


ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=ca>

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=es>

WARNING. The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>

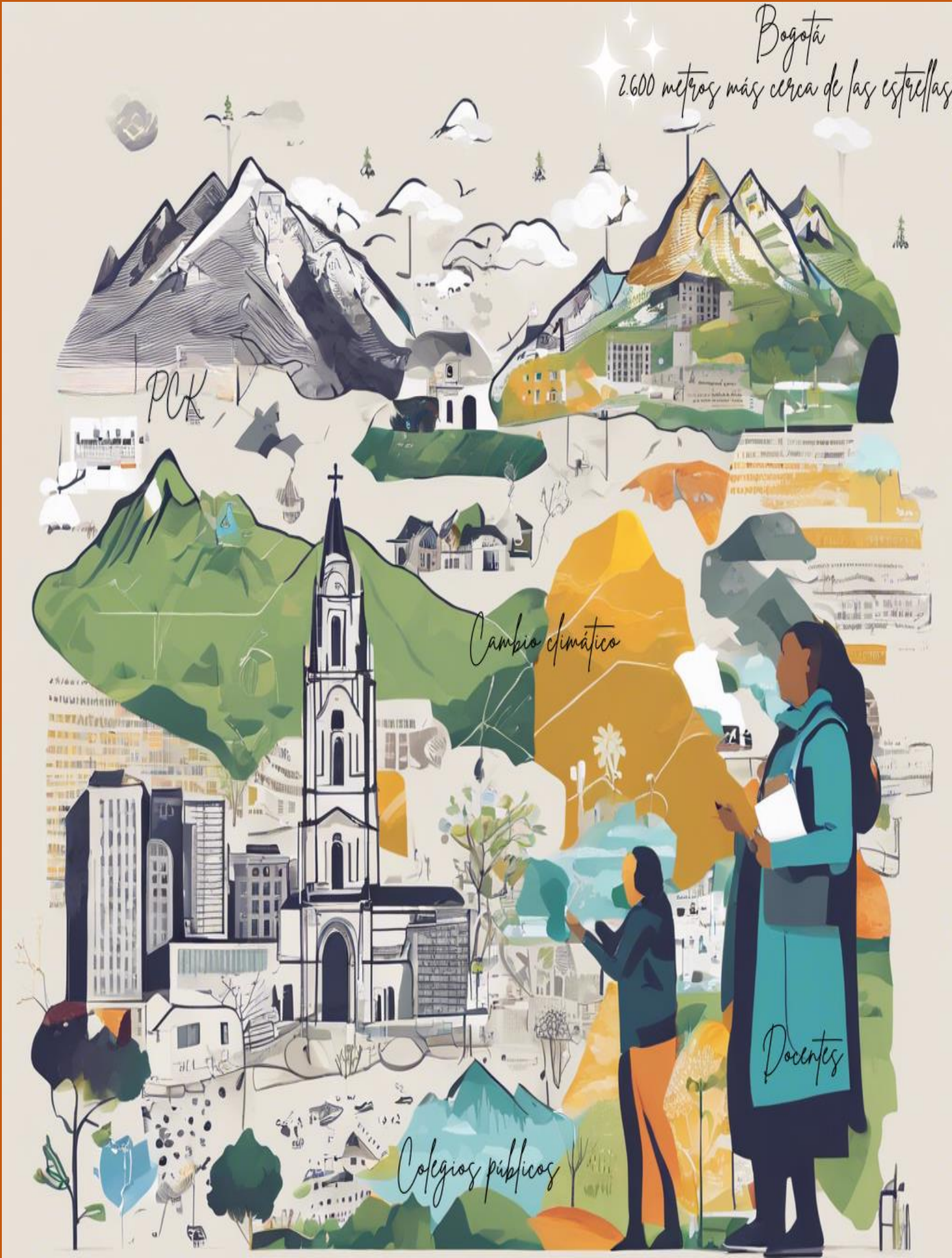
Bogotá
2.600 metros más cerca de las estrellas

PCK

Cambio climático

Docentes

Colegios públicos





Desarrollo Profesional de los Docentes de Educación Ambiental de los Colegios Públicos de Bogotá: Un análisis desde el Conocimiento Didáctico del Contenido en Cambio Climático

Autor: Yeinson Fernando Cerquera Mojoco
Tutor y director: Miquel Àngel Essomba Gelabert

Departamento de Pedagogía Aplicada
Doctorado en Educación
Facultad de Ciencias de la Educación
2024

*A Dios, quien me ha enseñado a creer.
A mis dos grandes amores: mi madre y mi abuela.*

Agradecimientos

La realización de esta tesis ha sido posible gracias al apoyo de personas e instituciones que hacen parte de mi entorno académico, laboral y familiar, a quienes me gustaría expresarles mi profundo agradecimiento.

Agradezco a mi director de tesis, el Dr. Miquel Àngel Essomba Gelabert, por su guía, comprensión y valiosas recomendaciones a lo largo de todo el proceso. Su conocimiento, experiencia y humanidad fueron fundamentales para la culminación de este trabajo.

Asimismo, agradezco a la Dra. Carme Armengol Asparó, coordinadora del Departamento de Pedagogía Aplicada, por su constante apoyo y diligencia en la resolución de mis inquietudes administrativas durante mi doctorado. Su amabilidad y eficiencia fueron invaluable.

Extiendo mi gratitud a los miembros del comité de seguimiento de la tesis, la Dra. Cecilia Suárez, el Dr. Diego Castro, la Dra. Patricia Olmos y el Dr. Aleix Barrera, por sus comentarios constructivos que contribuyeron al desarrollo de esta investigación.

Agradezco también a la Universidad Autónoma de Barcelona por brindarme los recursos y el entorno académico necesarios para llevar a cabo mi formación doctoral.

Agradezco a la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y naturales, particularmente a Margarita Gómez y Rocío Cardona, por la gestión de recursos económicos durante la investigación y por las recomendaciones dadas en el mejoramiento de los instrumentos.

Agradezco al Dr. Benjamín Quesada de la Universidad del Rosario por su apoyo en la retroalimentación de los instrumentos de investigación y por el apoyo logístico que me brindó en los espacios de la Universidad para su aplicación.

Extiendo mi agradecimiento a la Dra. Alba Nubia Muñoz, el Dr. Jairo Robles Piñeros, la Dra. Maritza Torres Carrasco, la Dra. María Mercedes Callejas, Dr. William Mora Penagos, Dr. Rafael Amador y la Dra. Gloria Marcela Flórez, por los diálogos constructivos durante las entrevistas, que me ayudaron a enriquecer mi comprensión del tema de estudio.

Expreso mi más sincero agradecimiento a los docentes que generosamente dedicaron su tiempo y compartieron su valioso conocimiento a lo largo de las diferentes fases de esta investigación. Su colaboración desinteresada fue esencial para enriquecer y profundizar la comprensión del tema de estudio.

Un profundo agradecimiento a mis colegas de la Secretaría de Educación del Distrito por el apoyo académico y personal que me brindaron durante todo mi doctorado. Particularmente, agradezco a Paola Andrea Pasos, por su amistad y ayuda invaluable en este recorrido.

Finalmente, quiero expresar mi agradecimiento a mi querida familia por acompañarme desde el inicio de este recorrido académico. Siempre han estado presentes, brindándome el apoyo emocional necesario para seguir adelante. Gracias, madre, por los abrazos fuertes en los momentos difíciles.

Tabla de Contenido

Capítulo I: Marco Introdutorio	15
1.1. Introducción	15
1.2. Planteamiento del Problema	18
<i>1.2.1. Reduccionismo de la Educación Ambiental en Colombia.....</i>	<i>18</i>
<i>1.2.2. Desafíos en la consolidación de una Didáctica en Educación Ambiental.....</i>	<i>20</i>
<i>1.2.3. El Conocimiento Didáctico del Contenido en la Educación Ambiental: Una necesidad en el campo investigativo</i>	<i>22</i>
<i>1.2.4. La Necesidad de un Conocimiento Didáctico en Cambio Climático.....</i>	<i>23</i>
<i>1.2.5. La Necesidad del Desarrollo Profesional Docente en el Mejoramiento de la Calidad Educativa en Colombia</i>	<i>25</i>
<i>1.2.6. Pregunta de investigación.....</i>	<i>27</i>
1.3. Justificación	28
1.4. Objetivos	29
<i>1.4.1. Objetivo General.....</i>	<i>29</i>
<i>1.4.2. Objetivos Específicos.....</i>	<i>29</i>
Capítulo II: Marco Teórico	31
2.1. Fundamentos y alcance de la Didáctica: De sus orígenes a su aplicación en la Educación Ambiental	31
<i>2.1.1. Concepción de la didáctica en sus orígenes</i>	<i>31</i>
<i>2.1.2. Estatus de la didáctica: ¿ciencia o técnica?</i>	<i>32</i>
<i>2.1.3. ¿Cuál es el objeto de la didáctica? La didáctica, más allá de la enseñanza.....</i>	<i>34</i>
<i>2.1.4. ¿Existe una didáctica en educación ambiental?</i>	<i>38</i>
2.2. El Conocimiento Didáctico del Contenido: Implicaciones en la Educación Ambiental y el Cambio Climático	44
<i>2.2.1. El Conocimiento Didáctico del Contenido: Un conocimiento propio de los docentes</i>	<i>44</i>
<i>2.2.2. El Conocimiento Didáctico del Contenido en Educación Ambiental y en Educación para el Desarrollo Sostenible</i>	<i>51</i>
<i>2.2.3. El Conocimiento Didáctico del Contenido en cambio climático</i>	<i>58</i>
2.3. Desarrollo Profesional Docente.....	67
<i>2.3.1. Aproximación conceptual al Desarrollo Profesional Docente</i>	<i>67</i>
<i>2.3.2. Características del Desarrollo Profesional Docente</i>	<i>72</i>
<i>2.3.3. Barreras y facilitadores del Desarrollo Profesional Docente</i>	<i>78</i>

2.4. Relación entre el Conocimiento Didáctico del Contenido y el Desarrollo Profesional Docente	83
Capítulo III: Marco Metodológico	95
3.1. Enfoque de la investigación.....	95
3.2. Metodología y Métodos.....	96
3.2.1. Fase cuantitativa	96
3.2.2 Fase cualitativa	97
3.3. Participantes y muestra	100
3.3.1. Participantes en la fase cuantitativa.....	100
3.3.2. Participantes en la fase cualitativa	101
3.4. Técnicas e instrumentos.....	102
3.4.1. Instrumentos de la fase cuantitativa.....	102
3.4.1.1. Cuestionario de Conocimiento Disciplinar.	102
3.4.1.2. Cuestionario de Conocimiento de Dificultades de Aprendizaje de los Estudiantes.	103
3.4.1.3. Cuestionario de información sociodemográfica.	104
3.4.2. Técnicas e instrumentos de la fase cualitativa	105
3.4.2.1. Grupos focales.	105
3.4.2.2. Entrevistas semiestructuradas.	105
3.5. Recolección de información.....	106
3.5.1. Aplicación de instrumentos de la fase cuantitativa.....	106
3.5.2. Aplicación de instrumentos de la fase cualitativa	106
3.6. Análisis de información	107
3.6.1. Análisis de datos de la fase cuantitativa	107
3.6.1.1. Prueba de confiabilidad de los instrumentos.....	107
3.6.1.2. Parametrización de los datos.....	107
3.6.1.3. Agrupación en niveles de desempeño.	108
3.6.1.4. Correlación de los datos.....	108
3.6.1.5. Identificación de niveles de complejidad sobre el conocimiento en cambio climático.	108
3.6.1.6. Identificación de diferencias significativas.	110
3.6.2. Análisis de información cualitativa	110
Capítulo IV: Análisis y Resultados	113
4.1. Análisis y resultados de la fase cuantitativa de la investigación	113
4.1.1. Confiabilidad de los instrumentos	113

4.1.2. <i>Análisis y resultados del cuestionario del Conocimiento Disciplinar</i>	113
4.1.2.1. <i>Respuestas del cuestionario de Conocimiento Disciplinar</i>	113
4.1.2.2. <i>Desempeño en el cuestionario de Conocimiento Disciplinar</i>	118
4.1.3. <i>Análisis y resultados del cuestionario de Conocimiento de las Dificultades de Aprendizaje de los estudiantes</i>	121
4.1.3.1. <i>Respuestas del cuestionario</i>	121
4.1.3.2. <i>Desempeño en el cuestionario de Conocimiento de las Dificultades de Aprendizaje de los estudiantes</i>	134
4.1.4. <i>Correlación entre los resultados de los cuestionarios</i>	138
4.1.5. <i>Niveles de complejidad sobre Cambio climático</i>	140
4.1.5.1. <i>Niveles de complejidad en el Conocimiento Disciplinar</i>	140
4.1.5.2. <i>Niveles de complejidad en el Conocimiento de las Dificultades de Aprendizaje de los Estudiantes</i>	145
4.1.6. <i>Diferencias significativas entre el desempeño de los docentes e información sociodemográfica</i>	151
4.2. <i>Resultados y análisis de la fase cualitativa de la investigación</i>	167
4.2.1. <i>Comprensión sobre el Desarrollo Profesional Docente</i>	167
4.2.1.1. <i>Concepciones sobre el Desarrollo Profesional Docente</i>	167
4.2.1.1.1. <i>Concepciones de los expertos sobre el Desarrollo Profesional Docente</i>	167
4.2.1.1.2. <i>Concepciones de los docentes sobre el Desarrollo Profesional Docente</i>	174
4.2.1.2. <i>Factores facilitadores del Desarrollo Profesional Docente</i>	180
4.2.1.2.1. <i>Factores facilitadores identificados por los expertos</i>	180
<i>Fuente: Elaboración propia</i>	195
4.2.1.2.2. <i>Factores facilitadores identificados por los docentes</i>	195
4.2.1.3. <i>Factores obstaculizadores del Desarrollo Profesional Docente</i>	202
4.2.1.3.1. <i>Factores obstaculizadores identificados por los expertos</i>	202
4.2.1.3.1. <i>Factores obstaculizadores identificados por los docentes</i>	213
<i>Fuente: Elaboración propia</i>	219
4.2.2. <i>Elementos identificados en la construcción de una propuesta de Desarrollo Profesional Docente</i>	219
4.2.2.1. <i>Elementos identificados por los expertos</i>	219
4.2.2.1. <i>Elementos identificados por los docentes</i>	228
4.2.3. <i>Relación entre el Conocimiento Didáctico del Contenido y el Desarrollo Profesional Docente</i>	233

