *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana*, 7(21), 399-401.
- Galli, F., Bolzan de Campos, C., Bedin, L. M., & Castellá Sarriera, J. (2013). Actitudes hacia el medio ambiente en la infancia: un análisis de niños del sur de Brasil. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 45(3), 459-471.
- Galagovsky, L. R., & Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 231-242.
- Gámez, C. M. (2013). La problemática energética como contexto de enseñanza-aprendizaje en la educación secundaria obligatoria: una experiencia con profesorado de ciencias en formación inicial. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 31(3), 278-279.
- García-Díaz, J. E., & Merchán Iglesias, F. J. (1997). El debate de la interdisciplinariedad en la ESO: el referente metadisciplinar en la determinación del conocimiento escolar. *Investigación en la Escuela*, 32, 5-26.
- García-Díaz, J. E. (1999). Una hipótesis de progresión sobre los modelos de desarrollo en Educación Ambiental. *Revista Investigación en la Escuela*, (37), 15-32.
- García-Díaz, J. E. (2000). Educación Ambiental y ambientalización del currículum. In *Didáctica de las ciencias experimentales: teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp. 585-614). Madrid, España: Editorial Marfil.
- García-Díaz, J. E. (2003). Investigando el ecosistema. *Investigación En La Escuela*, (51), 82-100.
- García-Díaz, J. E. (2004a). Los contenidos de la Educación Ambiental: una reflexión desde la perspectiva de la complejidad. *Investigación en la Escuela*, (53), 31-52.
- García-Díaz, J. E. (2004b). Los contenidos de la Educación Ambiental: una reflexión desde la perspectiva de la complejidad. *Investigación en la Escuela*, (53), 31-52.
- García-Díaz, J. E. (2014). Perspectiva multidimensional de la preocupación por el medio ambiente. Relación entre dimensiones actitudinales y comportamientos. *Psico*, 45(3), 406-414.
- García-Díaz, J. E. (2015). ¿Es posible una didáctica de la Educación Ambiental? Hacia un

- modelo didáctico basado en las perspectivas constructivista, compleja y crítica. *RE-MEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, (1), 4-30.
- García Pérez, F. F., & Moreno Fernández, O. (2015). De la educación ambiental a la educación ciudadana planetaria: alumnado y profesorado en el programa educativo Ecoescuela en Andalucía. *Biblio 3w: revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales*, 20, 1-29.
- Garritz, A. (2010). Indagación: las habilidades para desarrollar y promover el aprendizaje. *Educación Química*, 21(2), pp. 106-110
- Gary, K. (2015). Project-based learning. *Computer*, 48(9), 98-100.
- Gaudiano, E. G., & Ceballos, A. A. (1994). Hacia unas bases teóricas de la Educación Ambiental. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 12(1), 66-71.
- Gaudiano, E. G. (2001). Otra lectura a la historia de la educación ambiental en América Latina y el Caribe. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 3.
- Gaudiano, E. G. (2007). Educación y cambio climático: un desafío inexorable. *Trayectorias*, 9(25), 33-44.
- Geli De Ciurana, A. M., Junyent i Pubill, M., & Arbat Bau, E. (2005). La sostenibilidad en la formación inicial del profesorado: Aplicación del modelo ACES. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 1-6.
- Gil D., Carrascosa J., Furió c. y Mtnez-Torregrosa J. (1991): *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona, España: ICE/Horsori.
- Gil, D. y Vilches, A. (2001) Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación en la Escuela*, 43, 27-37.
- Gilbert, J. K., Boulter, C., & Rutherford, M. (1998). Models in explanations, Part 1: Horses for courses? *International Journal of Science Education*, 20(1), 83-97.
- Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (2009). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. New York, USA: Transaction publishers.
- Glaser, B. G. (2013). *No Preconceptions: Bthe Grounded Theory Dictum*. Sociology Press.
- Godino, J. D., Giacomone, B., Wilhelmi, M. R., Blanco, T. F., & Contreras, A. (2015). Diseño formativo para desarrollar la competencia de análisis epistémico y cognitivo de profesores de matemáticas. *XIX Jornadas Nacionales de Educación Matemática*, 138-145. Madrid, España.
- Goldman, D., Yavetz, B., & Pe'er, S. (2006). Environmental literacy in teacher training in Israel: Environmental behavior of new students. *The Journal of Environmental Education*, 38(1), 3-22.
- Gómez, B. R. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y educadores*, 8, 9-19.
- Gómez Galán, J. (2010). *Valores medioambientales en la educación: situación del futuro*

- profesorado de Extremadura ante la ecología y el cambio climático* (Vol. 186). Ministerio de Educación. Madrid: España.
- Gomez, S., Andersson, H., Park, J., Maw, S., Crook, A., & Orsmond, P. (2013). A digital ecosystems model of assessment feedback on student learning. *Higher Education Studies*, 3(2), 41-51.
- González, L. C. C., & Nieto, L. J. B. (2002). Un modelo formativo de maestros de primaria, en el área de matemáticas, en el ámbito de la geometría. En *Aportaciones a la formación inicial de maestros en el área de matemáticas: una mirada a la práctica docente* (pp. 89-118). Servicio de Publicaciones.
- González, M., Gil, D., & Vilches, A. (2002). Los museos de Ciencias como instrumentos de reflexión sobre los problemas del planeta. *TED: Tecné, Episteme y Didaxis*, (12), 1-13.
- Goodall, S. (Ed.). (2018). *Developing environmental education in the curriculum*. London, UK: Routledge.
- Goodlan, R., Daly, H., El Serafy, S. y Von Droste, B.(Eds.) (1997). *Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Madrid, España: Editorial Trotta.
- Grace, M., & Sharp, J. (2000). Exploring the actual and potential rhetoric-reality gaps in environmental education and their implications for pre-service teacher training. *Environmental Education Research*, 6(4), 331-345.
- Gray, J., & Campbell-Evans, G. (2002). Beginning teachers as teacher-researchers. *Australian Journal of Teacher Education*, 27(1), 1-22.
- Greca, I. M., & Moreira, M. A. (1998). Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización. *Caderno catarinense de ensino de física. Florianópolis*, 15(2), 107-120.
- Greene, J. C. (2007). *Mixed methods in social inquiry* (Vol. 9). New York, USA: John Wiley & Sons.
- Greene, J. C. (2008). Is mixed methods social inquiry a distinctive methodology? *Journal of mixed methods research*, 2(1), 7-22.
- Grinnell Jr, R. M., & Unrau, Y. (2005). *Social work research and evaluation: Quantitative and qualitative approaches*. New York, USA: Cengage Learning.
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. Teachers College Press, Teachers College, Columbia University.
- Gruenewald, D. A., & Smith, G. A. (Eds.). (2014). *Place-based education in the global age: Local diversity*. London, UK: Routledge.
- Guba, E. G. (1981). Criteria for assessing the trustworthiness of naturalistic inquiries. *ECTJ*, 29(2), 75-85.
- Guba, E. y Lincoln, Y. (2000). Paradigmas en competencia en la investigación cualitativa. En C. Denman y J. Haro, *Por los rincones. Antología de métodos cualitativos en investigación social* (pp.113-145). Colegio de Sonora.
- Guerin, D., Crete, J., & Mercier, J. (2001). A multilevel analysis of the determinants of