4.2.3.1. Categoría: concepciones sobre el Desarrollo Profesional Docentes y niveles de Conocimiento Didáctico del Contenido.....	233
4.2.3.2. Categoría: factores facilitadores del Desarrollo Profesional Docente y niveles de Conocimiento Didáctico del Contenido.....	236
4.2.3.3. Categoría: factores obstaculizadores del Desarrollo Profesional Docentes y niveles de Conocimiento Didáctico del Contenido.....	237
4.2.3.4. Categoría: elementos para una propuesta de Desarrollo Profesional Docente y niveles de Conocimiento Didáctico del Contenido.....	238
4.2.3.5. Relación entre el Conocimiento Didáctico del Contenido y el Desarrollo Profesional Docente.....	239
Capítulo V: Conclusiones y Consideraciones Finales	246
5.1. Conclusiones.....	246
5.1.1. Conclusiones de la fase cuantitativa	246
5.1.2. Conclusiones de la fase cualitativa.....	251
5.2. Innovaciones de la investigación.....	259
5.3. Aportes de la investigación en términos de política pública.....	263
5.4. Limitaciones.....	266
5.5. Recomendaciones	269
6. Referencias Bibliográficas.....	274
7. Anexos	307
7.1. Formatos de validación de instrumentos	307
7.1. Formato de validación del cuestionario de Conocimiento Disciplinar	307
7.1.2. Formato de validación del cuestionario de Conocimiento de las Dificultades de Aprendizaje de los Estudiantes.....	308
7.1.3. Formato de validación del guion de la entrevista	309
7.1.4. Formato de validación guion grupo focal.....	310
7.2. Instrumentos de la investigación	311
7.2.1. Cuestionario de Conocimiento Disciplinar	311
7.2.2. Cuestionario del Conocimiento de las Dificultades de Aprendizaje de los estudiantes	315
7.2.3 Guion de la entrevista	323
7.2.4 Guion del grupo focal	323

Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Síntesis comparativa entre pedagogía y didáctica</i>	37
Tabla 2. <i>Definiciones del DPD según diversos autores</i>	68
Tabla 3. <i>Síntesis de las principales barreras en el DPD</i>	79
Tabla 4. <i>Síntesis de los principales facilitadores del DPD</i>	82
Tabla 5. <i>Categorías que representan la relación entre CDC y DPD</i>	90
Tabla 6. <i>Información socio demográfica de la población participante en la investigación</i>	100
Tabla 7. <i>Número de docentes que participaron en los grupos focales</i>	101
Tabla 8. <i>Perfil de los entrevistados</i>	101
Tabla 9. <i>Categorías de las preguntas del cuestionario CD</i>	103
Tabla 10. <i>Categorías de las preguntas del cuestionario CDAE</i>	104
Tabla 11. <i>Estructura de los grupos focales</i>	106
Tabla 12. <i>Matriz de referencia para identificar los niveles de complejidad en las respuestas de los docentes</i>	108
Tabla 13. <i>Tabulación de las respuestas a las preguntas cerradas del cuestionario CD.</i>	113
Tabla 14. <i>Tabulación de las respuestas a las preguntas abiertas del cuestionario CD</i>	114
Tabla 15. <i>Niveles de desempeño de los docentes en el cuestionario CD</i>	118
Tabla 16. <i>Tabulación de los resultados obtenidos del cuestionario CDAE.</i>	122
Tabla 17. <i>Niveles de desempeño de los docentes en el cuestionario CDAE</i>	134
Tabla 18. <i>Correlación de los resultados obtenidos en los cuestionarios CD y CDAE.</i>	138
Tabla 19. <i>Niveles de complejidad identificados en CD sobre CC.</i>	140
Tabla 20. <i>Niveles de complejidad identificados en CDAE sobre CC.</i>	145
Tabla 21. <i>Resultados de chi cuadrado para el cuestionario de CD</i>	153
Tabla 22. <i>Resultados de chi cuadrado para el cuestionario de CDAE.</i>	154
Tabla 23. <i>Síntesis de los principales facilitadores del DPD, identificados por los expertos</i>	195
Tabla 24. <i>Principales categorías identificadas en los docentes, de acuerdo con su nivel de CDC en CC y en el grupo de expertos</i>	242
Tabla 25. <i>Principales factores facilitadores del DPD, identificados por docentes y expertos</i> ...	254
Tabla 26. <i>Principales factores obstaculizadores del DPD, identificados por docentes y expertos</i>	257

Índice de Figuras

Figura 1. <i>Elementos implícitos en el concepto de didáctica</i>	35
Figura 2. <i>Síntesis de los elementos que caracterizan a la EA como campo de conocimiento</i>	44
Figura 3. <i>Modelo de Consenso del CDC, generado a partir de la Cumbre de 2012</i>	47
Figura 4. <i>Modelo de consenso refinado del CDC, generado a partir de la cumbre de 2016</i>	48
Figura 5. <i>Modelo de CDC de Kaya et al. (2021)</i>	51
Figura 6. <i>Modelo de integración del Conocimiento Pedagógico del Contenido Ambiental</i>	53
Figura 7. <i>Categorías identificadas en las investigaciones de CDC en EA/EDS</i>	58
Figura 8. <i>Elementos identificados en las investigaciones sobre CDC en CC</i>	65
Figura 9. <i>Mapa mental que sintetiza la revisión del capítulo de CDC en cambio climático</i>	66
Figura 10. <i>Resultado del Latinobarómetro 2011 sobre percepciones de la ciudadanía para mejorar la educación</i>	67
Figura 11. <i>Síntesis de los principales elementos identificados en la conceptualización del DPD</i>	72
Figura 12. <i>Características del DPD</i>	73
Figura 13. <i>Esquema del diseño metodológico de la investigación</i>	99
Figura 14. <i>Guion de preguntas del grupo focal</i>	105
Figura 15. <i>Guion de las entrevistas</i>	105
Figura 16. <i>Secuencia de la información cualitativa</i>	111
Figura 17. <i>Diagrama Sankey para representar la distribución de las respuestas correctas e incorrectas</i>	114
Figura 18. <i>Características identificadas en los niveles de Conocimiento Disciplinar</i>	118
Figura 19. <i>Diagrama Sankey para representar la distribución de las respuestas correctas e incorrectas</i>	123
Figura 20. <i>Experimento ficticio sobre el efecto invernadero, presentado en la viñeta II</i>	125
Figura 21. <i>Resultados de la encuesta ficticia presentada en la Viñeta III</i>	128
Figura 22. <i>Dibujo sobre el cambio climático realizado por un estudiante de 11 años</i>	131
Figura 23. <i>Red semántica de las concepciones de los expertos en EA sobre DPD, obtenidas de las entrevistas</i>	168
Figura 24. <i>Dimensiones del DPD identificadas en las respuestas de los expertos</i>	170
Figura 25. <i>Red semántica de las concepciones de los docentes sobre el DPD, obtenidas a partir de los grupos focales</i>	175
Figura 26. <i>Síntesis de las principales dimensiones del DPD, identificados en los docentes según su desempeño en CDC, sobre CC</i>	180
Figura 27. <i>Red semántica (I) de los factores facilitadores en el DPD, identificados en los expertos</i>	181
Figura 28. <i>Red semántica (II) de factores facilitadores en el DPD, identificados en los expertos</i>	182
Figura 29. <i>Red semántica de los factores facilitadores en el DPD identificados en los docentes</i>	198

Figura 30. <i>Síntesis de los principales facilitadores del DPD, mencionados por los docentes en los grupos focales.</i>	202
Figura 31. <i>Red semántica (I) de los factores obstaculizadores del DPD, identificados por los expertos.</i>	204
Figura 32. <i>Red semántica (II) de los factores obstaculizadores del DPD, identificados por los expertos.</i>	205
Figura 33. <i>Síntesis de los principales obstaculizadores del DPD, identificados por los expertos.</i>	213
Figura 34. <i>Red semántica de los factores obstaculizadores del DPD, identificados por los docentes</i>	215
Figura 35. <i>Síntesis de los Principales obstaculizadores del DPD, identificados por los docentes.</i>	219
Figura 36. <i>Red semántica de los elementos identificados por los expertos, para la construcción de una propuesta de DPD</i>	221
Figura 37. <i>Red semántica de los elementos identificados por los docentes, para la construcción de una propuesta de DPD</i>	230
Figura 38. <i>Elementos identificados en la construcción de una propuesta de DPD en EA</i>	233



Capítulo I: Marco Introdutorio

1.1. Introducción

La educación ambiental (EA) en el contexto escolar de Colombia se promueve desde la estrategia de los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE), reglamentada por el Decreto 1743 de la Ley General de Educación 115 de 1994. Sin embargo, 30 años después de la institucionalización de esta estrategia, el panorama de la EA en los colegios del país parece no ser muy diferente a lo detectado en sus inicios, tal como lo evidencian los diagnósticos del estado de los PRAE realizados por: Alape y Rivera (2016), Burgos (2017) y Bustamante et al. (2017). Estos estudios identificaron problemáticas persistentes de estos proyectos, como el activismo sin sentido, la perspectiva fragmentada y reduccionista de los problemas ambientales, la falta de impacto en los contextos comunitarios y territoriales, las prácticas conductistas y la perspectiva naturalista del ambiente.

Al respecto, García (2015) considera que los problemas en la EA se encuentran vinculados en cierta medida al campo didáctico y la manera en que los individuos construyen el conocimiento, de forma que los profesionales que trabajan en este campo siguen actuando artesanalmente, sin un modelo didáctico explícito que guíe la intervención.

En este sentido, la presente investigación acude al marco del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC/PCK, por sus iniciales en inglés) y del Desarrollo Profesional Docente (DPD), como una vía para impulsar el conocimiento y la práctica reflexiva de los docentes que se desempeñan en el campo de la EA. Shulman (1986) define el PCK como una amalgama entre el conocimiento de la materia y el conocimiento pedagógico de los maestros, necesarios para comprender cómo determinados temas se organizan y se adaptan al contexto del aprendizaje de los estudiantes.

Es importante señalar que el término Pedagogical Content Knowledge (PCD) es traducido, por sugerencia de Marcelo (1993), como Conocimiento Didáctico del Contenido. En el presente documento, dado que está escrito en castellano, se utilizará el acrónimo CDC.

Por otra parte, el Desarrollo Profesional docente se entiende como el aprendizaje profesional estructurado de los docentes que resulta en cambios en la práctica pedagógica y en el aprendizaje de los estudiantes (Adams., et al 2023; Avalos, 2011; Darling-Hammond et al., 2017). Diversos estudios señalan la relación del CDC con el DPD, sugiriendo que un docente que se

actualiza constantemente, que comprende los conceptos de la disciplina que enseña y que tiene la capacidad de interpretarlos y representarlos en el aula, influye notablemente en el aprendizaje de los estudiantes (Brand et al., 2022; Cochran-Smith & Lytle, 1999; Shulman, 2004; Driel & Berry 2012; Grossman, 2005; Mosquera et al., 2020; Yang et al., 2018).

Asimismo, la reflexión continua de su saber pedagógico y de la adaptación de conceptos a las estrategias didácticas en el aula, son fundamentales para la profesionalización del docente. Es decir, la docencia entendida como profesión, es el resultado de un diálogo constante de lo que sabe el maestro y de su habilidad para enseñarlo de manera efectiva (Avalos, 2011; Driel & Berry 2012; Mosquera et al, 2021).

En este contexto el objetivo de esta investigación fue determinar la relación entre el CDC en cambio climático (CC) y el desarrollo profesional de los docentes de EA de los colegios públicos de Bogotá. La elección del CC se debe a que representa uno de los mayores desafíos ambientales, sociales y económicos de nuestro tiempo, cuyas implicaciones trascienden fronteras y afectan a todas las esferas de la vida humana. La creciente urgencia de abordar el CC se refleja en la agenda internacional, en la cual organismos como las Naciones Unidas han establecido metas específicas para la educación sobre el CC dentro del marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente el ODS 13, que se enfoca en la acción por el clima.

Además, el estudio del CDC en este campo ha venido en ascenso, destacando los trabajos de Favier et al. (2021), Kutluca (2022), Jie et al. (2018), Quiroga-Duran (2018) y Clausen (2018), lo que hace relevante seguir contribuyendo a la ampliación de los hallazgos de estas investigaciones.

El diseño metodológico que se adoptó fue de tipo mixto. En su fase cuantitativa, se llevó a cabo un análisis de correlación entre dos componentes claves del CDC: el Conocimiento del Contenido, en este caso referido como Conocimiento Disciplinar (CD/CK, por sus iniciales en inglés), para evitar confusión con el acrónimo de cambio climático, y el Conocimiento de las Dificultades de Aprendizaje de los Estudiantes (CDAE/KSLD). Además, se identificaron relaciones estadísticamente significativas entre estos dos componentes con algunos factores asociados al DPD. La elección de estos componentes se basó en la investigación de Kaya et al. (2021), quienes hacen una crítica reflexiva al último modelo de Consenso refinado del CDC del 2016 y proponen que el CDAE es una vía plausible para desarrollar el CDC a partir del CK de los docentes.

Por otra parte, en la fase cualitativa se profundizó en la relación entre los niveles de CDC de los docentes y su comprensión del DPD, mediante la realización de entrevistas, grupos focales, la categorización de la información recolectada, su representación en redes semánticas y el análisis respectivo.

Los resultados de la investigación resaltan la importancia de promover estrategias de DPD centradas en la didáctica de la EA y en el CDC ambiental, que fomenten la reflexión y la conceptualización de problemas de enseñanza y aprendizaje, especialmente en temas relevantes como el CC. Aunque no existe una relación lineal y directa entre el CDC y el DPD, la investigación revela una interacción dinámica entre ambos. Esto resalta la necesidad de diseñar propuestas DPD que consideren estas interdependencias, con el objetivo de superar las prácticas docentes artesanales e intuitivas, y de esta manera, impactar positivamente en el aprendizaje y las habilidades de los estudiantes para enfrentar los desafíos ambientales actuales.

1.2. Planteamiento del Problema

1.2.1. Reduccionismo de la Educación Ambiental en Colombia

En el contexto colombiano, con la creación del Código Nacional de los Recursos Naturales en 1974, la EA fue concebida como una educación ecologista centrada en la preservación ambiental y el cuidado de los "recursos naturales renovables". Este enfoque configuró las propuestas iniciales de la EA en la escuela. Torres (1998), recopilando un estudio de caracterización realizado por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) en 1992, evidenció que las prácticas en EA consistían en actividades ecológicas que no correspondían a procesos integrales y estaban ausentes de los contextos sociales y culturales que otorgan el carácter ambiental a cualquier propuesta, proyecto o actividad educativa.

La caracterización también mostró que las actividades en las escuelas estaban descontextualizadas de la dinámica institucional: “Así se logra confirmar cómo las actividades que realizan los maestros desde lo ambiental no hacen parte de la vida de la escuela, del quehacer del maestro, y mucho menos de sus procesos pedagógicos” (p. 9). Además, la autora resalta el enfoque naturalista y ecológico de las actividades (campañas, huertas, grupos de reciclaje), considerándolas al mismo tiempo obstáculos para los verdaderos procesos formativos, ya que no logran vincularse a la cotidianidad de los alumnos ni a las vivencias de la comunidad, y no son significativas para el aprendizaje de los estudiantes.

Lo encontrado en el estudio de caracterización del MEN llevó a pensar, según la autora, sobre la necesidad de generar procesos de EA en la escuela que estuvieran articulados a la dinámica institucional y al contexto. Era necesario superar la visión asignaturista y naturalista en la que se habían encasillado, e imprimir un carácter transversal a las propuestas curriculares de los colegios. Así, en 1994, con la formulación de la Ley General de Educación (115/94) y la expedición del decreto 1743, se institucionalizaron los PRAE como proyectos pedagógicos transversales en los colegios del país. Al ser concebida la EA como un proceso transversal, significaba que debía formar parte de la cotidianidad de la institución, estar inmersa en las diferentes asignaturas del currículo y responder a las características propias de cada comunidad educativa.

Sin embargo, treinta años después de esta primera caracterización y de la creación de los PRAE, la situación parece no distar mucho de lo detectado en sus inicios, tal como lo expresan Galvis et al. (2020):

(...) para el caso concreto de la escuela, aún se cultiva la idea de que ambiente y la EA constituyen una cuestión que corresponde a las ciencias naturales, y que su abordaje debe darse desde una perspectiva conservacionista y proteccionista (problema ambiental-soluciones), generando posiblemente en los educandos y en los mismos profesores una visión equívoca de ambiente, fragmentada, superficial (...). (p.3)

Estudios de caracterización realizados en la última década sobre el estado de los PRAE en diferentes regiones de Colombia corroboran lo expuesto anteriormente. En el diagnóstico de los PRAE realizado por Burgos (2017) en el departamento de Boyacá, se encontró que solo el 25% de los docentes participaban en los proyectos, siendo los más representativos aquellos pertenecientes al área de Ciencias Naturales. Asimismo, se detectó que el 43% de las instituciones no contaban con un Comité Ambiental Escolar, en el que deberían participar docentes, estudiantes y padres de familia. Además, se observó que la mayoría de estos proyectos se centraban en líneas del ámbito ecológico, tales como el cuidado del agua y el manejo de residuos sólidos.

En el diagnóstico de los PRAE realizado por Alape y Rivera (2016) en 48 colegios de la ciudad de Bucaramanga, se evidencia que, entre los actores que participan en el PRAE, el 80% son docentes de Ciencias Naturales y el 20% de otras áreas. Además, el 49.6% de los estudiantes de secundaria desconocen el PRAE y el 45.3% consideran que en el colegio no se realizan actividades que promuevan su participación. De igual manera, se encontró que el énfasis de la mayoría de los proyectos se concentra en actividades de orden ecológico.

En el caso de la ciudad de Sincelejo, el estudio realizado por Bustamante et al. (2017) no difiere de lo anterior; sin embargo, se develan otros elementos sobre la problemática de los PRAE. En esencia, se muestra que un gran porcentaje de los proyectos fueron construidos sin consultar la realidad ambiental local o municipal, lo cual puede ocasionar la generación de acciones descontextualizadas y aisladas. También se detecta la escasa participación de los estudiantes y de los padres de familia, así como la débil articulación interinstitucional, lo cual deja ver el bajo impacto de estos proyectos a nivel comunitario.

Lo recopilado hasta ahora muestra que la EA en el contexto escolar colombiano se restringe predominantemente al campo de la enseñanza de las Ciencias Naturales, y la comprensión del ambiente se limita al entorno biofísico. En concreto, los elementos hallados en los estudios anteriores sugieren que una EA reduccionista se caracteriza por privilegiar el enfoque asignaturista y naturalista, promoviendo prácticas descontextualizadas de la realidad institucional y

comunitaria. La participación se concentra en los docentes del área de Ciencias Naturales, mientras que es débil o escasa la participación de docentes de otras áreas, estudiantes y padres de familia, además de una articulación interinstitucional débil o inexistente.

1.2.2. Desafíos en la consolidación de una Didáctica en Educación Ambiental

La consolidación de una didáctica específica para la EA enfrenta diversos desafíos que han sido objeto de análisis en la literatura académica. Para García-Díaz (2015), los problemas en la EA están vinculados en cierta medida al campo didáctico y a la manera en que los individuos construyen el conocimiento. Los profesionales que trabajan en este campo suelen actuar de manera artesanal, sin un modelo didáctico explícito que guíe la intervención y que sirva como mediador entre los fundamentos teóricos y las actuaciones concretas. Esto lleva a un activismo predominante, en el cual se realizan diversas prácticas sin una reflexión profunda sobre lo que se hace ni una valoración de los aprendizajes.

Sin embargo, el campo didáctico en la EA, a pesar de su relevancia, parece ser incipiente o inexistente en los contextos formativos. Se ha avanzado significativamente en el marco teórico de la EA, pero se ha puesto poco énfasis en la didáctica (Guevara-Herrero et al., 2023; Pérez-Martín y Esquivel-Martín, 2022; Roldán-Arcos et al., 2022). Según Mora-Penagos (2011), “en el campo de la EA no hay un desarrollo adecuado del ámbito didáctico, de forma que apenas hay una discusión sobre la naturaleza epistemológica de los objetivos, contenidos y sobre su organización y secuenciación” (p. 57). Una postura que coincide con lo planteado por García-Díaz (2004):

Las actuaciones que desarrollan las personas vinculadas a la EA responden más a unos estereotipos, rutinas y lugares comunes que a propuestas didácticas serias y fundamentadas. Por su procedencia académica, estos profesionales suelen conocer mejor los problemas ambientales o la realidad natural que los modelos y teorías didácticas. (p. 90)

Asimismo, las intervenciones de EA en el aula carecen de propuestas de evaluación y no se asocian a una demanda cognitiva concreta. En caso de presentarse, se centran en cuestionarios para conocer el nivel de satisfacción del individuo en la actividad, evaluar la adquisición de conocimiento en Ciencias Naturales o abordar situaciones moralizantes (Roldán et al., 2022).

La EA se ha caracterizado por un largo inventario de fines y actividades que, a pesar de tener su valor pedagógico, frecuentemente no entrañan la complejidad de los procesos de enseñanza-aprendizaje, siendo prácticas aisladas en muchas ocasiones de las necesidades de los

que aprenden y de las características del contexto, por lo que suelen sucumbir al activismo incesante, tan característico hoy por hoy sobre el tema (Mora-Penagos y Guerrero-Guevara, 2022; Pérez-Martín et al., 2022; Gutiérrez-Bastida, 2019).

De ahí que tengamos, por un lado, propuestas teóricas e investigativas en EA, con aportaciones conceptuales importantes, pero que no logran permear la práctica educativa. Por otro lado, observamos la concentración de acciones en EA que carecen de una reflexión o fundamentación conceptual consistente. Estas acciones, si bien pueden tener buenas intenciones, no cuentan con un marco teórico que las sustente y permita evaluar su efectividad. Como consecuencia, se dificulta la construcción de pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes (Flórez-Espinosa y Ruiz-Ortega, 2022; Calixto-Flores, 2021; Limón y Solís, 2014).

Para García-Díaz (2004), no hay un campo didáctico intermedio que vincule la fundamentación con la acción, y añade: “Si queremos que la EA sea algo más que un discurso normativo, etéreo y vacío, acompañado de unas prácticas ajenas al mismo, tendremos que trabajar más los aspectos psicoeducativos y didácticos” (p. 89).

Continuando con los planteamientos del autor, considera que, en los programas y proyectos en EA, suelen estar presentes dos elementos curriculares: los objetivos que se persiguen (declaraciones por lo general vagas y muy generales) y las estrategias para conseguirlos, obviando la relevancia del “qué enseñar” que, en muchos casos, se traduce en los contenidos de las Ciencias Naturales o en la enseñanza de valores proambientales. Es decir, en EA no hay un campo didáctico propio, sino que se acude a los marcos conceptuales y metodológicos de otras disciplinas, que, si bien son necesarios para enriquecer la comprensión de las realidades ambientales, no la definen (Pérez-Martín y Esquivel-Martín, 2022; Murga-Menoyo, 2018; Calafell et al., 2015).

Este vacío epistemológico en la EA ha dificultado la integración de contenidos que respondan a la dimensión social de las problemáticas ambientales locales. Como consecuencia, se ha limitado el desarrollo de conocimientos y competencias en los estudiantes que les permitan entender en su complejidad estas problemáticas y desarrollar habilidades para actuar (Guevara-Herrero et al., 2023; Gutiérrez-Bastidas, 2019; Mora-Penagos y Guerrero-Guevara, 2022; Pérez-Martín et al., 2022; Costel, 2015). De acuerdo con Guevara-Herrero et al. (2023), una de las limitaciones en el campo de la EA tiene que ver con el contenido que se enseña, ya que es frecuente que las prácticas se centren en informar sobre cuestiones relacionadas con la naturaleza y los

problemas ambientales y no en la construcción de un conocimiento crítico y reflexivo sobre el ambiente, que les permita a los estudiantes actuar.

1.2.3. El Conocimiento Didáctico del Contenido en la Educación Ambiental: Una necesidad en el campo investigativo

Si bien el CDC ha sido objeto de investigaciones en disciplinas de amplia trayectoria, como lo son las Ciencias Naturales, no significa que sea ajena a disciplinas emergentes como la EA (Parga-Lozano y Mora-Penagos, 2016). De hecho, Zhou (2015) considera que el conocimiento del contenido pedagógico ambiental es necesario para situar a la EA en un campo disciplinar y para contribuir a la profesionalización de los docentes que trabajan en esta área, quienes a menudo lo hacen por un interés particular o de manera intuitiva, y en algunos casos pueden percibirlo como una carga adicional impuesta.

Esta percepción, como señalan Rivard et al. (2010), puede llevar a una falta de reflexión profunda sobre la práctica educativa, una comprensión poco clara de la importancia de integrar temas de desarrollo sostenible en la educación, y una debilidad en los conocimientos de didáctica de la EA. Por lo tanto, surgen desafíos importantes en el campo de la formación de educadores ambientales, especialmente en el contexto de la didáctica ambiental, en el cual el CDC se posiciona como un marco de investigación (Parga-Lozano y Mora-Penagos, 2016).

De acuerdo con Kadji-Beltran et al. (2013), el CDC es particularmente importante para áreas innovadoras y complejas como la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), debido a que es un campo progresivo, transformador y ambicioso que desafía las prácticas pedagógicas de los docentes para dar forma a un futuro sostenible. En la EDS convergen el pensamiento sistémico, el conocimiento crítico, la competencia para la acción, la voluntad política y la naturaleza participativa. Por lo tanto, la pedagogía tradicional centrada en la instrucción, el conductismo y la transmisión del conocimiento no es el marco más acorde para dar respuesta a su finalidad (Ernst & Erickson, 2018; Kadji-Beltran, et al., 2013; Katsenou et al., 2013).

En la actualidad resulta fundamental trabajar el CDC de temas controvertidos como lo son las cuestiones socioambientales (Parga-Lozano y Mora-Penagos, 2014) o lo que llaman los autores “contenidos socialmente vivos”. Estos son necesarios para abordar los desafíos ambientales, que, cabe destacar, no se limitan a la esfera de lo biofísico, sino que resultan de las complejas interacciones entre la sociedad y la naturaleza (Sauvé, 1999). De acuerdo con Parga-Lozano y

Mora-Penagos (2014), se requiere de un profesorado que configure su CDC frente a los múltiples cambios de los sistemas sociales y en el que se aborden contenidos que respondan a la sostenibilidad, al cambio climático, la salud humana, entre otros.

En este sentido, el CDC en EA o en EDS no debería ser exclusivo de los docentes de Ciencias Naturales. Es necesario una fundamentación teórica en la formación de docentes de diversas áreas, que permita situar a la EA/EDS como un campo de profesionalización e investigación (Duarte, 2020). Sin embargo, la falta de un estatus epistemológico y didáctico claro en la EA dificulta la inserción del CDC como campo de investigación y aplicación en esta área, así como la consolidación de un cuerpo robusto de conocimiento sobre el tema. Esto se debe a la falta de claridad en los contenidos y conceptos esenciales que deben enseñarse, la falta de vinculación con el proceso de aprendizaje de los estudiantes, la falta de profesionalización de los docentes en esta área, y la diversidad de enfoques y objetivos en las que se enmarca (Duarte y Valbuena, 2024; Parga-Lozano, 2024; Parga-Lozano y Mora-Penagos, 2016; Kadji-Beltran, 2013).

1.2.4. La Necesidad de un Conocimiento Didáctico en Cambio Climático

El CC es un tema central en la agenda internacional del desarrollo sostenible; sin embargo, su complejidad plantea grandes desafíos en el ámbito educativo, especialmente en lo relacionado a la transformación de la práctica docente, el aprendizaje de los estudiantes y el desarrollo de habilidades para la acción (Akrofi et al., 2019; Bos y Schwartz, 2023; Feldbacher et al., 2024). A continuación, se destacan algunos elementos que ilustran la complejidad del tema en los procesos de enseñanza-aprendizaje y que, al mismo tiempo, exigen un dominio del conocimiento por parte de los docentes:

- El tema del CC se encuentra asociado con el pensamiento abstracto, lo que genera varios errores conceptuales en docentes y estudiantes (Clausen, 2018).
- En la mayoría de los casos, los estudiantes no encuentran una conexión visible del tema con sus vidas cotidianas y lo ven como un asunto que afecta regiones particulares del planeta (Clausen, 2018).
- Es recurrente la creencia de que no vale la pena renunciar al confort del estilo de vida actual, considerando que las aportaciones individuales son insignificantes frente a la magnitud del problema (González-Gaudiano y Meira, 2020).

- Es frecuente una perspectiva reduccionista en las representaciones de los docentes y estudiantes sobre el CC, asociándolo con el aumento de la temperatura, el deshielo de los casquetes polares y afectaciones exclusivas en el sistema natural, producto de la información transmitida, principalmente, por los medios de comunicación (Bello-Benavides et al., 2017).
- Los impactos del CC, las investigaciones y los avances tecnológicos para su solución están en continua evolución; por lo tanto, los educadores se ven obligados a centrarse en un objetivo en movimiento (Favier et al., 2021).
- No existe una definición clara de cuál debe ser el foco del CC en educación, existiendo diversas interpretaciones sobre las competencias que deberían promoverse en los estudiantes (Favier et al., 2021).
- El análisis realizado por la UNESCO (2021) de cien currículos de diferentes países, reveló que el 47% no mencionan el CC y que un tercio de los docentes se sienten incapaces de explicar los efectos del CC en sus regiones.
- En un estudio de representaciones sociales de docentes sobre CC, realizado por Gallego-Torres y Castro-Montaña (2020), se encontró que poseen una idea vaga en torno al modelo científico del CC. De ahí que, en muchos casos, la información que es llevada al aula sobre el tema y la que se emplea para identificar las dificultades de aprendizaje de los estudiantes no sea del rigor científico que se requiere para generar un cambio conceptual en los estudiantes.
- En un estudio de CDC en CC de docentes de Bogotá se identificó una falta de claridad en la definición del concepto, limitándolo al aumento de la temperatura. Si bien existía una mayor familiaridad con las consecuencias del calentamiento global, no se mencionaron las causas antrópicas (Quiroga-Durán, 2018).

Lo anterior destaca la necesidad de que los docentes posean un conocimiento profundo sobre el tema, que responda a la complejidad de la problemática y al objetivo primordial de contribuir al aprendizaje de los estudiantes. En este contexto, el marco del CDC se presenta como un enfoque teórico para la formación del profesorado (Kind, 2009). Además, proporciona un escenario investigativo en la enseñanza de este contenido (Parga-Lozano y Mora-Penagos, 2014).