- recycling behavior in the European countries. *Social science research*, 30(2), 195-218.
- Guevara, G. (2010). Aprendizaje basado en problemas como técnica didáctica para la enseñanza del tema de la recursividad. *Revista InterSedes*, 11(20), 142-167.
- Guirao-Goris, J. A., Olmedo Salas, A., & Ferrer Ferrandis, E. (2008). El artículo de revisión. *Revista iberoamericana de enfermería comunitaria*, 1(1), 1-25.
- Gutiérrez, J., y González A. (2005): Ambientalizar la universidad: un reto institucional Para el aseguramiento de la calidad en los ámbitos curriculares y de la gestión. *Revista Iberoamericana de Educación*. 35(6), 25-69.
- Harlen, W. (2013). Evaluación y Educación en Ciencias Basada en la Indagación: Aspectos de la Política y la Práctica. *Trieste: Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme (SEP)*. Recuperado de <https://goo.gl/jvrmDX>
- Hattie, J. A. (2009). Visible learning: A synthesis of 800+ meta-analyses on achievement. *Abingdon: Routledge*.
- Hernández, R., Fernandez, C., Baptista, M.P. (2010). *Metodología de la Investigación*. Quinta edición. México DF, México: Mc Graw Hill.
- Herrington, J., McKenney, S., Reeves, T. C. & Oliver, R. (2007). Design-based research and doctoral students: Guidelines for preparing a dissertation proposal. In C. Montgomerie & J. Seale (Eds.), *Proceedings of EdMedia 2007: World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications* (pp. 4089-4097). Chesapeake, VA: AACE.
- Hertz-Lazarowitz R (1992) Understanding students interactive behavior: looking at six mirrors of the classroom. New York, USA: Cambridge University Press.
- Hiidenkivi, H. (2001). Palvelumittarin kehittäminen sairaalan poliklinikalla. (Development of service gauge.) *Acta Universitatis Tamperensis*. Tampere, Finland.
- Hines, J. M.; Hungerford, H. R., y Tomera, A. N. (1986-87). Analysis and synthesis of research on responsible environmental behavior: A meta-analysis. *Journal of environmental education*, 18, 1-8.
- Hjalmarson M.A. Y Lesh, R. (2008). Design research. Engineering, systems, products, and processes for innovation, en English, L.D. (ed.). *Handbook of international research in mathematics education*, pp. 520-534. Londres, UK: Routledge.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational psychology review*, 16(3), 235-266.
- Hmelo-Silver, C. E., & Barrows, H. S. (2008). Facilitating collaborative knowledge building. *Cognition and instruction*, 26(1), 48-94.
- Hoffman, M. L. (2008). Empathy and prosocial behavior. *Handbook of emotions*, 3, 440-455.
- Holsti, O. R. (1969). *Content analysis for the social sciences and humanities*. Reading, USA: Addison-Wesley.

- Hsu, S. J., & Roth, R. E. (1998). An assessment of environmental literacy and analysis of predictors of responsible environmental behaviour held by secondary teachers in the Hualien area of Taiwan. *Environmental education research*, 4(3), 229-249.
- Hungerford, H., Peyton, R. B., & Wilke, R. J. (1980). Goals for curriculum development in environmental education. *The Journal of Environmental Education*, 11(3), 42-47.
- Hungerford, H. R., & Volk, T. L. (1990). Changing learner behavior through environmental education. *The journal of environmental education*, 21(3), 8-21.
- Hungerford, H., Litherland, R. A., Peyton, R. B., Ramsey, J. M., Tomera, A. M. & Volk T.L. (1992). *Investigating and evaluating environmental issues and actions: Skill development modules*. Champlain, USA: Stipes Publishing Company.
- Husserl, E., 2001, *The Shorter Logical Investigations*. London, UK: Routledge.
- Hwang, Y. H., Kim, S. I., & Jeng, J. M. (2000). Examining the causal relationships among selected antecedents of responsible environmental behavior. *The journal of environmental education*, 31(4), 19-25.
- Ibáñez, T. e Iñiguez, L. (1996) *Aspectos metodológicos de la Psicología Social Aplicada*. Madrid, España: McGraw-Hill.
- Icart, M. T., & Canela, J. (1994). El artículo de revisión. *Enfermería clínica*, 4(4), 180-184.
- Izquierdo, M., Espinet, M., García, M. P., Pujol, R. M., & Sanmartí, N. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 45-59.
- Jackson, S. (2009). Enviroschools in New Zealand. *MAI Review*, 1.
- Jang, S. J., Guan, S. Y. & Hsieh, H. F. (2009). Developing an instrument for assessing college students' perceptions of teachers' pedagogical content knowledge. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 596-606.
- Jensen, B. B. (2002). Knowledge, action and pro-environmental behaviour. *Environmental education research*, 8(3), 325-334.
- Jeronen, E. & Kaikkonen, M. (2002). Thoughts of Children and Adults about the Environment and Environmental Education. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 11(4), 341-363.
- Jickling, B., & Spork, H. (1998). Education for the environment: A critique. *Environmental Education Research*, 4(3), 309-327.
- Jiménez, B. (1991). Los sistemas y modelos didácticos. En A. Medina y M. L. Sevilla no (coords.): *Didáctica-adaptación. El curriculum-. Fundamentación, diseño, desarrollo y evaluación* (pp. 705-733). Madrid, España: UNED.
- Johnson-Laird, P. N. (1987). Modelos mentales en ciencia cognitiva. *DA Norman (compl): Perspectivas de la ciencia cognitiva*, 179-231.
- Jonassen, D. (1999). *Designing constructivist learning environments. Instructional Design Theories and Models*. New Jersey, USA: Lawrence Erlbaum.

- Jones, R. E., & Dunlap, R. E. (1992). The social bases of environmental concern: Have they changed over time? 1. *Rural sociology*, 57(1), 28-47.
- Johnson-Laird (1983). *Mental Models*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Jorrín-Abellán, I. M. (2016). Hopscotch building: A model for the generation of qualitative research designs. *Georgia Educational Researcher*, 13(1), 1.
- Joyce, B. y Weil, M. (1985). *Modelos de enseñanza*. Madrid, España: Editorial Anaya.
- Joyce, B., Weil, M. y Calhoun, E. (2002). *Modelos de enseñanza*. Madrid, España: Editorial Anaya.
- Juuti, K., & Lavonen, J. (2012). Design-based research in science education: One step towards methodology. *Nordic studies in science education*, 2(2), 54-68.
- Kamarainen, A. M., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M. S., & Dede, C. (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. *Computers & Education*, 68, 545-556.
- Käpylä, M. (1995). Ympäristökasvatus koulun oppimis- ja tiedonkäsitteksen muuttamisen välineenä. (EE as a tool when changing learning and information conception). In S. Ojanen & H. Rikkinen (Eds.), *Opettaja ympäristökasvattajana* (pp. 24–39). Porvoo, Finland: WSOY.
- Kaya, O. N. (2009). The nature of relationships among the components of pedagogical content knowledge of preservice science teachers: 'Ozone layer depletion' as an example. *International Journal of Science Education*, 31(7), 961-988.
- Kemmis, S. (2001). Educational research and evaluation: Opening communicative space. *The Australian Educational Researcher*, 28(1), 1-30.
- Kemp, J. (1985). *The Instructional Design Process*. New York, USA: Harper Collins.
- Kennedy-Clark, S. (2012). *Collaborative game-based inquiry learning in science education: An investigation in to the design of materials and teacher education programs*. (PhD Thesis). University of Sydney, Sydney.
- Kennedy-Clark, S. (2013). Research by Design: Design-Based Research and the Higher Degree Research student. *Journal of Learning Design*, 6(2), 26–32.
- Klingstedt, J. L., Descamps, J., & Schroeder-Donofrio, A. (1981). The education profession: Conceptual and instructional models. *Peabody Journal of Education*, 59(1), 15-23.
- Knight, M., & Cunningham, C. (Junio de 2004). Draw an engineer test (DAET): Development of a tool to investigate students' ideas about engineers and engineering. In *ASEE Annual Conference and Exposition*. Kansas, USA.
- Kolb, D. A. 1984. *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. New Jersey, USA: Prentice-Hall.
- Köpen, W. (1948). *Climatología*. Buenos Aires, Argentina: Gráfica Panamericana.