En este sentido, el CDC ofrece una estructura teórica que facilita la conexión de conceptos abstractos del CC con experiencias cotidianas de los estudiantes, lo que es fundamental para el

aprendizaje sobre el tema (Favier et al., 2021). El CDC también capacita a los docentes para identificar y corregir errores conceptuales comunes, como la visión limitada del cambio climático, que a menudo se asocia exclusivamente con el aumento de la temperatura. Además, promueve una enseñanza que resalta la interconexión entre los sistemas naturales y humanos, transformando así perspectivas reduccionistas sobre este fenómeno (Olawumi et al., 2023).

Por otro lado, la naturaleza dinámica del conocimiento sobre el CC con investigaciones y avances tecnológicos en constante evolución requiere que los docentes mantengan una adaptabilidad y actualización continuas en sus métodos de enseñanza. Un CDC consistente en CC es fundamental para que los educadores puedan integrar los hallazgos más recientes y ajustar sus estrategias pedagógicas en consecuencia, asegurando que el contenido impartido en el aula esté alineado con el estado actual de la ciencia (Favier et al., 2021; Olawumi et al., 2023)

1.2.5. La Necesidad del Desarrollo Profesional Docente en el Mejoramiento de la Calidad Educativa en Colombia

Según el informe de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2023), Colombia se ubicó en el penúltimo puesto en las pruebas del Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA, por sus siglas en inglés) en Matemáticas y Ciencias Naturales, un resultado que ha sido recurrente en la participación del país en este tipo de pruebas. Aunque estos resultados pueden obedecer a factores sociales, económicos, políticos y culturales (OCDE, 2023), no se puede ignorar la estrecha relación entre los resultados y la calidad de la enseñanza. La UNESCO (2014) sostiene que la calidad de la enseñanza es uno de los factores más importantes que influyen en los resultados educativos de los estudiantes, incluso más allá de los recursos financieros disponibles. Es por ello que el rol docente debe ser un elemento central en el mejoramiento de la calidad educativa.

De acuerdo con el informe del Laboratorio de Economía de la Educación de la Pontificia Universidad Javeriana (LEE, 2024), en su análisis de las pruebas PISA del 2022, se muestra que, a pesar de tener contratos estables y trabajar a tiempo completo, los docentes en Colombia no están tan bien preparados como algunos de sus colegas en América Latina. En comparación con otros países de la región, Colombia tiene una menor proporción de docentes que han completado programas de formación de más de un año, que han asistido a programas de formación estándar en instituciones educativas, que han participado en actividades de desarrollo profesional y que han

recibido capacitación en competencias pedagógicas y prácticas de evaluación de estudiantes. En este contexto Duque et al. (2014) señalan:

Por diversas razones, el ejercicio docente en el país se ha distanciado de aquello que caracteriza una profesión: un conjunto de buenas prácticas que se validan y transforman en el tiempo como resultado de los avances en el conocimiento que fundamentan la práctica y las nuevas exigencias que formula la sociedad a las profesiones. (p.119)

Lo anterior, evidencia un asunto pendiente y urgente en la agenda educativa de Colombia, que requiere ser estudiado para formular estrategias de DPD que contribuyan al mejoramiento de la calidad educativa en el país. A continuación, se presentan algunos elementos que caracterizan, en términos generales, la problemática del DPD:

En el estudio de Acosta et al. (2019) se evaluó el impacto de los programas de formación docente (especializaciones, maestrías, doctorados) en Bogotá, financiados por la Secretaría de Educación de Bogotá (SED). Los resultados del análisis cuantitativo del estudio revelaron que no hay una relación directa entre la formación de los docentes y las variables dependientes más usuales (logro, deserción, repitencia de los estudiantes). Aunque se necesitan más estudios al respecto, estos primeros resultados muestran que el formato de formación docente (educación formal posgradual) impulsado por la política pública no está teniendo el impacto deseado.

En el caso particular de la estrategia de EA, la SED implementa el proyecto de inversión 7599 “fortalecimiento de las estrategias de educación ambiental y protección animal en los colegios públicos de Bogotá” en el que se realiza acompañamiento pedagógico a los docentes del PRAE. Este acompañamiento consiste en la realización de sesiones con los docentes, en el formato de capacitación, para orientarlos en la implementación de este proyecto.

Sin embargo, la capacitación por sí sola, basada en un esquema vertical de transmisión del conocimiento (experto-aprendiz), no garantiza una transformación en la práctica docente ni en el aprendizaje de los estudiantes. Para lograr esto, es necesario complementarla con un acompañamiento situado en el aula, que permita co-construir conocimientos junto al docente (Kadji-Beltran et al., 2013; Ravanal-Moreno, 2017; Ernst & Erickson, 2018; Pischetola et al., 2023).

Asimismo, la estrategia de acompañamiento adoptada por la SED incluye la realización de encuentros con docentes, generalmente de corto plazo y esporádicos, en los que se brindan orientaciones pedagógicas sobre EA. Sin embargo, estos formatos breves suelen no tener el

impacto deseado en el aula, ya que no consideran plenamente el contexto de enseñanza del docente y se perciben como eventos aislados, en los que se recibe información por un solo día, pero sin ningún seguimiento en su aplicación en el aula (Kedzior, 2024; Kadji-Beltran et al., 2017; Darling-Hammond et al., 2017).

El anterior contexto del DPD en Bogotá expone la necesidad de explorar alternativas más amplias que trasciendan los formatos tradicionales (programas de formación posgradual de larga duración o las capacitaciones de corta duración). Se requiere un enfoque sistémico que coloque la práctica docente en un contexto específico como elemento central.

Ahora bien, tal como vamos a ver en el capítulo del marco teórico, el CDC y el DPD están intrínsecamente relacionados y se retroalimentan en un proceso dinámico y contextualizado. La incorporación de enfoques constructivistas, la adaptación a contextos específicos, la utilización de mentorías y comunidades de aprendizaje, y la consideración de las creencias de los docentes son elementos esenciales para un DPD efectivo.

Esta relación es bidireccional: los programas de DPD alimentan el CDC de los docentes y un dominio del CDC en los contenidos que enseña el docente es fundamental para desarrollar estrategias efectivas de DPD. Esto les permite buscar formas de mejorar y ajustar su práctica pedagógica (Driel y Barry, 2012; Kadji- Beltran et al., 2013; Evens et al., 2018a; Yang et al., 2018; Brand et al., 2022; Adams et al., 2023).

Si bien existen diversas investigaciones que han explorado el CDC en CC, entre las que se resaltan Kutluca (2022), Favier et al. (2021), Jie et al. (2021), Meili-Yanti et al. (2020) y Clausen (2018), y en el contexto de Bogotá, el estudio de Quiroga-Duran (2018), no hay estudios que hayan profundizado en la relación entre el CDC en CC y el DPD, particularmente en el contexto de los colegios públicos de Bogotá. Esta falta de investigación limita la identificación de elementos clave para la construcción de propuestas de DPD enfocadas en el fortalecimiento del CDC.

1.2.6. Pregunta de investigación

¿Cuál es la relación entre el Conocimiento Didáctico del Contenido en cambio climático y el desarrollo profesional de los docentes de educación ambiental en los colegios públicos de Bogotá?

1.3. Justificación

La integración del CDC en la enseñanza del CC es fundamental para el desarrollo profesional de los docentes en los colegios públicos de Bogotá. El CDC, que combina el conocimiento del contenido con estrategias pedagógicas efectivas, permite a los docentes no solo comprender a fondo los conceptos científicos relacionados con el CC, sino también enseñarlos de manera significativa (Quiroga-Duran, 2018). Según Shulman (1986), el CDC es esencial para transformar el conocimiento disciplinario en formas que sean comprensibles y accesibles para los estudiantes.

El CC es un tema complejo y multidisciplinario que requiere de un enfoque didáctico especializado para ser enseñado adecuadamente en el aula. Rossi (2023) plantea que los docentes que poseen un dominio de CDC en temas de CC están mejor equipados para desarrollar actividades de aprendizaje que promuevan la comprensión crítica y el pensamiento reflexivo entre los estudiantes. Esto es particularmente relevante en el contexto colombiano, donde la EA escolar se ha enmarcado en los PRAE. A pesar de su valor pedagógico, estos proyectados se han centrado en el desarrollo de actividades “ecológicas” desconectadas de los procesos de enseñanza-aprendizaje (Burgos, 2017; Alape y Rivera, 20116; Bustamante et al., 2017).

Además, el DPD es relevante para asegurar una enseñanza de calidad. Según Villegas-Reimers (2003), la formación profesional debe ser un proceso continuo que se adapte a los cambios en el conocimiento y la sociedad. Incluir el CDC en programas de DPD puede mejorar significativamente la capacidad de los docentes para enseñar sobre el CC, un tema de creciente importancia global. Al respecto, la investigación de Kadji- Beltran et al (2013) sugiere que los programas de DPD en EDS que integran el CDC resultan en una mayor competencia y confianza de los docentes al abordar la complejidad de los contenidos ambientales.

Por último, la relevancia de este enfoque de investigación también se refleja en las políticas educativas y marcos curriculares que promueven la EA y el desarrollo sostenible. La UNESCO (2017) enfatiza la necesidad de formar a los docentes en la enseñanza del CC para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible. En Bogotá, la implementación de este marco, a través del CDC, puede contribuir a una educación más alineada con los retos contemporáneos, preparando así a los estudiantes para mitigar las causas y adaptarse a los efectos del CC.

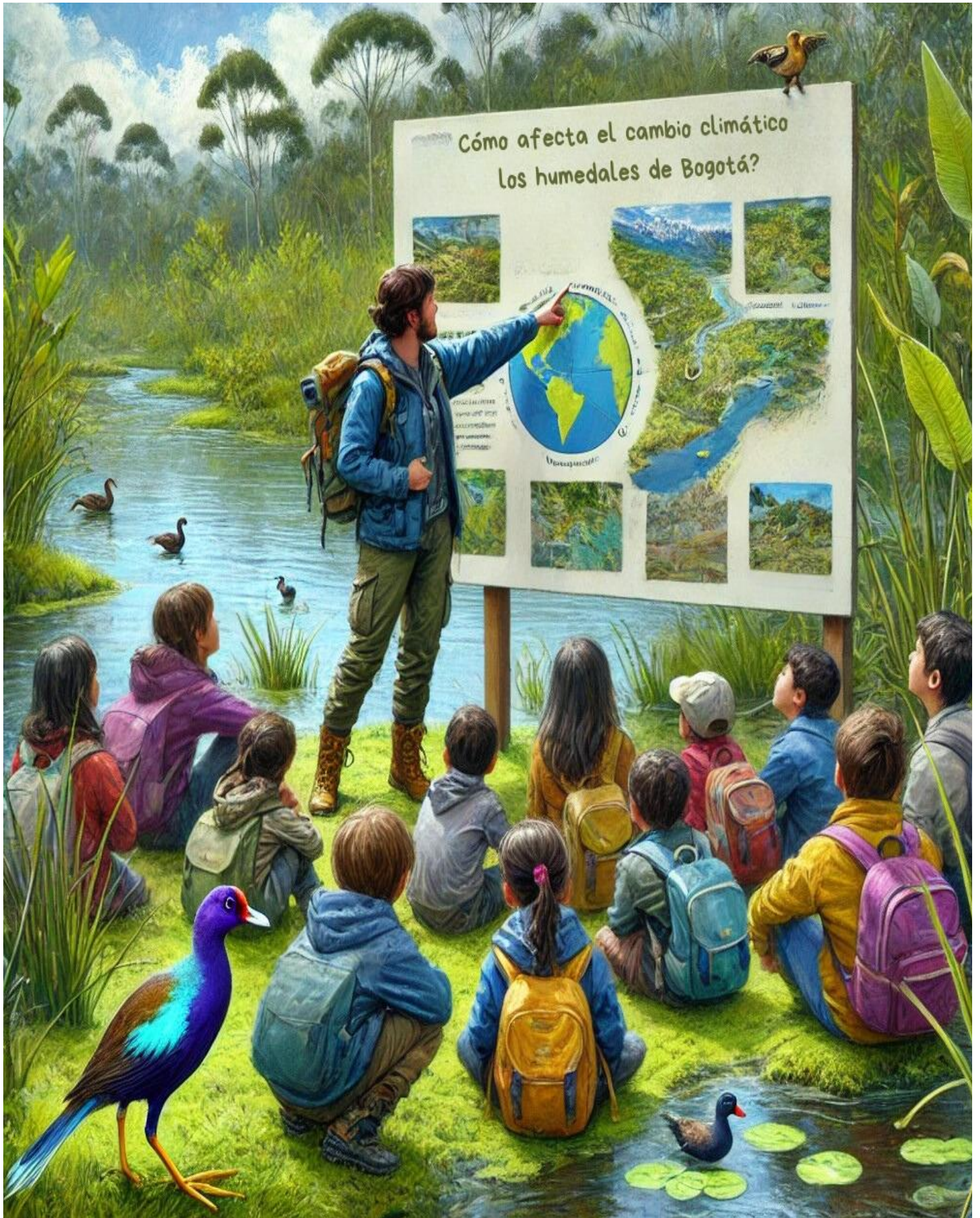
1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Determinar la relación entre el Conocimiento Didáctico del Contenido en cambio climático y el desarrollo profesional de los docentes de Educación Ambiental de los colegios públicos de Bogotá.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar los niveles de desempeño de los docentes de educación ambiental en el Conocimiento Didáctico del Contenido sobre cambio climático, en dos componentes particulares: el Conocimiento Disciplinar y el Conocimiento de las Dificultades de Aprendizaje de los Estudiantes, mediante la aplicación de cuestionarios específicos y el análisis estadístico de tipo correlacional.
- Determinar la existencia de diferencias significativas entre los niveles de desempeño de los docentes en el Conocimiento Didáctico del Contenido sobre cambio climático y las variables sociodemográficas relevantes asociadas a su desarrollo profesional docente.
- Analizar la relación entre los niveles de desempeño de los docentes en el Conocimiento Didáctico del Contenido sobre cambio climático y sus concepciones sobre el Desarrollo Profesional Docente, identificando los elementos clave para una propuesta de desarrollo Profesional Docente en educación ambiental, a ser considerada por parte de la Secretaría de Educación de Bogotá.



Capítulo II: Marco Teórico

En este capítulo haremos una aproximación a los conceptos de didáctica y de didáctica en EA, y nos adentraremos en el concepto de CDC en la EA como un lente investigativo para identificar el conocimiento del profesorado en contenidos de índole ambiental, un aspecto relevante para los fines de esta propuesta investigativa, dado el interés de identificar el nivel de CDC de los docentes en CC. Además, desarrollaremos otro concepto relevante para esta investigación: el DPD. Para ello, haremos una revisión de su definición, los factores que lo facilitan y lo obstaculizan y su relación con el CDC.

2.1. Fundamentos y alcance de la Didáctica: De sus orígenes a su aplicación en la Educación Ambiental

2.1.1. Concepción de la didáctica en sus orígenes

De acuerdo con Abreu et al. (2018), el campo de la didáctica ha suscitado diversas aproximaciones conceptuales, cuya controversia parece mantenerse vigente, toda vez que es una ciencia joven, en pleno ascenso y desarrollo, y lejos todavía de una consolidación consensuada. Razón por la cual, el interés de este apartado, más allá de presentar una definición estándar sobre el concepto, es ante todo aproximarse al debate que se ha generado sobre el tema e identificar aquellos elementos comunes que muestran tendencia en la actualidad y que de hecho mantienen algunos principios planteados por Juan Amos Comenio en 1640 en su obra ilustre la “Didáctica Magna”.

Según Zabalza (2007) «en el diccionario de la Real Academia Española (1970) aparece “didáctica” como “arte de enseñar” “Arte de presentar las cosas, de tal forma que sean fáciles de aprender”» (p. 493), es decir en su acepción más amplia, el concepto se ha relacionado estrechamente con el campo de la enseñanza de un saber en particular, tal como aparece en la etimología del término. Para Abreu et al. (2018):

El término Didáctica procede del griego: didaktiké, didaskein, didaskalia, didaktikos, didasko (didaktike, didaskein, didaskalia, didaktikos, didasko). Todos estos términos tienen en común su relación con los verbos enseñar, instruir, exponer con claridad. Didaskaleion era la escuela en griego; didaskalia, un conjunto de informes sobre concursos trágicos y cómicos; didaskalos, el que enseña; y didaskalikos, el adjetivo que se aplicaba a la prosa didáctica. (p. 85).

Desde sus orígenes, la didáctica se concibió como una técnica o herramienta para hacer comprensible el saber, o, dicho de otro modo, la técnica para transponer el conocimiento del erudito al aprendiz, para llevar por la senda de la iluminación y la verdad al iniciado. De acuerdo con Peñafort y Bastiani (2022) “a lo largo de la historia la didáctica ha sido clave para discutir los procesos de mediación entre el profesor y el estudiante para construir el conocimiento escolar” (p.11).

Al mismo tiempo, la didáctica ha sido considerada como el medio para universalizar el conocimiento. Juan Amos Comenio, uno de los principales precursores en el tema, la describe en su obra *Didáctica Magna* como el artificio universal para enseñar todas las cosas a todos. El interés del autor residía en promover el proyecto de la escuela común en la sociedad, al sostener “Queremos educar a todos en todas las virtudes, incluso la modestia, concordia y cortesía mutuas. Luego no deben ser separados tan pronto ni dar ocasión a nadie para estimar a unos y menospreciar a otros”. (p.115). Un aspecto notable en su obra es el carácter emocional y experiencial de la didáctica, para despertar en los estudiantes el interés por el aprendizaje:

Porque si desconocemos la manera de llegar a las inteligencias, en vano intentaremos aplicar la fuerza. Los azotes y los golpes no tienen eficacia alguna para despertar en las mentes el amor a las letras; poseen, por el contrario, la virtud de engendrar en gran cantidad el tedio y odio del espíritu hacia ellas (p. 106).

A partir de lo expuesto, se puede concluir que en sus inicios la didáctica se concebía como el medio para transmitir un conocimiento "verdadero" y "absoluto" del erudito al aprendiz, una perspectiva estrechamente vinculada al dogmatismo de la época. Sin embargo, de esta visión también surge la noción de la didáctica como una herramienta para fomentar el interés en el proceso de aprendizaje, alejándose así de la idea de una enseñanza basada en el miedo, el castigo y la monotonía.

2.1.2. Estatus de la didáctica: ¿ciencia o técnica?

Uno de los aspectos controvertidos que ha girado en torno al campo de la didáctica, ha sido sobre su estatus o el carácter que se le debería otorgar dentro del cuerpo de conocimientos formales de la sociedad, presentándose posturas que la consideran principalmente como una técnica de la pedagogía o como una ciencia con una identidad propia, cercana a la pedagogía, pero diferente en sus objetos de estudio y finalidades.

Como vimos en párrafos anteriores, en el siglo XVII, de la mano con Juan Amos Comenio la didáctica era considerada como un artificio universal para enseñar a los iniciados las “verdades” del conocimiento, es decir, aquí el carácter de la didáctica era visto como una técnica educativa para transmitir información del instructor al aprendiz, de una manera que ambos disfrutaran del proceso. En el siglo XXI, particularmente desde la década de los ochenta, comienza las aportaciones teóricas para situarla en un estatus determinado.

Abreu et al. (2017) haciendo un recorrido exhaustivo en la conceptualización de la didáctica antes y después de la década de los 80, da cuenta de las discusiones que se han generado sobre su carácter. En un sentido amplio, muestran que, inicialmente, la didáctica era considerada como una herramienta, técnica o ciencia especulativa; sin embargo, a partir de la década de los 80, comienza su ascenso al estatus de ciencia con un cuerpo de conocimientos formales, que poco a poco van alejándola de su concepción especulativa.

Podríamos resumir los argumentos a favor de la didáctica como técnica según lo expuesto por Hashimoto (2006), quien la define como una tecnología educativa, que estructura el proceso de enseñanza-aprendizaje, pero que, a la vez, se basa en los preceptos y conceptos de la ciencia para incidir en el acto educativo. Por otro lado, el respaldo de la didáctica como ciencia se encuentra en la postura de Addine et al. (2004) quienes afirman que “la Didáctica es una teoría práctica, cuya realización principal consiste en el desarrollo de principios de contextualización e intercomunicación entre las teorías, con el fin de evitar el dogmatismo de carácter metodológico”. (p.9).

Si bien, la controversia se ha mantenido en escena por varias décadas, parece que son más los defensores que detractores de la didáctica como ciencia y que la inscriben en una continua dialéctica entre teoría y práctica, tal como lo vemos en Mallart (2001). «siendo la enseñanza a la vez una actividad práctica y una “ciencia práctica”, se tratará de combinar adecuadamente el saber didáctico –la teoría– con el hacer didáctico –la práctica– que consiste en la realización del acto didáctico» (p. 8). Asimismo, el autor considera que la didáctica como ciencia, tiene dos finalidades, por una parte, es una ciencia descriptivo-explicativa, que representa su dimensión teórica, y por otra, es una ciencia normativa, que consiste en la elaboración de propuestas para la acción.

Según González-Alonsoes y Guevara-Ingelmo (2022) la Didáctica es una ciencia que se articula con otras disciplinas del ámbito educativo, como la pedagogía y la Psicología, y mencionan; “[la didáctica] estudia y elabora teorías basadas en la enseñanza como centro básico

de la Didáctica. Utiliza modelos de enseñanza como paradigmas gráficos, que explican y orientan el proceso de enseñar” (p. 132).

Sin embargo, con lo anterior, no se desconoce que, como ciencia teórico-práctica, implícitamente tiene un carácter tecnológico, el cual se materializa en la aplicación de metodologías científicas fundamentadas en el conocimiento de este campo y orientadas al proceso de enseñanza-aprendizaje.

Llegados a este punto, es posible considerar que, el concepto de la Didáctica ha virado de técnica pedagógica a una ciencia teórico-práctica en el campo educativo, con su propia identidad (enfoques, principios, metodologías y herramientas), que, si bien, se encuentran en estrecha relación con la pedagogía, su interés sobre todo se centra en el acto educativo de la enseñanza y el aprendizaje.

El carácter teórico implica una continua reflexión del acto educativo, para dar respuesta a los problemas de la enseñanza y el aprendizaje, a la luz de las investigaciones y aportaciones académicas al respecto. Ahora bien, su carácter práctico, se relaciona más con la intervención en el aula, para aplicar los elementos conceptuales, producto de la investigación y sistematización de experiencias educativas en el proceso de construcción del conocimiento en los estudiantes. En la figura 1 se presenta una síntesis de los elementos mencionados hasta acá, que permiten aproximarnos a un concepto de la didáctica.

2.1.3. ¿Cuál es el objeto de la didáctica? La didáctica, más allá de la enseñanza

En el estudio de Abreu et al. (2018) acerca de la evolución del concepto de didáctica, se evidencia que, en sus inicios, su objeto de estudio se relacionó con el proceso de enseñanza, específicamente con las estrategias instruccionales para transmitir el conocimiento del instructor al aprendiz.

Sin embargo, en la actualidad, el debate se ha centrado en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tal como lo señala Sánchez-Matamoros (2012) “el término didáctica varía según los autores; desde su origen se relaciona con la enseñanza, pero posteriormente —además de la enseñanza—, con el aprendizaje” (p. 67).

Figura 1.*Elementos implícitos en el concepto de didáctica**Fuente: Elaboración propia*

En este mismo sentido, Calafell et al. (2015) relacionan el objeto de la didáctica con la enseñanza-aprendizaje, al concebir la didáctica como “el resultado de una dialéctica continuada entre teoría y práctica, generadora de aportaciones que inciden directamente sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje” (p. 32). González-Alonsoes y Guevara-Ingelmo (2022) plantean que la didáctica es la ciencia del proceso de enseñar y aprender, como tarea docente y discente. Zambrano (2016) propone algunas preguntas orientadoras para dilucidar el campo de acción de la didáctica, tanto en la enseñanza como en el aprendizaje, mencionando:

El tema clave de su objeto se expresa en las preguntas ¿cómo aprenden los niños? ¿Cómo enseñar el contenido —conceptos, nociones, elementos— de una disciplina? y ¿Cómo generar una adecuada apropiación del contenido de las disciplinas en términos de saber? Si esto sucedía del lado del aprendiz, del lado del profesor la pregunta clave seguirá siendo ¿Qué enseña un profesor y cuál es su relación con el conocimiento de su disciplina? (p. 13).

Así pues, desde un enfoque de la didáctica tradicional, las preguntas referidas al objeto de la didáctica están direccionadas al rol del maestro en el aula, qué enseña y cómo lo enseña, mientras

que, en un enfoque de la didáctica moderna, se incluyen aquellas, que dan cuenta de la manera en qué los estudiantes aprenden.

Aproximarse al objeto de estudio de la didáctica, implica al mismo tiempo, comprender la diferencia entre didáctica y pedagogía; comúnmente, en el lenguaje cotidiano suelen abordarse indistintamente y por lo general se les reduce al campo de la enseñanza. Sin embargo, cada una de ellas, presentan un nicho característico, con un conjunto organizado y sistemático de conocimientos, que va más allá de la enseñanza.

Lucio (1989) nos ayuda a dilucidar, en parte, sus diferencias, al considerar que la pedagogía responde científicamente a la pregunta “¿cómo educar?” y la didáctica responde a “¿cómo enseñar?”. La primera pregunta es de tipo antropológico-filosófico y la segunda es de tipo histórico-práctico.

Para Luzuriga (1991), la pedagogía como ciencia de la educación tiene un carácter descriptivo, que estudia los hechos, factores e influencias de la realidad educativa, tanto en los aspectos biológico, psicológico y social, y un carácter normativo que investiga los fines e ideales de la educación. Ahora bien, del lado de la didáctica, Mallart (2001) plantea que, como ciencia tiene dos finalidades importantes: por una parte, es descriptiva-explicativa (teoriza sobre la enseñanza y aprendizaje); y por otra, es una ciencia normativa, es su aspecto práctico aplicado, necesario para progresar en el aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes.

Conviene también traer a la argumentación, el planteamiento de Zambrano (2016) acerca de las diferencias entre didáctica y pedagogía, quien pone el acento a los fines que persigue la una y la otra. Para el autor “la pedagogía se pregunta por la finalidad de la educación en términos de la libertad del sujeto y, para ello trabaja sobre la naturaleza del individuo” (p.58).

En esa misma línea, relaciona la didáctica con su carácter tecnológico, considerando que su objeto se centra sobre el aprendizaje de los contenidos, las estrategias de transmisión y los procesos de apropiación del conocimiento, y termina diciendo “para muchos didactas, sino para todos, el tema de la finalidad educativa se limita a la enseñanza del contenido de una disciplina y en esta operación cree él engendrar la libertad, asunto que es mal visto por los pedagogos” (p. 59).

Empero, el punto sobre el que hace énfasis el autor es discutible, ya que reduce la didáctica a un simple artificio para la transmisión de conocimiento, dejando de un lado la formación de individuos autónomos, libres, críticos y conscientes de su realidad, aspecto que no coincide con el enfoque actual de la didáctica. Sevillano (2011) considera que la didáctica exige la capacidad de

construir y reconstruir conocimientos y fomentar la autonomía y que, en su proceso, debe ayudar a los estudiantes a construir una actitud positiva, crítica y creativa de la vida, como sujeto y no como objeto.

En resumen, lo dicho hasta aquí nos lleva a comprender que la pedagogía como ciencia, tiene un objeto de estudio multidimensional asociado al acto educativo. Este puede incluir la reflexión del contexto normativo, el análisis del contexto cultural y su relación con la organización escolar, los fines e ideales de la educación, el ambiente escolar, la articulación del currículo en sus tres dimensiones (micro, meso y macro), la formación docente, y otros elementos relevantes.

La didáctica, por su parte, se ocupa principalmente de la dialéctica entre teoría y práctica, en el marco de los procesos de enseñanza-aprendizaje, poniendo especial énfasis en el contenido, como unidad que le permite conceptualizar sobre el acto didáctico. Esto, por supuesto, requiere una comunicación continúa con el ámbito pedagógico para enmarcar los procesos del micro currículo con el contexto cultural y el proyecto educativo de las instituciones. En la Tabla 1. se presentan algunos elementos característicos de la pedagogía y la didáctica.

Tabla 1.

Síntesis comparativa entre pedagogía y didáctica

	Pedagogía	Didáctica
Naturaleza	Ciencia de la educación	Ciencia de la educación
Objeto	Acto educativo (multidimensional): Fines e ideales de la educación. Contexto normativo educativo Articulación del macro, meso y micro currículo. Aspectos culturales asociados a la enseñanza y el aprendizaje. Organización de las instituciones escolares Aspectos biológicos, psicológicos y sociales del acto educativo.	Enseñanza y aprendizaje: Contenidos. Conocimiento sustantivo: conceptos, paradigmas y teorías. Conocimiento sintáctico: procedimientos, métodos y actividades. Dialéctica entre teoría y práctica. Construcción del conocimiento Estrategias instruccionales. Microcurrículo Evaluación del aprendizaje
Finalidad	Orientar el acto educativo, en sus múltiples dimensiones.	Mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje.
Elementos comunes	Desarrollo individual y social del docente y del estudiante.	

Fuente: Elaboración propia, a partir de la revisión bibliográfica realizada.

2.1.4. ¿Existe una didáctica en educación ambiental?

En el apartado anterior, habíamos visto que, a pesar de la controversia sobre el estatus epistemológico de la didáctica, es posible considerar que, es una ciencia en ascenso, o como llaman algunos académicos “ciencia joven”, esto, si la comparamos con otras disciplinas de amplia trayectoria histórica e investigativa, como es el caso de las “Ciencias Exactas” o Ciencias Humanas. Ahora bien, centraremos nuestra atención en definir el estatus para el caso de la EA, núcleo de esta investigación, entendiendo en primera medida, si es posible considerarla como una disciplina.