- Koutsoukos, M., Fragoulis, I., & Valkanos, E. (2015). Connection of Environmental Education with Application of Experiential Teaching Methods: A Case Study from Greece. *International Education Studies*, 8(4), 23.
- Krippendorff, K. (1990). Metodología de análisis de contenido. Teoría y Práctica. Madrid, España: Paidós Comunicación.
- Krippendorff, K. (2004). *Content analysis: An introduction to its methodology*. London, UK: Sage.
- La Cueva, A. (2001). "Enseñanza por proyectos: ¿mito o reto?". *Revista Iberoamericana de Educación*, 16, 165-187.
- Lane, J., Wilke, R., Champeau, R., & Sivek, D. (1994). Environmental education in Wisconsin: A teacher survey. *The Journal of Environmental Education*, 25(4), 9-17.
- Landsberg, H.E. (1981): *The urban climate*. New York, USA: Academic Press.
- Larriba, L. (2009). La investigación de los modelos didácticos y de las estrategias de enseñanza. *Enseñanza y Teaching: Revista Interuniversitaria De Didáctica*, 19.
- Lateh, H., & Muniandy, P. (2010). Environmental education (EE): current situational and the challenges among trainee teachers at teachers training institute in Malaysia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 1896-1900.
- Lazarus, R. S. (1982). Thoughts on the relations between emotion and cognition. *American psychologist*, 37(9), 1019-1024.
- Le Roux, C., & Ferreira, J. G. (2005). Enhancing environmental education teaching skills through In-Service Education and Training. *Journal of Education for Teaching*, 31(1), 3-14.
- Lee, C. J., & Kim, C. (2014). An implementation study of a TPACK-based instructional design model in a technology integration course. *Educational Technology Research and Development*, 62(4), 437-460.
- Leff, E. (1998). Educación ambiental y desarrollo sustentable. *Formación Ambiental, PNUMA*, 9(10).
- Leff, E. (2005). La geopolítica de la biodiversidad y el desarrollo sustentable. *Revista del Observatorio Social de América Latina*, 17, 185-209.
- Leff, E. (2002). *Saber ambiental: sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*. México DF, México: Siglo XXI Editores.
- Leff, E. (2004). *Racionalidad Ambiental, la reapropiación social de la naturaleza*. México DF, México: Siglo XXI Editores.
- Leff, E. (2007). *Aventuras de la Epistemología Ambiental: De la articulación de Ciencias al Diálogo de Saberes*. Siglo XXI Editores.
- Leff, E., & Elizalde, A. (2010). Sujeto, subjetividad, identidad y sustentabilidad. *Polis. Revista Latinoamericana*, 1(27), 1-6.
- Lehrer, R., & Schauble, L. (2002). *Investigating Real Data in the Classroom: Expanding*

Children's Understanding of Math and Science. Ways of Knowing in Science and Mathematics Series. North Dakota, USA: Teachers College Press.

- Lesh, R. (2003). Research design in mathematics education: Focusing on design experiments. In *International Handbook of Research Design in Mathematics Education*. New Jersey, USA: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lewinsohn, T. M., Attayde, J. L., Fonseca, C. R., Ganade, G., Jorge, L. R., Kollmann, J., ... & da Rocha, P. L. (2015). Ecological literacy and beyond: Problem-based learning for future professionals. *Ambio*, 44(2), 154-162.
- Lieberman, A., & Miller, L. (2003). *La indagación como base de la formación del profesorado y la mejora de la educación*. Barcelona, España: Octaedro Editorial.
- Lieblich, A., Tuval-Mashiach, R., & Zilber, T. (1998). *Narrative research: Reading, analysis, and interpretation* (Vol. 47). London, UK: Sage.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. California, USA: Sage.
- Lincoln, Y. S., & Denzin, N. K. (1994). The fifth moment. *Handbook of qualitative research*, 1, 575-586.
- Lopera-Pérez, M. (2017). Experiencia de formación del profesorado basada en el contexto ciudad-escuela. *Revista Iberoamericana de Educación*, 74(1), 41-58.
- Lozano, D. L. P., & Penagos, W. M. M. (2016). Didáctica ambiental y conocimiento didáctico del contenido en química. *Indagatio didactica*, 8(1), 777-792.
- Lozano, D. L. P., & Torres, W. F. M. (2017). Conocimiento didáctico del contenido en química orgánica: Estudio de caso de un profesor universitario. *Revista Electrónica Educare*, 21(3), 17.
- Macrory, B. (2013). Green school in Bali. *Green Teacher*, (99), 25-30.
- Manterola, C., & Zavando, D. (2009). Cómo interpretar los "Niveles de Evidencia" en los diferentes escenarios clínicos. *Revista chilena de Cirugía*, 61(6), 582-595.
- Marcén, C., & Benegas, J. (1995). La Educación Ambiental como desencadenante del cambio de actitudes ambientales. *Revista complutense de educación*, 6(2), 11-28.
- Martín, M., & Velásquez, N. (2014). Alfabetización ambiental. Su promoción y desarrollo en la UNA. Recuperado de <http://biblo.una.edu.ve/docu.7/bases/marc/texto/d38879.pdf>
- Martínez Bonafé, J. (1994). Los colectivos críticos de profesores y profesoras en el Estado Español (Transcripción resumida de la ponencia presentada en las VIII Jornadas de Investigación en la Escuela. Sevilla, noviembre 1991). *Revista de Investigación en la Escuela*, (22), 7-23.
- Márquez, C., & Plaza, J. B. (2007). Una propuesta de análisis de las representaciones de los alumnos sobre el ciclo del agua. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 15(3), 280-286.
- Mat Said, A., Ahmadun, F. L. R., Hj. Paim, L., & Masud, J. (2003). Environmental con-