Calafell et al. (2015) afirman que, “tradicionalmente, una disciplina se identifica por aquello que trata de explicar y/o sobre aquello que trata de intervenir, por la forma que tiene de construir conocimiento y por la finalidad que orienta su construcción” (p.4). De esta manera, se puede deducir, que son tres preguntas importantes, las que definen a una disciplina, el qué, (aquello que trata de intervenir), el cómo, (la forma que tiene de construir conocimiento) y, el para qué, (finalidad). Elementos, que son analizados por los autores, para el caso particular de la educación ambiental.

Respecto al primer y tercer elemento, en síntesis, los autores destacan que, se pretende una educación que dote a los individuos de una autonomía necesaria para actuar de manera responsable en la sociedad, con base en un equilibrio ecológico, social y cultural. Con relación, a la forma de construir el conocimiento (segundo elemento), se plantea que, desde la década de los 70, ha venido en auge el desarrollo investigativo de la EA, con un gran número de conferencias, encuentros a nivel internacional, estatal y local, publicaciones y programas de formación.

Asimismo, consideran que el campo de la EA ha estado sujeto a la evolución de los paradigmas epistemológicos. En sus inicios, en la década de los 70, se encontraba frecuentemente relacionada con el paradigma positivista. Posteriormente, en la década de los 80, comenzaron a emerger investigaciones desde un marco interpretativo-crítico, incorporando métodos de tipo cualitativo para comprender la realidad de manera más holística y contextualizada. A partir de los años 90, comienza a introducirse la perspectiva de la complejidad como marco de análisis de las relaciones entre sociedad-naturaleza.

Así pues, lo planteado por los autores nos hace ver que es posible considerar a la EA una disciplina, con una trayectoria corta, pero con un núcleo de acción, enfoques, metodologías y finalidades en construcción. Ahora bien, su carácter transversal dentro del currículo proporciona

una oportunidad para vincular diferentes disciplinas y didácticas específicas que complejizan la comprensión de la dimensión ambiental (Perales, 2022).

Sin embargo, como vamos a ver, el campo didáctico en la EA, a pesar de su relevancia, pareciera ser incipiente o inexistente en muchos contextos formativos. Se ha avanzado significativamente en su marco teórico, pero se ha puesto poco énfasis en la didáctica (Guevara-Herrero et al., 2023; Pérez-Martín y Esquivel Martín, 2022; Roldán-Arcos et al., 2022)

Según Mora-penagos (2011) “en el campo de la EA no hay un desarrollo adecuado del ámbito didáctico, de forma que, apenas si hay una discusión sobre la naturaleza epistemológica de los objetivos, contenidos y sobre su organización y secuenciación (...)” (p. 57). Una postura que coincide con lo planteado por García-Díaz (2004), para quien:

Las actuaciones que desarrollan las personas vinculadas a la E.A responden más a unos estereotipos, rutinas y lugares comunes que a propuestas didácticas serias y fundamentadas.

Por su procedencia académica, estos profesionales suelen conocer mejor los problemas ambientales o la realidad natural que los modelos y teorías didácticas. (p. 90)

Asimismo, las intervenciones de EA en el aula carecen de propuestas de evaluación y no se asocian a una demanda cognitiva concreta. En caso de presentarse, se centran en cuestionarios para conocer el nivel de satisfacción del individuo en la actividad, evaluar la adquisición de conocimiento en Ciencias Naturales o abordar situaciones moralizantes (Roldán et al., 2022).

la EA se ha caracterizado por un largo inventario de fines y actividades, que, a pesar de tener su valor pedagógico, frecuentemente, no entrañan la complejidad de los procesos de enseñanza-aprendizaje, siendo prácticas aisladas en muchas ocasiones de las necesidades de los que aprenden y de las características del contexto, por lo que suelen sucumbir al activismo incesante, tan característico hoy por hoy sobre el tema (Mora-Penagos y Guerrero-Guevara, 2022; Pérez-Martín et al., 2022; Gutiérrez-Bastida, 2019).

Por lo tanto, se observa, por un lado, la existencia de propuestas teóricas e investigativas en el ámbito de la EA que, aunque ofrecen aportaciones conceptuales significativas, no logran influir de manera efectiva en la práctica educativa. Por otro lado, se evidencia una prevalencia de acciones "ecológicas" dentro de la EA que carecen de una sólida reflexión o fundamentación conceptual. Estas acciones, a pesar de estar motivadas por buenas intenciones, no están respaldadas por un marco teórico robusto que permita evaluar adecuadamente su efectividad. Esta carencia

dificulta la construcción de un pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes (Hunter & Richmond, 2022; Tovar Gálvez, 2021; Nakagawa et al., 2020).

Para García-Díaz (2004) no hay un campo didáctico intermedio que vincule la fundamentación con la acción, y añade “si queremos que la EA sea algo más que un discurso normativo, etéreo y vacío, acompañado de unas prácticas ajenas al mismo, tendremos que trabajar más los aspectos psicoeducativos y didácticos” (p. 89).

Continuando con los planteamientos del autor, considera que, en los programas y proyectos en EA suelen estar presentes dos elementos curriculares, los objetivos que se persiguen (declaraciones por lo general vagas y muy generales) y las estrategias para conseguirlos, obviando la relevancia del “qué enseñar” que, en muchos casos, es traducido, a los contenidos de las ciencias naturales, o la enseñanza de valores proambientales. Es decir, pareciera que en EA no hay un campo didáctico propio, sino que acude a los marcos conceptuales y metodológicos, de otras disciplinas, que si bien, son necesarios para enriquecer la comprensión de las realidades ambientales, no la definen. (Pérez-Martín y Esquivel-Martín, 2022; Murga-Menoyo, 2018; Calafell et al., 2015).

Este vacío epistemológico en la EA ha dificultado que se integren contenidos que responden al carácter social de las problemáticas ambientales locales en el ámbito escolar. Como consecuencia, se ha limitado el desarrollo de conocimientos y competencias en los estudiantes que les permitan entender en su complejidad estas problemáticas y desarrollar habilidades para actuar (Guevara-Herrero et al., 2023; Gutiérrez-Bastidas, 2019; Mora-Penagos y Guerrero-Guevara, 2022; Pérez-Martín et al., 2022; Costel, 2015). De acuerdo con Guevara-Herrero et al. (2023) una de las limitaciones en el campo de la EA, tiene que ver con el contenido que se enseña, ya que es frecuente que las prácticas se centren en informar sobre cuestiones relacionados con la naturaleza y los problemas ambientales y no en la construcción de un conocimiento crítico y reflexivo sobre el ambiente, que les permita a los estudiantes actuar.

No obstante, la concepción sistémica de la EA, a partir de la cual se tejen relaciones entre sociedad y naturaleza y dota al individuo de un pensamiento crítico y reflexivo para actuar de manera responsable con el ambiente, demanda de contenidos, que superen la perspectiva transmisionista de la información (conceptos acabados y valores proambientales) e integren de manera holística las dimensiones del aprendizaje; “saber”, “hacer” y “ser”. Este enfoque es un aspecto común en los trabajos de Calafell et al. (2015), Mora-Penagos (2011) y García-Díaz

(2004), quienes vinculan estos tres tipos de contenidos con procesos cognoscitivos (cabeza), praxeológicos (manos) y afectivos (corazón), como los llamaría Sipos et al. (2008).

Con relación a los contenidos del “saber” o “pensar”, estos se refieren a la necesidad de concebir los fenómenos ambientales como sistemas abiertos y dinámicos. Esto demanda de un pensamiento complejo por parte de los individuos, que les permita situar los elementos en su contexto, dialogar con “el otro” y con “lo otro”, y comprender las realidades desde su dimensión cíclica. Dicho de otra manera, se traduce en algunos de los principios delineados en la obra de Edgar Morin “*Pensamiento complejo*”, haciendo referencia, respectivamente, a los principios hologramático, dialógico y recursivo.

En cuanto, a los contenidos del “hacer”, estos se relacionan principalmente con el proceso de modelización de la realidad. Esto implica establecer relaciones entre los elementos que hacen parte de un fenómeno, emplear herramientas para explicar la realidad, y aprender desde la experiencia directa. En definitiva, estos contenidos buscan desarrollar habilidades para comprender y contribuir a la solución de las problemáticas ambientales, considerando sus dimensiones cultural, económica, política y ecológica, entre otras.

Por último, los contenidos del “sentir” o “ser” se enfocan en el desarrollo de actitudes y valores en los individuos que los conduzcan a establecer relaciones armónicas con la sociedad y la naturaleza. Esto implica construir un pensamiento crítico y un actuar autónomo, reconociendo que no existen valores absolutos para transmitir, sino más bien espacios de aprendizaje que privilegian el diálogo y la concertación para armonizar el desarrollo individual y colectivo.

Los contenidos que plantean los autores dejan ver que, para superar la perspectiva reduccionista en la EA, es necesario que los contenidos conceptuales trasciendan de la dimensión naturalista del ambiente e integren elementos meta-disciplinares. Esto es fundamental para formar individuos con un pensamiento complejo de la realidad (Guevara-Herrero et al., 2023, Gutiérrez-Bastida, 2019; Murgan-Menoyo, 2017; Olsson & Gericke, 2016; Costel, 2015).

Asimismo, se requiere entender que no hay una supremacía de un contenido sobre el otro, como suele suceder en prácticas de EA, en las que se privilegia el “hacer”, que cabe la pena aclarar, es un “hacer” sin comunicación con el “saber”. Este enfoque resulta irreflexivo y alejado de las necesidades de aprendizaje de los estudiantes. De igual manera, las prácticas enfocadas exclusivamente en la formación de valores proambientales, sin un conocimiento crítico y reflexivo

de la realidad, pueden quedar en cuestiones, meramente, moralizantes (Mogensen & Mayer, 2009; Mora-Penagos y Guerrero, 2022; García-Díaz, 2004).

En la última década, la investigación en torno a un enfoque didáctico específico para la EA y la identificación de contenidos que favorezcan el aprendizaje efectivo de los estudiantes ha experimentado un notable avance. En este contexto, las Cuestiones Socio científicas (CSC) han emergido como un foco central de atención. Proveniente de la didáctica de las Ciencias Naturales, este enfoque se presenta como una opción didáctica para explorar en el campo de la EA (Torres-Merchán et al., 2023; Perales, 2022; Moreno-Fernández, 2020; Mora-Penagos, 2019).

De acuerdo con Torres-Merchán et al. (2023) las CSC “se asumen como situaciones controversiales que permiten abordar asuntos y conceptos científicos en su relación con aspectos de orden económico, político, ambiental, social, ético, moral y religioso, por lo cual aportan a la interdisciplinariedad de las ciencias” (p.7). Al ubicarse en un escenario interdisciplinario, se constituyen en una opción didáctica en EA, dado el carácter sistémico de las problemáticas ambientales. De hecho, las CSC se han vinculado estrechamente con el enfoque de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), como lo señalan Martínez y Parga-Lozano (2013).

Particularmente, en el campo de la EA el concepto de CSC ha virado a Cuestiones Socio Ambientales (CSA) el cual según Mora-Penagos (2019) “abarca una amplia gama de problemas ambientales contenciosos como el cambio climático, la pérdida de la diversidad biológica y cultural, la hidro-fracturación petrolera y la introducción (o reintroducción) de la flora y la fauna en las comunidades naturales” (p.5).

En una investigación sobre el estado del arte del tema, Sepúlveda-Rojas y Mora-Penagos (2021) encontraron que las CSA y la justicia ambiental son elementos articuladores con la educación en Ciencias Naturales, al tomar referentes conceptuales y teóricos de la educación en eco justicia y la educación ambiental crítica.

De acuerdo con Bonilla y Garzón (2021) Las CSA tienen un alto potencial didáctico en la EA debido a que “posibilitan la construcción interdisciplinar de currículos escolares, apoyados en contenidos eco-científicos y de ciudadanía, necesarios para que los estudiantes puedan dirimir o posicionarse frente a aspectos de afectación planetaria y de injusticia socioambiental” (p. 202).

Las CSA al responder a las características del contexto en el que se encuentran los estudiantes y a los problemas ambientales que allí emergen, dotan de significado los contenidos aprendidos. Esto significa que a partir de una situación socio ambiental del entorno local del

estudiante, se formula un problema, se identifican las causas y consecuencias, se estructura una propuesta curricular para responder a la pregunta y se plantean soluciones. Promoviendo, al mismo tiempo, la participación, el conocimiento crítico y reflexivo y la toma de decisiones (Bonilla y Garzón, 2021; Moreno-Fernández, 2020; Perales, 2022; Mora-Penagos, 2019).

Para ello, los profesores deben estar permanentemente en proceso de formación, que les permita identificar y aplicar en su didáctica, contenidos de las Ciencias Naturales relacionados con las CSA, conocer las relaciones sociedad-naturaleza asociadas con las CSA y abrir espacios de diálogo con los diferentes actores involucrados en el problema de estudio (Mora-Penagos, 2019).

Llegados a este punto, podemos considerar que la EA, como campo de conocimiento en ascenso, requiere de una didáctica que le permita superar el activismo reflexivo y el discurso etéreo y vacío, al que se le ha reducido. Una posibilidad para superar este desafío se presenta desde el marco de las CSA, un enfoque didáctico que sitúa el aprendizaje de la EA en un contexto específico. De esta manera, el estudiante no solo podrá comprender la complejidad de las problemáticas que hacen parte de su cotidianidad, sino que también estará en condiciones de tomar decisiones críticas y reflexivas para su solución. En la figura 2 se hace una síntesis de los principales elementos abordados para ubicar la EA como campo de conocimiento.

Figura 2.

Síntesis de los elementos que caracterizan a la EA como campo de conocimiento.



Fuente: elaboración propia

2.2. El Conocimiento Didáctico del Contenido: Implicaciones en la Educación Ambiental y el Cambio Climático

2.2.1. El Conocimiento Didáctico del Contenido: Un conocimiento propio de los docentes

El CDC, por sus iniciales en inglés de Pedagogical Content Knowledge y que, en su traducción al castellano, por sugerencia de Marcelo (1993) significa Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), surgió en la década de los 80 de la mano de Lee Shulman como una propuesta investigativa para determinar los conocimientos profesionales de los profesores en cada materia.

Nuestro proyecto estudia lo que los profesores conocen sobre sus materias, dónde y cuándo adquieren el conocimiento, cómo y por qué este conocimiento es transformado durante la enseñanza o la formación de profesores, y cómo es utilizado el conocimiento en la instrucción en el aula” (Shulman, 1986)

De acuerdo con Mellado (1994) antes de la década de los 80 prevalecía la noción de que el conocimiento disciplinar de una materia específica, era suficiente para transmitir la información a los estudiantes, esperando con ello que, el conocimiento de los profesores se manifestara directamente en lo que los estudiantes aprendían. Sin embargo, para Shulman (1986) los profesores, además del conocimiento de la materia, desarrollan un conocimiento específico para enseñar la materia, denominado CDC.

Shulman (1986) define el CDC como una amalgama entre materia y pedagogía, que constituye una esfera exclusiva de los maestros, su propia forma especial de comprensión profesional. Es decir, un dominio del CDC les permite a los docentes hacer comprensible el conocimiento en el aula, valiéndose para ello, de estrategias instruccionales, analogías, ejemplos, metáforas, demostraciones, experimentos, entre otros.

EL CDC ha sido identificado como una habilidad o atributo distintivo de los profesores experimentados en comparación con los profesores noveles. Esta diferencia se basa en la premisa de que la experiencia y la reflexión continua sobre la práctica docente influyen significativamente en la manera en que los docentes enseñan un contenido específico. En este contexto, Bolívar (2005) sostiene que "como atributo del conocimiento que poseen los «buenos» profesores con experiencia, el CDC se configura como una mezcla de contenido y didáctica, en la que además del conocimiento per se de la materia, se incluye la dimensión del conocimiento para la enseñanza" (p. 8).

Asimismo, Parga-Lozano y Mora-Penagos (2014) consideran que el CDC es el escenario en el cual se puede comprender la compleja relación entre pedagogía y contenido en la actividad docente y añade "En la actualidad el CDC se acepta como una forma dinámica de conocimiento que está en constante evolución y expansión como alternativa a otras formas de entender el conocimiento del profesorado cuando planifica, implementa y reflexiona sobre la enseñanza y el aprendizaje" (p. 332).

De acuerdo con Kind (2009), inicialmente Shulman en su publicación de 1986 propuso tres categorías del CDC: (a) el conocimiento del contenido de la materia, que hace referencia a la cantidad y organización de información sobre una materia en particular. (b) el conocimiento pedagógico de la materia, visto como la manera de hacer comprensible el conocimiento de una materia a los estudiantes, y (c) el conocimiento curricular, entendido como el manejo de técnicas y herramientas de enseñanza, como, por ejemplo, textos, software, laboratorios y materiales de

aula. Sin embargo, para la autora, Shulman en su publicación de 1987, refinó el modelo inicialmente propuesto y adicionó otras categorías, para llegar así a una totalidad de siete componentes del CDC

- El conocimiento del contenido: dominio de la información de la materia.
- El conocimiento pedagógico general: gestión y organización del aula.
- El conocimiento del currículo: manejo de herramientas y materiales en el aula.
- El conocimiento pedagógico del contenido: amalgama entre contenido y pedagogía, para hacer comprensible los contenidos a los estudiantes.
- El conocimiento del alumno y de sus características: dificultades de aprendizaje.
- El conocimiento de los contextos educativos: características culturales del contexto de aprendizaje y funcionamiento de la estructura organizacional de la escuela y el sistema educativo.
- El conocimiento de los objetivos, las finalidades y los valores educativos y su fundamentos filosóficos e históricos

La autora haciendo una comparación de los modelos de CDC, considera que los componentes de base que han estado presentes desde los orígenes del CDC han sido, el conocimiento disciplinar y el conocimiento pedagógico, sin embargo, a medida que han evolucionado los modelos se han venido incorporado otros componentes, que focalizan su atención en el aprendizaje de los estudiantes, tales como el conocimiento del contexto de aprendizaje, de la evaluación y de las cuestiones socio culturales.

Mora-Penagos y Parga-Lozano (2014) plantean que la mayoría de las investigaciones sobre CDC son de nivel descriptivo y poco generalizables, con la dificultad de que sabe muy poco sobre cómo el CDC influye en el aprendizaje de los estudiantes. Esto ha generado la sensación en la comunidad internacional que el campo de la investigación en CDC podría encontrarse en una etapa pre paradigmática o de “pre ciencia”. Sin embargo, a la fecha se han realizado dos cumbres internacionales sobre CDC, que respaldan la noción del CDC como campo de investigación

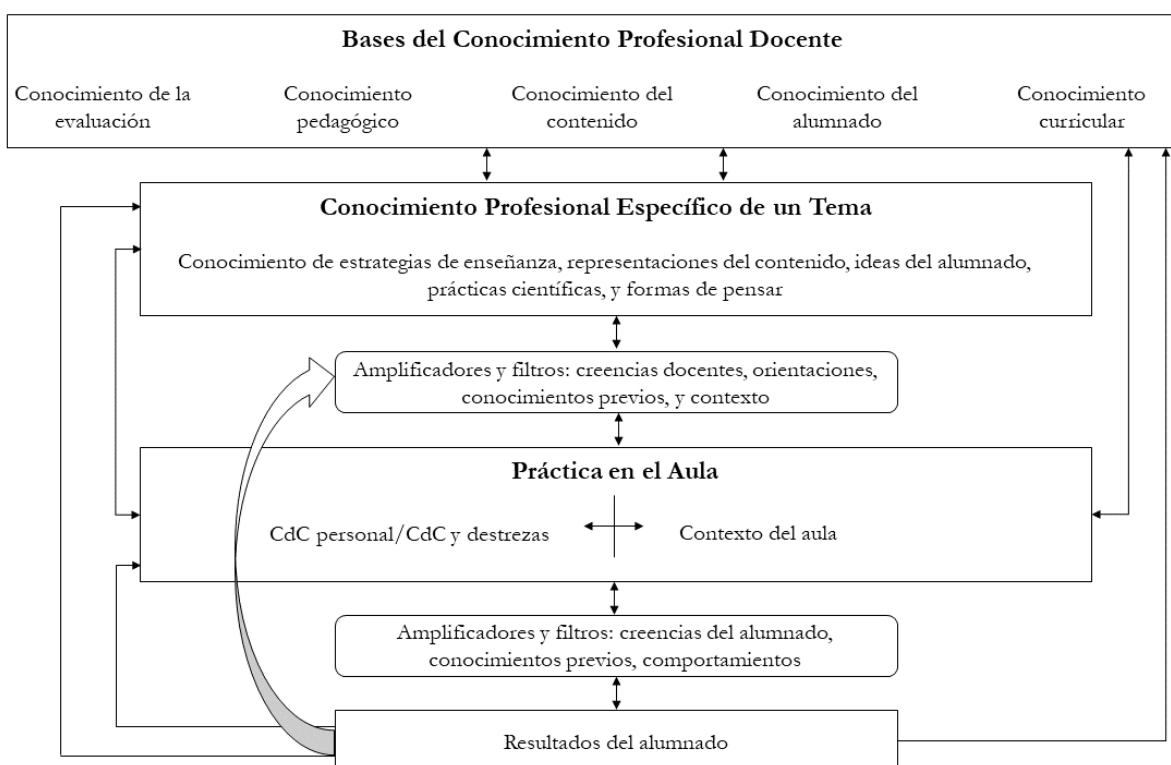
En la Cumbre del PCK en Colorado Springs (EE. UU), que se celebró en el 2012, se generó un modelo de consenso del PCK (figura 3). De acuerdo con Cobo et al. (2022) el modelo propuesto diferencia tres niveles de conocimiento docente. En el superior, se encuentran las bases del conocimiento profesional, que integra conocimientos generales del proceso de enseñanza y aprendizaje. Esta base interactúa de manera mutua con el conocimiento profesional específico del

tema, el cual se equipará a la noción de Shulman (1987) sobre el PCK. Este conocimiento se moldea a través de amplificadores y filtros vinculados con las creencias y orientaciones docentes en un contexto particular, dando lugar al CdC que el docente emplea en la práctica en el aula. Asimismo, este conocimiento interactúa con las creencias, conocimientos y comportamientos de los estudiantes, como mediadores del aprendizaje.

En la cumbre sobre PCK llevada a cabo en Leiden, Holanda, en 2016 se presentó un modelo de consenso refinado del PCK, que más adelante fue publicado por Carlson & Daehler (2019). En este modelo se mantienen los conocimientos de base planteados por Shulman (1987) y Grossman (1990), que son: el conocimiento del contenido (que ocupa un mayor espacio en el modelo, debido a que es el que más influye en los otros tipos de conocimiento), el conocimiento de los estudiantes, el conocimiento evaluativo y el conocimiento del currículo.

Figura 3.

Modelo de Consenso del PCK, generado a partir de la Cumbre de 2012.



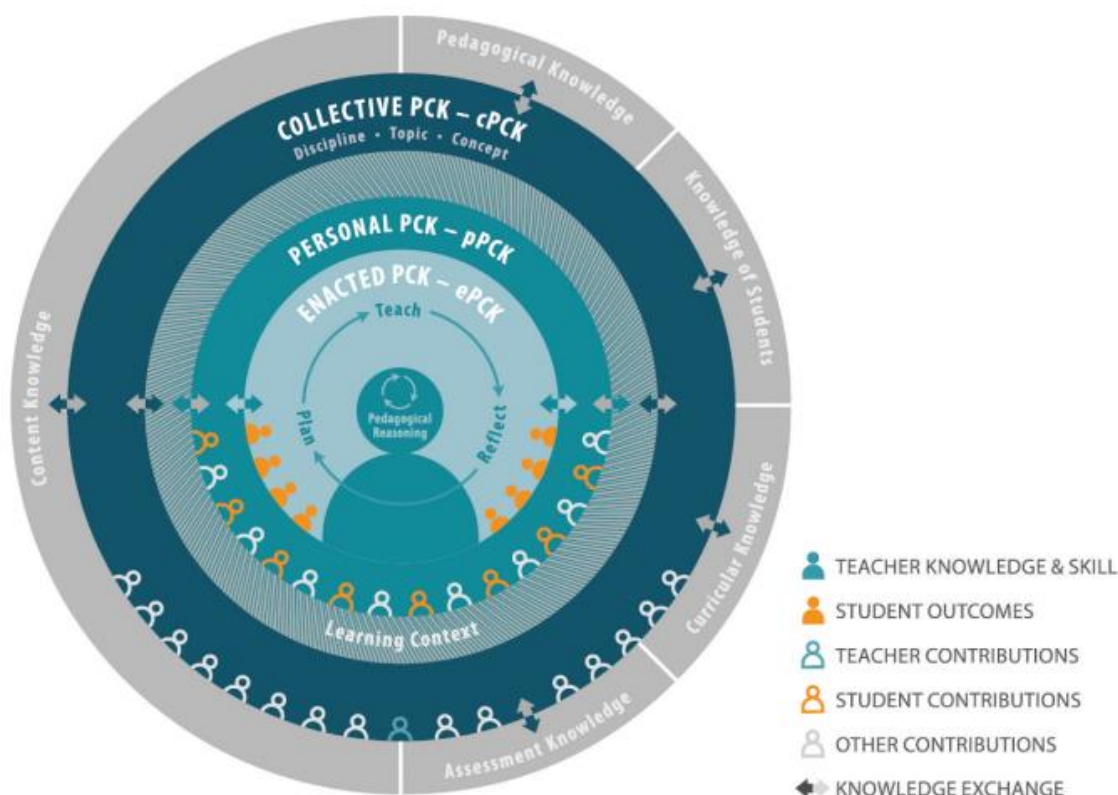
Fuente: Traducción de Cobo et al. (2022) de la versión original de Gess Newsome (2015)

El modelo de consenso refinado (figura 4) presenta una estructura dinámica en la construcción del CDC del maestro. Es decir, es mediado por las contribuciones de los estudiantes, de otros maestros y del contexto. De esta manera, hay un CDC personal, un CDC colectivo o canónico (que se construye de manera colectiva y reflexiona sobre las experiencias particulares de los maestros) y finalmente, un CDC promulgado, que se evidencia en la práctica del maestro. De acuerdo con el modelo, el contexto de aprendizaje es el marco del CDC personal y el promulgado, sin embargo, no hace parte del CDC colectivo, ya que, en esencia este CDC recoge diferentes experiencias de los maestros en el aula, las cuales inherentemente deberían estar permeadas por el conocimiento del contexto.

Para Kaya et al. (2021) el modelo de consenso refinado no es transparente con la génesis del CDC, al no conectar el CD con los otros componentes del CDC, tales como el CDAE, el conocimiento evaluativo y el conocimiento de las estrategias de instrucción.

Figura 4.

Modelo de consenso refinado del CDC, generado a partir de la cumbre de 2016.



Fuente: Carlson y Daehler (2019)

Los autores respondiendo al llamado de los investigadores en CDC frente a esta dificultad, proponen un modelo en el cual el CDAE es una vía plausible para desarrollar el CDC de los maestros a partir de su CD. Para los autores, con base en los hallazgos de Chan & Yung (2018), el dominio del CD les permite a los maestros hacer conjeturas sobre las dificultades de aprendizaje de los estudiantes y, al mismo tiempo, generar estrategias instruccionales y de evaluación orientadas a generar un cambio conceptual en los estudiantes.

Kaya et al. (2021) señalan que los estudiantes frente a un tópico en particular pueden tener comprensiones variadas, que van desde puntos de vista poco claros hasta comprensiones profundas sobre el tema. De ahí que las dificultades de aprendizajes sean diversas en el aula y requieran un CD profundo por parte del docente, que permita, al mismo tiempo, cerrar la brecha entre el conocimiento curricular deseado y las dificultades de aprendizaje de los estudiantes.

Teniendo en cuenta que el concepto de dificultades de aprendizaje es recurrente a lo largo del documento, y con el ánimo de no generar confusión en el lector, es preciso resaltar lo planteado por Kind (2009):

Las dificultades de aprendizaje comprenden el conocimiento sobre conceptos erróneos de los estudiantes, ideas ingenuas obtenidas a través de la interpretación del aprendizaje previo, experiencias o ideas preconcebidas sobre un tema, así como el conocimiento de cualquier otra barrera potencial para el aprendizaje de la materia, la forma en que los conceptos se interrelacionan y las estrategias para ayudar a resolver estos problemas. (p. 174)

De acuerdo con el modelo de Kaya et al. (2021) un maestro comienza el proceso de indagación, orientado al cambio conceptual de los estudiantes, con una adecuada comprensión del CD. El maestro usa el CD para identificar las dificultades de aprendizaje de los estudiantes. Luego, el maestro usa el CDAE y el CD para desarrollar el conocimiento de estrategias de instrucción y evaluativas con el fin de alcanzar el conocimiento curricular deseado.

En el modelo de los autores (figura 5) las comprensiones predominantes de los estudiantes, sobre un contenido determinado, se representan simbólicamente: comprensión sólida (+), comprensión parcial (\perp), conceptos erróneos comunes (-), conceptos erróneos específicos o más profundos (- -), puntos de vista poco claros (?) y ninguna concepción (!). El * CurK –KSLD representa la brecha entre la comprensión de los estudiantes y el aprendizaje esperado de los estudiantes de acuerdo con lo establecido en el currículo.