- cerns, knowledge and practices gap among Malaysian teachers. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 4(4), 305-313.
- Max-Neef, M. A. (2005). Foundations of transdisciplinarity. *Ecological economics*, 53(1), 5-16.
- Maxwell, J.A. (2008). *Designing a qualitative study*, in L. Bickman & D.J. Rog (Eds.). Handbook of Applied Social Science Research Methods. California, USA: Sage.
- Mayer, M. (1998). Educación ambiental: de la acción a la investigación. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 16(2), 217-232.
- McKeown-Ice, R. (2000). Environmental education in the United States: A survey of pre-service teacher education programs. *The Journal of Environmental Education*, 32(1), 4-11.
- McKernan, J. (1999). *Investigación-acción y curriculum*. Madrid, España: Morata.
- McLain, B. (2012). Science identity construction through extraordinary professional development experiences (doctoral dissertation). University of Colorado, Denver.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., y Behrens, W. W. (1972). *Los límites del crecimiento: informe al Club de Roma sobre el predicamento de la humanidad*. Fondo de cultura económica.
- Medina, A. & Salvador, F. (2010). *Didáctica General*. Segunda Edición. Madrid, España: Pearson Educación.
- Meisalo, V. (2007). Subject teacher education in Finland: a Research-based approach – The role of Subject didactics and networking in teacher education. In R. Jakkusihvonen & H. Niemi (Eds.), *Education as Societal Contributor* (pp. 161-180). Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Mellado Jiménez, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Conde, M. C., ... & Ruiz, C. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 0011-36.
- Mellor, M. (1997). *Feminismo y Ecología*. New York, USA: University Press.
- Mendéz, R. A. (2015). *El concepto de excelencia docente: una aproximación multidimensional inductivo-deductiva desde la Teoría Fundamentada, el mapeo de las ciencias y el análisis cualitativo de contenido* (tesis doctoral). Universidad de Valladolid, Valladolid, España.
- Mendoza, M. E. B. (2012). Propuesta de comunicación y educación ambiental a través del Facebook y el uso de narrativas digitales. *Entramado*, 8(1), 128-139.
- Merleau-Ponty, M., 2012, *Phenomenology of Perception*, Trans. Donald A. Landes. London and New York: Routledge. Prior translation, 1996, *Phenomenology of Perception*, Trans. Colin Smith. London and New York: Routledge. From the French original of 1945.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative Research and Case Study Applications in Education*. San Francisco, USA Jossey-Bass Pubis.

- Merrill, M. D. (1983). Component display theory. *Instructional-design theories and models: An overview of their current status, 1*, 282-333.
- Merrill, M. D. (2002). First principles of instruction. *Educational technology research and development, 50*(3), 43-59.
- Mies, M., & Shiva, V. (1993). *Ecofeminism*. London, UK: Zed Books.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1993). *Qualitative data analysis: A sourcebook of new methods* (2da. ed.). California, USA: Sage.
- Miles, M. B. y Huberman, A.M. (1994) *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. California, USA: Sage.
- Molina, M., Castro, E., Molina, J. L., & Castro, E. (2011). Un acercamiento a la investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 29*(1), 75-88.
- Molina, E. C., González, A. L. M., & Gaudiano, E. G. (2016). Construcción de conocimiento y creencias epistemológicas sobre cambio climático en docentes de nivel primaria. De la vulnerabilidad a la resiliencia. *Revista Interamericana de Educación de Adultos, 38*(2), 52-76.
- Monereo, C. (1995). Estrategias para aprender a pensar bien. *Cuadernos de pedagogía, 237*(1), 1-10.
- Mora, W.M. (2012). Ambientalización Curricular en la Educación Superior: Un estudio Cualitativo de las Ideas del Profesorado. *Profesorado. Revista de Curriculum y Formación del Profesorado, 16*(2), 77-103.
- Mora, W. M. y Parga, D. L. (2014). Aportes al CDC desde el pensamiento complejo. En A. Garritz, M. G. Lorenzo y S. F. Daza-Rosales (Eds.), *Conocimiento didáctico del contenido: Una perspectiva iberoamericana* (pp. 100-143). Alemania: Editorial Académica Española.
- Morán, L. (2008). Criterios para análisis comparativo de modelos y diseños educativos. *Educación y Educadores, 11*(2), 139-158.
- Moore, G. T., & Gollidge, R. G. (1976). *Environmental knowing: Theories, research and methods*. Oxford, UK: Dowden.
- Moreira, M. A., & Novak, J. D. (1988). Investigación en enseñanza de las ciencias en la Universidad de Cornell: esquemas teóricos, cuestiones centrales y abordajes metodológicos. *Enseñanza de las Ciencias, 6*(1), 003-18.
- Moreira, M. A. (2000). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica* (pp. 3-100). Madrid, España: Visor.
- Moreira, M. A. (2010). ¿ Por qué conceptos?¿ Por qué aprendizaje significativo?¿ Por qué actividades colaborativas?¿ Por qué mapas conceptuales?. *Qurriculum: revista de teoría, investigación y práctica educativa, 23*, 9-23.
- Moreira, M. A. (2012). ¿ Al final, qué es aprendizaje significativo?. *Qurriculum: revista de teoría, investigación y práctica educativa, 25*, 29-56.

- Moreno, C.L. (2016). Aprendizaje por descubrimiento. *Revista Arquitectura, Cultura, Tecnología, Urbanismo y Servicio (ACTUS)*, 1(1), 15-17.
- Morin, E., y Pakman, M. (1994). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona, España: Gedisa.
- Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesario para la educación del futuro*. París, Francia: UNESCO.
- Moseley, C. (2000). Teaching for environmental literacy. *The Clearing House*, 74(1), 23-24.
- Moseley, C., Reinke, K., & Bookout, V. (2003). The effect of teaching outdoor environmental education on elementary preservice teachers' self-efficacy. *Journal of Elementary Science Education*, 1, 1-14.
- Mueller, M. P., & Bentley, M. L. (2009). Environmental and science education in developing nations: A Ghanaian approach to renewing and revitalizing the local community and ecosystems. *The Journal of Environmental Education*, 40(4), 53-64.
- Muñoz, G. (1996). Principales tendencias y modelos de la educación ambiental en el sistema escolar. *Revista Iberoamericana de educación*, 11, 13-74.
- Muñoz, M. D. C. G. (1998). *La Educación Ambiental y formación del profesorado*. La educación ambiental y formación del profesorado. *Revista Iberoamericana De Educación*, 16, 13-22.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington, USA: The National Academies Press.
- National Research Council. (2007). *Green schools: Attributes for health and learning*. Washington, USA: National Academies Press.
- Newman, D. (1990). Opportunities for research on the organizational impact of school computers. *Educational Researcher*, 19(3), 8-13.
- Nelson, B., Ketelhut, D. J., Clarke, J., Bowman, C., & Dede, C. (2005). Design-based research strategies for developing a scientific inquiry curriculum in a multi-user virtual environment. *Educational Technology*, 45(1), 21-28.
- Nicol, D. J., & Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice. *Studies in higher education*, 31(2), 199-218.
- Nicolescu, J. (1999), Extracto del libro *La transdisciplinariedad-manifiesto*, de Basarab, Éditions du Rocher - Collection "Transdisciplinarité". Recuperado en <http://www.transdisciplinariedad.com>
- Noguera, A. P. (2004). *El reencantamiento del mundo*. México DF, México: PNUMA.
- Noguera, A. P., y Bernal Arias, D. A. (2014). Geografías del habitar: un habitar geopoético en la Era Planetaria/Geographies of dwelling: a geopoetical dwelling in the Planetary age. *Geograficidade*, 4(2), 19-31.

- Novak, J. D. G. (1998). *Conocimiento y aprendizaje: los mapas conceptuales como herramientas facilitadoras para escuelas y empresas.*
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2006). La teoría subyacente a los mapas conceptuales ya cómo construirlos. *Reporte Técnico IHMC CmapTools, 1*, 1-37.
- Novo, M. (1994). La educación ambiental formal y no formal: dos sistemas complementarios, *Revista Iberoamericana de Educación*, 11.
- O'Donnell-Allen, C. (2004). Raising our voices: Transformative discourse in a teacher research group. *English Education*, 37(1), 50-74.
- Ontoria, A. (1995). *Una técnica para aprender. Madrid, España: Universidad de Córdoba.*
- Ortiz, J. A. M., González, A. G., Marcos, A. P., Victoria, M., & Nardiz, A. (2003). Aprendizaje basado en problemas: una alternativa al método tradicional. *Revista de Docencia Universitaria*, 3(2), 79-85.
- Osorio García, S. N. (2012). El pensamiento complejo y la transdisciplinariedad: Fenómenos emergentes de una nueva racionalidad. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 20(1), 269-291.
- Osterman, K., & Kottkamp, R. (2004). *Reflective practice for educators: Professional development to improve student learning.* California, USA: Corwin Press.
- Palmer, J.A. (1998). *Environmental Education of the 21st century: Theory, practice, progress and promise.* London, UK: Routledge.
- Palmer, J. A., & Neal, P. (2003). *The handbook of environmental education.* Londo, UK: Routledge.
- Palmero, M. L. R. (2011). La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual. *IN. Investigació i Innovació Educativa i Socioeducativa*, 3(1), 29-50.
- Páramo, P., & Gómez, F. (1997). Actitudes hacia el medio ambiente: su medición a partir de la teoría de facetas. *Revista latinoamericana de Psicología*, 29(2), 243-266.
- Páramo, P. (2015). La teoría de facetas como modelo de investigación para la autoevaluación institucional. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (33-34), 91-98.
- Paredes, J. (2012). La motivación del uso de las TIC en la formación del profesorado de educación ambiental. *Ciência & Educação*, 18(2), 353-368.
- Parlett, M. y Hamilton, D. (1972). *La Evaluación como iluminación.* Madrid, España: Akal.
- Patterson, C., Sumsion, J., Cross, T., McNaught, M., Fleet, A., Talay-Ongan, A., & Burgess, C. (2002). Teaching as inquiry: Engaging preservice teachers with research. *Australian Journal of Early Childhood*, 27(2), 21-26.
- Pato, C., & Tamayo, Á. (2006). Valores, creencias ambientales y comportamiento ecológico de activismo. *Medio ambiente y comportamiento humano*, 7(1), 51-66.
- Payne, P. G. (2006). Environmental education and curriculum theory. *The Journal of Environmental Education*, 37(2), 25-35.

- Pe'er, S., Goldman, D., & Yavetz, B. (2007). Environmental literacy in teacher training: attitudes, knowledge, and environmental behavior of beginning students. *The Journal of Environmental Education*, 39(1), 45-59.
- Pearson, S., Honeywood, S., & O'Toole, M. (2005). Not yet learning for sustainability: The challenge of environmental education in a university. *International Research in Geographical & Environmental Education*, 14(3), 173-186.
- Pedrinaci, E., y Caamaño, A. (2006). Ciencias para el mundo contemporáneo: ¿Una materia para la participación ciudadana. *Alambique*, 49, 9-19.
- Pedrajas, A. P., & Martínez, M. V. (2016). Mapas conceptuales aplicados al tratamiento de temas medioambientales en la formación del profesorado de física. *Profesorado: Revista de curriculum y formación del profesorado*, 20(2), 452-472.
- Pedroza Flores, R., & Argüello Zepeda, F. (2002). Interdisciplinariedad y Transdisciplinariedad en los Modelos de Enseñanza de la Cuestión Ambiental. *Cinta de Moebio*, (15).
- Penagos, W. M. M. (2009). Educación ambiental y educación para el desarrollo sostenible ante la crisis planetaria: demandas a los procesos formativos del profesorado. *TED: Tecné, Episteme y Didaxis*, (26), 7-35.
- Pérez-Rodríguez, U., Varela-Losada, M., Lorenzo-Rial, M. A., & Vega-Marcote, P. (2017). Tendencias actitudinales del profesorado en formación hacia una educación ambiental transformadora. *Revista de Psicodidáctica*, 22(1), 60-68.
- Perkins, D. N., & Salomon, G. (1992). Transfer of learning. *International encyclopedia of education* (pp. 6452-6457), 2,.
- Pesis, S. P. (2015). *Alfabetización ambiental: análisis del proceso de alfabetización ambiental y su relación con el desarrollo sustentable y propuesta de una herramienta que permita cuantificar el nivel de conocimiento suficiente para completar el proceso de alfabetización ambiental* (Tesis Doctoral). Universidad Politecnica de Catalunya, Barcelona, España.
- Piaget, J. (1955). *The child's construction of reality*. London, UK: Routledge & Kegan Paul Limited.
- Piaget, J. (1998). *Introducción a Piaget: Pensamiento, Aprendizaje y Enseñanza*. México DF, México: Longman, S.A.
- Pirages, D. C., & Ehrlich, P. R. (1974). *Ark II: Social response to environmental imperatives*. San Francisco, USA: W. H. Freeman.
- Pitman, S. D., & Daniels, C. B. (2016). Quantifying ecological literacy in an adult western community: the development and application of a new assessment tool and community standard. *PloS one*, 11(3), 1-18.
- Plomp, T. (2007). The Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm foreducational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8.

- Pole, K. (2009). Diseño de metodologías mixtas. Una revisión de las estrategias para combinar metodologías cuantitativas y cualitativas. *Renglones, revista arbitrada en ciencias sociales y humanidades*, 60, 37-42.
- Polkinghorne, D. E. (2007). Validity issues in narrative research. *Qualitative inquiry*, 13(4), 471-486.
- Porlán Ariza, R., & Cañal de León, P. (1987). Investigando la realidad próxima: un modelo didáctico alternativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 5(2), 89-96.
- Posada Arrubla, A. M. (2009). Intereses ambientales: reflexiones sobre la aplicación de lo difuso. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 8(14), 11-20.
- Potter, G. (2001). The power of collaborative research in teachers' professional development. *Australian Journal of Early Childhood*, 26(2), 8-8.
- Pouvreau & Drack (2007). On the history of Ludwig von Bertalanffy's "General Systemology", and on its relationship to cybernetics. *International Journal of General Systems* (36), 281-337.
- Powers, A. L. (2004). An evaluation of four place-based education programs. *The Journal of Environmental Education*, 35(4), 17-32.
- Pozo, J. I. (1997). El cambio sobre el cambio: hacia una nueva concepción del cambio conceptual en la construcción del conocimiento científico. In *La construcción del conocimiento escolar* (pp. 155-176). Madrid, España: Paidós.
- Puleo, A. H. (2008). Libertad, igualdad, sostenibilidad. Por un ecofeminismo ilustrado. *Isegoría*, (38), 39-59.
- Quiva, D., y Vera, L. J. (2010). La educación ambiental como herramienta para promover el desarrollo sostenible. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 12(3), 378-394.
- Ramos, M. J., & Tilbury, D. (2006). Educación para el desarrollo sostenible; nada nuevo bajo el sol? Consideraciones sobre cultura y sostenibilidad. *Revista Iberoamericana de Educación*, 40, 99-109.
- Ramsey, J. M., Hungerford, H. R., & Volk, T. L. (1992). Environmental education in the K-12 curriculum: Finding a niche. *The Journal of environmental education*, 23(2), 35-45.
- Reeves, T. C., Herrington, J., & Oliver, R. (2005). Design research: A socially responsible approach to instructional technology research in higher education. *Journal of Computing in Higher Education*, 16(2), 96-115.
- Reeves, T. C. (2006). Design research from a technology perspective. *Educational design research*, 1(3), 52-66.
- Reid, W.V., 2006a. Bridging scales and epistemologies in the Millennium Ecosystem Assessment. In: Reid, W.V., Berkes, F., Wibanks, T. y Capistrano, D. (eds.). *Bridging scales and knowledge systems. Concepts and Applications in Ecosystem Assessment*. Washington, USA: Island Press.

- Reigeluth, C. M. (1979). In search of a better way to organize instruction: The elaboration theory. *Journal of Instructional Development*, 2(3), 8-15.
- Reigeluth, C. M. (2013). *Instructional design theories and models: An overview of their current status*. London, UK: Routledge.
- Reimann, P. (2011). Design-based research. In *Methodological choice and design* (pp. 37-50). Netherlands: Springer.
- Reyes-Cárdenas, F., & Padilla, K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación química*, 23(4), 415-421.
- Reyna, C., Bressán, E., Mola, D., Belaus, A., & Ortiz, M. V. (2018). Validating the Structure of the New Ecological Paradigm Scale among Argentine Citizens through Different Approaches. *Pensamiento Psicológico*, 16(1), 107-118.
- Richards, T. y Richards, L. (1994). Using computers in qualitative research. En N. Denzin y Y. Lincoln, *Handbook of Qualitative Research*. Londres, UK: Sage.
- Richardson, L. (1991). *Postmodern social theory*. *Sociological Theory*, 9, 173-179.
- Rieckmann, M. (2011). Key Competencies for a Sustainable Development of the World Society. Results of a Delphi Study in Europe and Latin America. *GAIA*, 20(1), 48-56.
- Rivarosa, A., & Perales, F. J. (2006). La resolución de problemas ambientales en la escuela y en la formación inicial de maestros. *Revista Iberoamericana de Educación*, 40, 111-124.
- Rivas Martínez, F., Doménech Betoret, F., & Rosel Remírez, J. (1997). Análisis estructural de la situación educativa a partir del modelo instruccional MISE. *Revista de Psico-didáctica*, (3), 25-35.
- Rivilla, A. M. (1982). Elaboracion de un modelo didactico: base para la realizacion eficiente de la tarea docente. *Revista Española de Pedagogía*, 55, 75-103.
- Robinson, N. A., Astorga, L. E., Oksanen, T., Trigo, E. J., Pastora, O., Pastor, P., y Ruiz, M. P. (1993). *Agenda 21: earth's action plan*. Gland, Suiza: IUCN.
- Rodgers, C. (2002). Voices inside schools. *Harvard educational review*, 72(2), 230-254.
- Rodríguez Marín, F., Fernández Arroyo, J., & García Díaz, J. E. (2014). Las hipótesis de transición como herramienta didáctica para la Educación Ambiental. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 303-318.
- Rodríguez, F., & García, J. E. (2009). El activismo que no cesa. Obstáculos para incorporar la metodología didáctica basada en la investigación del alumno a la práctica de la Educación Ambiental. *Investigación en la Escuela*, 67, 23-36.
- Romero, N. A., & Moncada, J. A. (2007). Modelo didáctico para la enseñanzade la educación ambiental en la Educación Superior Venezolana. *Revista de Pedagogía*, 28(83), 443-476.
- Rotter, J. B. (1990). Internal versus external control of reinforcement: A case history of a variable. *American psychologist*, 45(4), 489.

- Roth, C. (1992) *Environmental literacy: Its roots, evolution and directions in the 1990s*. Ohio, USA: The Ohio State University.
- Roth, E. (2000). Psicología ambiental: interfase entre conducta y naturaleza. *Revista Ciencia y Cultura*, (8), 63-78.
- Russell, C. L. (2005). 'Whoever does not write is written': the role of 'nature' in post-post approaches to environmental education research. *Environmental Education Research*, 11(4), 433-443.
- Saborío, N. C. (2003). El docente investigador: su génesis teórica y sus rasgos. *Revista Educación*, 27(2), 39-43.
- Sacristan, G., & Pérez, J. P. Ai (1995) *Comprender y transformar la enseñanza*. España. Madrid, España: Ediciones Morata.
- San Martín Cantero, D. (2014). Teoría fundamentada y Atlas. ti: recursos metodológicos para la investigación educativa. *Revista electrónica de investigación educativa*, 16(1), 104-122.
- Sanmartí, N., Bonil, J., y Tomás, C. (2004). Un nuevo marco para orientar respuestas a las dinámicas sociales: el paradigma de la complejidad. *Investigación en la escuela*, (53), 5-20.
- Santomé, J. T. (1994). *Globalización e interdisciplinariedad: el currículum integrado*. Madrid, España: Ediciones Morata.
- Saribas, D., Kucuk, Z. D., & Ertepinar, H. (2017). Implementation of an environmental education course to improve pre-service elementary teachers' environmental literacy and self-efficacy beliefs. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 26(4), 311-326.
- Sarma, Q. (2012). Designing Effective Course Curriculum for Enhancing Quality of Environmental Education through Distance Institutions. *Researchers World*, 3(1), 167-174.
- Sauvé, L. (1996). Environmental education and sustainable development: A further appraisal. *Canadian Journal of Environmental Education*, 1, 7-34.
- Sauvé, L. (2005a). Currents in Environmental Education: Mapping a Complex and Evolving Pedagogical Field. *Canadian Journal of Environmental Education*, 10(1), 11-37.
- Sauvé, L. (2005b). Uma cartografia das correntes em educação ambiental. *Educação ambiental: pesquisa e desafios*, 17-44.
- Sauvé, L. (2005c). Educação Ambiental: possibilidades e limitações. *Educação e pesquisa*, 31(2), 317-322.
- Sauvé, L. (2006). La educación ambiental y la globalización: desafíos curriculares y pedagógicos. *Revista iberoamericana de educación*, (41), 83-101.
- Sauvé, L. (2010). Educación científica y educación ambiental: un cruce fecundo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 5-18.

- Sauvé, L. (2013). La educación ambiental y la primavera social. *Jandiekua. Revista Mexicana de Educación Ambiental*, 1, 31-42.
- Sauvé, L., & Villemagne, C. (2015). La ética ambiental como proyecto de vida y “obra” social: Un desafío de formación. *CPU-e, Revista de Investigación Educativa*, (21), 188-209.
- Savery, J. R., & Duffy, T. M. (1995). Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. *Educational technology*, 35(5), 31-38.
- Sbarbati Nudelman, N. (2015). Educación en ciencias basada en la indagación. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 10(28), 11-21.
- Schatzman, L., & Strauss, A. L. (1973). *Field research: Strategies for a natural sociology*. New Jersey, USA: Prentice Hall.
- Shavelson, R. J., Phillips, D. C., Towne, L., & Feuer, M. J. (2003). On the science of education design studies. *Educational researcher*, 32(1), 25-28.
- Scholz, R. W., & Binder, C. R. (2011). *Environmental literacy in science and society: from knowledge to decisions*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Schultz, P. W., & Zelezny, L. (1999). Values as predictors of environmental attitudes: Evidence for consistency across 14 countries. *Journal of environmental psychology*, 19(3), 255-265.
- Schwarz, C. V., & Gwekwerere, Y. N. (2007). Using a guided inquiry and modeling instructional framework (EIMA) to support preservice K-8 science teaching. *Science education*, 91(1), 158-186.
- Selby (1996). Educación global: hacia una irreductible perspectiva global en la escuela. *En Aula de Innovación Educativa*, (51), 25-30.
- Sevillano, M^a.L. (2008). *Nuevas Tecnologías en Educación Social*. Madrid, España: McGraw Hill.
- Shavelson, R. J., Phillips, D.C., Towne, L. Y Feuer, M.J. (2003). On the science of education design studies. *Educational Researcher*, 32(1), 25-28.
- Shein, P. P., & Tsai, C. Y. (2015). Impact of a Scientist–Teacher Collaborative Model on Students, Teachers, and Scientists. *International Journal of Science Education*, 37(13), 2147-2169.
- Shenton, A. K. (2004). Strategies for ensuring trustworthiness in qualitative research projects. *Education for information*, 22(2), 63-75.
- Shepardson, D. P., Wee, B., Priddy, M., & Harbor, J. (2007). Students' mental models of the environment. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 44(2), 327-348.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-21

- Shulman, L. S. (2013). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Journal of Education*, 193(3), 1-11.
- Simons, H. (2011). *El estudio de caso: Teoría y práctica*. Madrid, España: Ediciones Morata.
- Sims, R. (2006). Beyond instructional design: Making learning design a reality. *Journal of Learning Design*, 1(2), 1-9.
- Sims, R. C., & Koszalka, T. A. (2008). Competencies for the new-age instructional designer. *Handbook of research on educational communications and technology*, 3, 569-575.
- Smith, G. A. (2002). Place-based education: Learning to be where we are. *Phi delta kappan*, 83(8), 584-594.
- Smith, S. M., Haugtvedt, C. P., & Petty, R. E. (1994). Attitudes and recycling: does the measurement of affect enhance behavioral prediction?. *Psychology & Marketing*, 11(4), 359-374.
- Sobel, D. (2004). Place-based education: Connecting classroom and community. *Nature and Listening*, 4, 1-7.
- Solís-Espallargas, C., & Valderrama-Hernández, R. (2015). La educación para la sostenibilidad en la formación de profesorado. ¿Qué estamos haciendo?. *Foro de Educación*, 13(19), 165-192.
- Southwell, M. (2013). *La escuela ante nuevos desafíos: participación, ciudadanía y nuevas alfabetizaciones*. Buenos Aires, Argentina: Santillana.
- Squire, K. D., & Barab, S. A. (2004). Replaying history. In Y. Kafai, W. Sandoval, N. Enyedy, A. Dixon, & F. Herrera (Eds.), *Proceedings of the 2004 International Conference of the Learning Sciences* (pp. 505–512). New Jersey, USA: Lawrence Erlbaum.
- Stables, A., & Bishop, K. (2001). Weak and strong conceptions of environmental literacy: Implications for environmental education. *Environmental Education Research*, 7(1), 89-97.
- Stake, R. (2010). *Qualitative Research studying how things work*. New York, USA: The Guilford Press.
- Stake, R. E. (2013). *Multiple case study analysis*. New York, USA: Guilford Press.
- Stanišić, J., & Maksić, S. (2014). Environmental education in Serbian primary schools: Challenges and changes in curriculum, pedagogy, and teacher training. *The Journal of Environmental Education*, 45(2), 118-131.
- Stapp, W. B. (1978). An Instructional Model for Environmental Education. *Prospects: Quarterly Review of Education*, 8(4), 495-507.
- Stapp, W. B., Caduto, M. J., Mann, L. D., & Nowak, P. F. (1980). An analysis of pre-service environmental education of teachers in Europe and an instructional model for furthering this education. *The Journal of Environmental Education*, 12(2), 3-10.

- Steffè, L. Y Thompson, P.W. (2000). Teaching experiment methodology: underlying principles and essential elements, en Kelly, A.E. y Lesh, R.A. (eds.). *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 267-306). New Jersey, USA: LAE.
- Stenhouse, L. (1998). *La investigación como base de la enseñanza*. Madrid, España: Ediciones Morata.
- Stokols, D. (2006). Toward a science of transdisciplinary action research. *American journal of community psychology*, 38(1-2), 79-93.
- Storksdieck, M., Ellenbogen, K., & Heimlich, J. E. (2005). Changing minds? Reassessing outcomes in free-choice environmental education. *Environmental Education Research*, 11(3), 353-369.
- Strauss, A. L., & Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. California, USA: Sage.
- Strauss, A. L., & Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Medellín, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.
- Strike, K. A., & Posner, G. J. (1982). Conceptual change and science teaching. *European Journal of Science Education*, 4(3), 231-240.
- Strike, K. A., & Posner, G. J. (1992). *A revisionist theory of conceptual change. Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice*. New York, USA: Suny Press.
- Subirà, G. C., & Gargallo, J. B. (2014). Identificación y caracterización de las concepciones de medio de un grupo de profesionales de la educación ambiental. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(3), 205-225.
- Subirà, G. C., & Martínez, N. B. (2017). Caracterización de las concepciones de complejidad de un grupo de investigadores de la educación ambiental. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 35(1), 53-69.
- Summers, M., Childs, A., & Corney, G. (2005). Education for sustainable development in initial teacher training: Issues for interdisciplinary collaboration. *Environmental Education Research*, 11(5), 623-647.
- Sureda, J., & Calvo, A. M. (2001). Organization of school centres and environmental education: In search of action models for the greening of school organization. *Environmentalist*, 21(4), 287-296.
- Talanquer, V. (2004). Formación docente: ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química. *Educación química*, 15(1), 52-58.
- Tamir, P. (1991). Professional and personal knowledge of teachers and teacher educators. *Teaching and Teacher Education*, 7(3), 263-268.
- Tapio P, Willamo R. (2008). Developing interdisciplinary environmental frameworks. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 37, 125-133.

- Taylor, S. J., & Bogdan, R. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación* (Vol. 1). Barcelona, España: Paidós.
- Teddlie, C., & Tashakkori, A. (2003). Major issues and controversies in the use of mixed methods in the social and behavioral sciences. In A. Tashakkori & C. Teddlie (Eds.), *Handbook of mixed methods in social & behavioral research* (pp. 3-50). California, USA: Sage
- Tejada-Fernández, J. (2009). Profesionalización docente en el escenario de la Europa de 2010. Una mirada desde la formación. *Revista de educación*, (349), 463-477.
- Tilbury, D. (1995). Environmental Education for sustainability: defining the new focus of Environmental Education in the 1990s. *Environmental Education Research*, 1(2), 195-211.
- Tomas, L., Girgenti, S., & Jackson, C. (2017). Pre-service teachers' attitudes toward education for sustainability and its relevance to their learning: implications for pedagogical practice. *Environmental Education Research*, 23(3), 324-347.
- Tovar-Gálvez, J. C. (2017). Pedagogía ambiental y didáctica ambiental: tendencias en la educación superior. *Revista Brasileira de Educação*, 22(69), 519-538.
- Tuan, H. L., Chang, H. P. & Wang, K. H. (2000). The development of an instrument for assessing students' perceptions of teachers' knowledge. *International Journal of Science Education*, 22(4), 385-398.
- Tuncer, G., Tekkaya, C., Sungur, S., Cakiroglu, J., Ertepinar, H., & Kaplowitz, M. (2009). Assessing pre-service teachers' environmental literacy in Turkey as a mean to develop teacher education programs. *International Journal of Educational Development*, 29(4), 426-436.
- Ull, M. À., Martínez Agut, M. P., Piñero, A., & Aznar Minguet, P. (2013). La sostenibilidad en los estudios de grado: implicación de grupos de profesores en la introducción de competencias para la sostenibilidad. *I Encuentro Universitario de Sostenibilización Curricular. Diseñando la educación para una sociedad sostenible*. Universidad Europea de Madrid. Madrid, España.
- UNESCO (1994) *Informe Final de la Conferencia Mundial: Necesidades Educativas Especiales. Acceso y Calidad*. Madrid, España: UNESCO, Ministerio de Educación y Cultura.
- UNESCO (1997). *Recomendación relativa a la condición del personal docente de la enseñanza superior*. París, Francia: UNESCO.
- UNESCO (2002). *Education for Sustainability from Rio to Johannesburg: Lessons from a decade of commitment*. París, Francia: UNESCO.
- UNESCO (2007). *Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible 2005-2014: El decenio en pocas palabras*. París, Francia: UNESCO.
- UNESCO (2015). *La educación para todos: logros y desafíos. Informe de Seguimiento de la EPT en el Mundo*. París, Francia: UNESCO.
- Urrútia, G., & Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la

- publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina clínica*, 135(11), 507-511.
- Vaillant, D. (2016). Trabajo colaborativo y nuevos escenarios para el desarrollo profesional docente. *Docencia*, 60, 5-13.
- Van den Akker, J. (1999). Principles and methods of development research. In J. van den Akker, N. Nieveen, R. M. Branch, K. L. Gustafson & T. Plomp (Eds.), *Design methodology and developmental research in education and training* (pp. 1-14). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S. & Nieveen, N. (2006). *Educational design research*. London, UK: Routledge.
- Van Ongevalle, J., Van Petegem, P., Deprez, S., & Chimbodza, I. J. M. (2011). Participatory planning for project sustainability of environmental education projects: a case study of the Secondary Teacher Training Environmental Education Project (St2eep) in Zimbabwe. *Environmental Education Research*, 17(4), 433-449.
- Van Petegem, P., Blicck, A., Imbrecht, I., & Van Hout, T. (2005). Implementing environmental education in pre-service teacher training. *Environmental education research*, 11(2), 161-171.
- Varela-Losada, M., Pérez-Rodríguez, U., Álvarez-Lires, F. J., & Álvarez-Lires, M. M. (2014). Desarrollo de competencias docentes a partir de metodologías participativas aplicadas a la Educación Ambiental. *Formación universitaria*, 7(6), 27-36.
- Vega-García, H. (2014). El pensamiento ambiental ancestral latinoamericano como respuesta a la actual crisis planetaria. *Revista Comunicación*, 23(1 (2014)), 4-16.
- Vega-Marcote, P., Varela-Losada, M., & Álvarez-Suárez, P. (2015). Evaluation of an Educational Model Based on the Development of Sustainable Competencies in Basic Teacher Training in Spain. *Sustainability*, 7(3), 2603-2622.
- Vezub, L. (2005). Tendencias internacionales de Desarrollo Profesional Docente. La experiencia de México, Colombia, Estados Unidos y España. Trabajo realizado a solicitud de las Direcciones Nacionales de Gestión Curricular y Formación Docente y de Investigación y Evaluación de la Calidad Educativa del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Argentina. Buenos Aires, septiembre de 2005.
- Vigotsky, L. (1978). *Mind in society*. Cambridge, USA: Harvard University Press.
- Vilches, A., & Pérez, D. G. (2007). Emergencia planetaria: necesidad de un planteamiento global. *Education siglo XXI*, 25, 19-49.
- Vilches, A., & Gil Pérez, D. (2013). La ciencia de la sostenibilidad en la formación del profesorado de ciencias. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 10, 749-762.
- Vilches, A., Gil Pérez, D., Toscano, J.C. y Macías, O. (2014). *Educación para la Sostenibilidad*. Valencia, España: Organización de Estados Americanos.
- Vilches, A. y Gil Pérez, D. (2015). Ciencia de la Sostenibilidad: ¿Una nueva disciplina o

- un nuevo enfoque para todas las disciplinas?. *Revista Iberoamericana de Educación*, 69(1), 39-60.
- Vilches, A., y Gil Pérez, D. (2016). La transición a la Sostenibilidad como objetivo urgente para la superación de la crisis sistémica actual. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 395-407.
- Villaverde, M. N. (2009). La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible. *Revista de Educación*, (1), 195-217.
- Vogel, Steven, 1999. *Environmental Philosophy After the End of Nature*. *Environmental Ethics*, 24 (1), 23-39.
- Von Bertalanffy, L., y Santisteban, A. (1979). *Perspectivas en la teoría general de sistemas: estudios científicos-filosóficos*. Madrid, España: Alianza Editorial.
- Von Bertalanffy, L. (1993). *Teoría general de los sistemas*. México DF, México: Fondo de cultura económica.
- Vosniadou, S., & Ortony, A. (Eds.). (1989). *Similarity and analogical reasoning*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Vosniadou, S. (2003). Exploring the relationships between conceptual change and intentional learning. *Intentional conceptual change*, 377-406.
- Wals, A. E., Brody, M., Dillon, J., & Stevenson, R. B. (2014). Convergence between science and environmental education. *Science*, 344(6184), 583-584.
- Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational technology research and development*, 53(4), 5-23.
- Weigel, R., & Weigel, J. (1978). Environmental concern: The development of a measure. *Environment and behavior*, 10(1), 3-15.
- Welch-Devine, M., Hardy, D., Brosius, J. P., & Heynen, N. (2014). A pedagogical model for integrative training in conservation and sustainability. *Ecology and Society*, 19(2), 1-7.
- Wells, G., & Arauz, R. M. (2005). Hacia el diálogo en el salón de clases: enseñanza y aprendizaje por medio de la indagación. *Sinéctica*, (26), 1-19.
- Weston, A. (1999). *An Invitation to Environmental Philosophy*. New York, USA: Oxford University Press.
- Williams, P. (2012). Educating for Sustainability in New Zealand: Success Through Envisoschools. In *Schooling for Sustainable Development*: (pp. 33-48). Netherlands: Springer.
- Winther, A. A., Volk, T. L., & Shrock, S. A. (2002). Teacher decision making in the 1st year of implementing an issues-based environmental education program: A qualitative study. *The Journal of Environmental Education*, 33(3), 27-33.
- Wolcott, H. F. (1999). *Ethnography: A way of seeing*. California, USA: Altamira Press.

- Won, M., Krabbe, H., Ley, S., Treagust, D., & Fischer, H. (2017). Concept map as an assessment tool for teaching and learning the concept of energy. *Educational Assessment, 22*(2).
- Woods, B., & Moscardo, G. (2003). Enhancing wildlife education through mindfulness. *Australian Journal of Environmental Education, 19*, 97-108.
- Wu, Z. (2002). Green schools in China. *The Journal of Environmental Education, 34*(1), 21-25.
- Wyner, Y. (2013). A Conceptual Model for Teaching the Relationship of Daily Life and Human Environmental Impact to Ecological Function. *International Journal of Environmental and Science Education, 8*(4), 561-586.
- Yin, R. K. (2013). *Case study research: Design and methods*. Newcastle, UK: Sage publications.
- Zajonc, R. B. (1980). Feeling and thinking: Preferences need no inferences. *American psychologist, 35*(2), 151-175.
- Zhou, G. (2015). Environmental Pedagogical Content Knowledge: A Conceptual Framework for Teacher Knowledge and Development. In *Educating Science Teachers for Sustainability* (pp. 185-203). The Netherlands: Springer International Publishin.