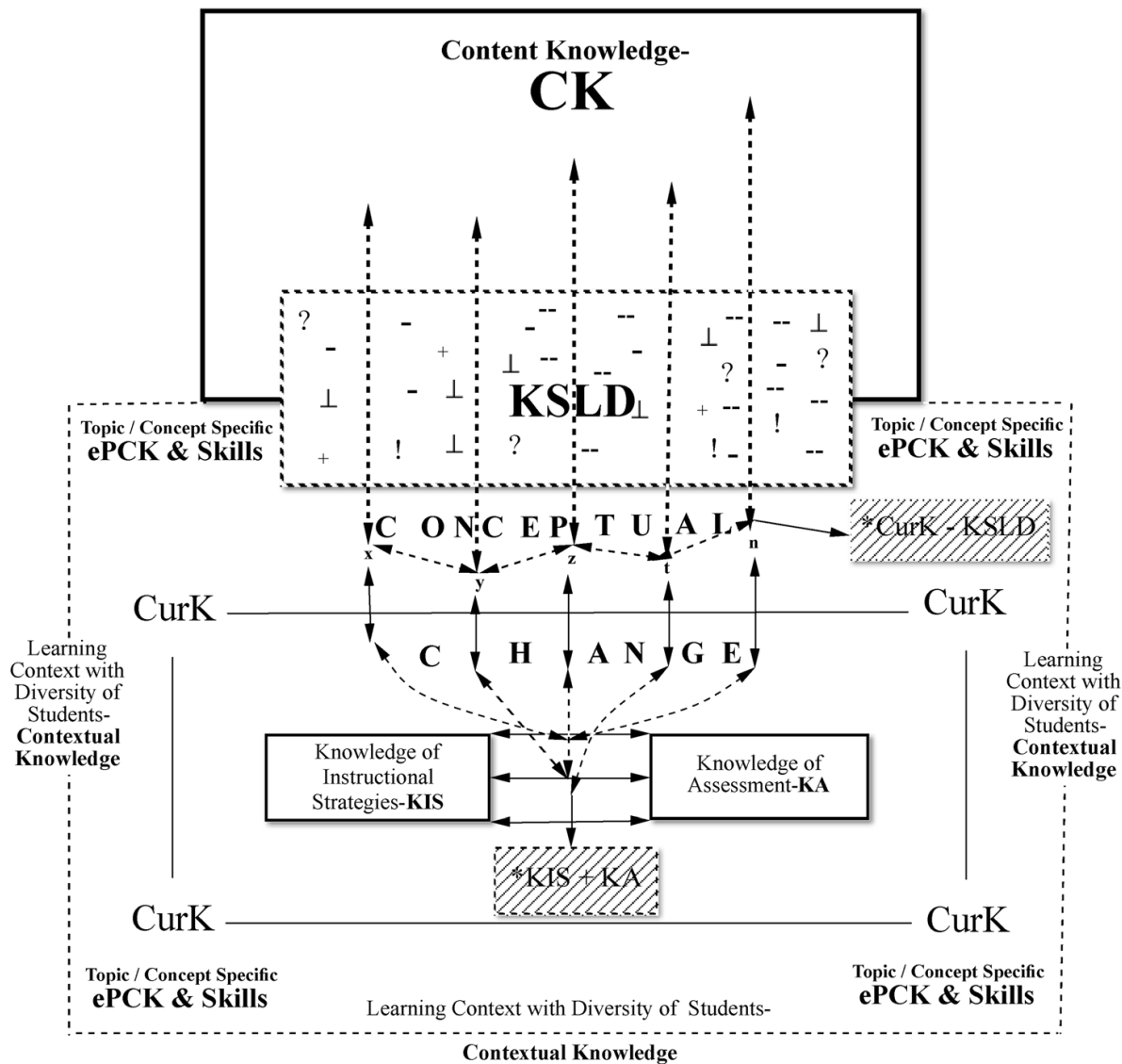
El modelo muestra las conexiones entre las dificultades de aprendizaje de los estudiantes con los otros componentes del CDC, y designa explícitamente el * CurK – KSLD como un proceso mental comparativo constante que hace el docente para generar un cambio conceptual en los estudiantes.

El modelo también presenta el camino del CK a subcomponentes de PCK y la interacción entre los subcomponentes de PCK a través de flechas. Por ejemplo, algunas flechas son más largas desde el Conocimiento curricular (CurK, por sus iniciales en inglés) hasta el CK. La longitud de la flecha es para mostrar que cada dificultad de aprendizaje es distinta. De ahí que surja como desafío, para el maestro, tener la capacidad de identificarlas. Esta diversidad de dificultades de aprendizaje es la razón por la cual los docentes deben tener un CK en profundidad, que les permita asociar un conocimiento de estrategias de instrucción (KIS, por sus iniciales en inglés) y un conocimiento evaluativo (KA, por sus iniciales en inglés). En este sentido, estos dos últimos tipos de conocimientos deben ser mayores a la brecha entre el Curk y KSLD.

Los autores mantienen la concepción del CDC del modelo de Gess-Newsome (2015) representado por un conocimiento de un tópico específico y las habilidades para enseñarlo en el aula (ePCK & Skills).

Figura 5.

Modelo de CDC de Kaya et al. (2021).



$$KIS + KA \geq CurK - KSLD$$

Fuente: Kaya et al. (2021).

2.2.2. El Conocimiento Didáctico del Contenido en Educación Ambiental y en Educación para el Desarrollo Sostenible

Si bien el CDC ha sido objeto de investigaciones en disciplinas de amplia trayectoria, como lo son las Ciencias Naturales, no significa que sea ajena a disciplinas emergentes como la EA. De hecho, Zhou (2015) considera que el conocimiento del contenido pedagógico ambiental es

necesario para situar a la EA en un campo disciplinar y para profesionalizar a los docentes que trabajan en el área, que frecuentemente lo hacen por un interés particular o de manera intuitiva, y en algunos casos pueden percibirlo como una carga adicional impuesta. Esta percepción, como señalan Rivard et al. (2010), puede llevar a una falta de reflexión profunda sobre la práctica educativa, una comprensión poco clara de la importancia de integrar temas de desarrollo sostenible en la educación, y una debilidad en los conocimientos de didáctica de la EA.

Por lo tanto, surgen desafíos importantes en el campo de la formación de educadores ambientales, especialmente en el contexto de la didáctica ambiental, en el que el CDC se posiciona como un marco de investigación (Parga-Lozano y Mora-Penagos, 2016).

En su modelo de CDC, Zhou (2015) propone que el Conocimiento Pedagógico del Contenido Ambiental (EPACK, por sus iniciales en inglés) es una categoría emergente, producto de las hibridaciones entre los conocimientos del maestro de EA, tales como: el conocimiento del contenido (CK), el conocimiento pedagógico (PK), el conocimiento ambiental (EK), el conocimiento del contenido ambiental (ECK) y el conocimiento pedagógico ambiental (EPK).

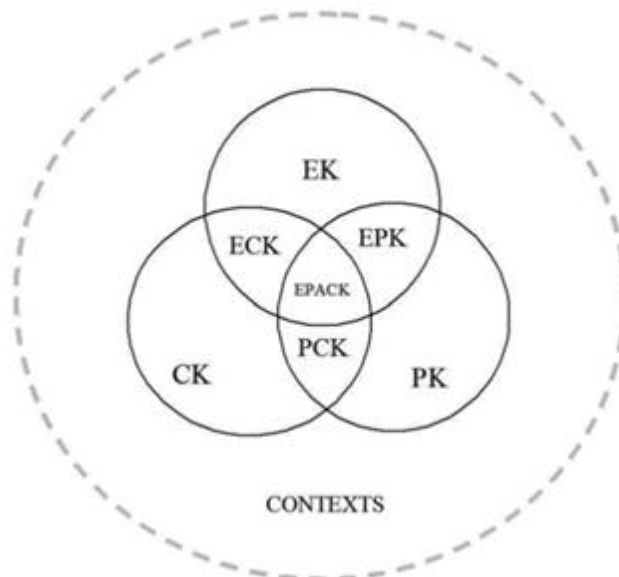
Según el autor, el dominio del EPACK debe tener respuestas sobre cuáles problemáticas ambientales del contexto de los estudiantes deben integrarse a la enseñanza de la asignatura, el porqué de su integración, qué tipo de estrategias pedagógicas promueven la construcción de conocimiento ambiental en los estudiantes y en qué momento los contenidos ambientales deben integrarse a la enseñanza de la asignatura. En la figura 6 se presenta el modelo del autor.

La propuesta del autor resalta la necesidad de considerar la EA como una disciplina con su propio estatus epistemológico y didáctico. Esto implica fomentar la reflexión profunda sobre las realidades ambientales que hacen parte del contexto de la escuela, promover la construcción de conocimiento crítico y reflexivo, y cultivar actitudes y comportamientos en los estudiantes orientados hacia la acción y la transformación de los desafíos ambientales,

Un planteamiento coherente con lo enunciado por Calafell et al. (2015) “la educación ambiental tiene una entidad y características propias que le hace acreedora de unos contenidos conceptuales que no son tan sólo la suma de unos contenidos diseminados propios de otras disciplinas” (p.40) y de lo expuesto por García (2004) “si queremos que la educación ambiental sea algo más que un discurso normativo, etéreo y vacuo, acompañado de unas prácticas ajenas al mismo, tendremos que trabajar más los aspectos psicoeducativos y didácticos”. (p. 89).

Figura 6.

Modelo de integración del Conocimiento Pedagógico del Contenido Ambiental.



Fuente: Zhou (2015)

De acuerdo con Kadji-Beltran et al. (2013) el CDC es particularmente importante para áreas innovadoras y complejas como la EDS, debido a que es un campo progresivo, transformador y ambicioso que desafía las prácticas pedagógicas de los docentes, para dar forma a un futuro sostenible. En la EDS convergen el pensamiento sistémico, el conocimiento crítico, la competencia para la acción, la voluntad política y la naturaleza participativa. Por lo tanto, la pedagogía tradicional centrada en la instrucción, el conductismo y la transmisión del conocimiento no es el marco más acorde para dar respuesta a su finalidad (Ernst & Erickson, 2018; Kadji-Beltran, et al., 2013; Katsenou et al., 2013).

En la actualidad resulta fundamental trabajar el CDC de temas controvertidos como lo son las cuestiones socioambientales (Parga-Lozano y Mora-Penagos, 2014) o lo que llaman los autores “contenidos socialmente vivos”. Estos son necesarios para abordar los desafíos ambientales, que, cabe destacar no se limitan a la esfera de lo biofísico, sino que resultan de las complejas interacciones entre la sociedad y la naturaleza (Sauvé, 1999). De acuerdo con Parga y Mora (2014) se requiere de un profesorado que configure su CDC frente a los múltiples cambios de los sistemas sociales y en el que se aborden contenidos que respondan a la sostenibilidad, al CC, la salud humana, entre otros.

En este sentido el CDC en E.A no debería ser un campo particular de los docentes de Ciencias Naturales. Se requiere de una fundamentación teórica en la formación de docentes de diferentes áreas, que permita situar a la E.A como un campo de profesionalización y de investigación (Duarte, 2020).

El CDC es un marco para abordar los aspectos didácticos de la EA y superar el reduccionismo, en esta área, tan frecuente en el contexto escolar colombiano (Duarte, 2020; Parga-Lozano, 2024). En los diagnósticos de los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE) de los colegios en Colombia, realizados por Alape y Rivera (2016), Burgos (2017) y Bustamante et al. (2017) se han identificado, por ejemplo, algunas características de estos proyectos: el enfoque asignaturista y naturalista (asociación exclusiva con la enseñanza de las ciencias naturales), el activismo sin sentido, la débil participación de los diferentes actores de las comunidades educativas, la desarticulación de los procesos con el contexto local y el predominio de estrategias pedagógicas transmisionistas y conductistas.

Para García-Díaz (2015) los problemas en la E.A se encuentran vinculados en cierta medida al campo didáctico y la manera en que los individuos construyen el conocimiento. De ahí la importancia de generar propuestas investigativas centradas en caracterizar y contribuir al desarrollo del CDC de los docentes de EA, que, al mismo tiempo, incidan en el mejoramiento de los procesos de enseñanza- aprendizaje y en la transformación de las relaciones con el ambiente. (Duarte y Valbuena 2024; Parga-Lozano, 2024; Bedoya y Pérez, 2022).

A continuación, se hace una síntesis de lo encontrado en las investigaciones actuales de CDC en EDS y en EA, con el propósito de identificar algunas pistas sobre la captura y el desarrollo del CDC de los docentes que se desempeñan en esta área del conocimiento. Tal como se evidencia, los estudios actuales dan cuenta de la configuración del CDC como línea de investigación en este campo, permitiendo con ello ubicarla en una dimensión didáctica, con una identidad propia en la enseñanza-aprendizaje.

Parga-Lozano (2024) destaca la necesidad de consolidar una didáctica ambiental robusta que impulse modelos efectivos para la enseñanza de esta área. Esta didáctica, en interacción con la didáctica de las ciencias, debe propiciar la ambientalización del contenido, promoviendo una educación científica ambiental que sea sociocrítica, reflexiva, ética, sociopolítica y transformadora. Según la autora, es fundamental que la enseñanza de los contenidos ambientalizados para la formación de profesores sea abierta y orientada hacia perspectivas

transdisciplinarios, facilitando un diálogo de saberes. Esta interacción entre la enseñanza de las Ciencias Naturales y la Educación Ambiental resulta en el CDC científico ambientalizado o CDC-CA, un enfoque que debe evolucionar hacia un constructivismo renovado para formar ciudadanos críticos, responsables y comprometidos con la sostenibilidad.

Duarte-Díaz y Valbuena-Ussa (2024) enfatizan en la diversidad del CDC en EA, señalando que cada profesor construye su conocimiento de manera única, lo cual requiere categorizaciones flexibles que consideren las particularidades individuales. Además, resaltan que las limitaciones curriculares pueden restringir la complejidad de las estrategias de enseñanza y la diversificación de elementos específicos. La fundamentación conceptual de la EA es esencial como pilar del CDC en EA, ya que facilita la integración de aspectos ideológicos, éticos y ecológicos en la enseñanza. La formación docente, tanto inicial como continua, emerge como un factor clave para el desarrollo del CDC en EA. Finalmente, sugieren futuras investigaciones que profundicen en el análisis del CDC en EA desde la perspectiva práctica y las declaraciones de los docentes.

Forsler et al. (2024) encontraron que el uso de la Representación del Contenido (CoRe) y la reflexión basada en video ofrecen oportunidades para que los profesores de Ciencias Naturales expliciten su conocimiento práctico. Los CoRe, propuestos por Loughran et al. (2004), son una herramienta de planificación de la enseñanza de un contenido en particular, que permite, a la vez, capturar y evaluar el CDC de los docentes. En la investigación de los autores se encontró que la combinación de CoRe y la reflexión en video ayudó a los maestros a justificar sus elecciones de contenido en la enseñanza del Desarrollo Sostenible (DS), promoviendo el desarrollo del CDC personal.

En el estudio Forsler et al. (2023) encontraron que las reflexiones colectivas con el apoyo de los CoRe estimularon el desarrollo del CDC de los maestros en contenidos de DS de la siguiente manera:

- **Creando una estructura y un enfoque para las conversaciones de aprendizaje.** Los CoRe proporcionaron a los maestros un marco para reflexionar sobre su enseñanza del DS y para discutir sus ideas con sus colegas.
- **Modificando el enfoque de enseñanza.** A medida que los maestros reflexionaban sobre su enseñanza con los CoRe, comenzaron a identificar áreas en las que podían mejorar. Esto los llevó a realizar cambios en sus prácticas de enseñanza, como incorporar más ejemplos del mundo real y usar actividades más participativas.

- **Desarrollando nuevos conocimientos de contenido y conocimientos pedagógicos en DS.** A través de las reflexiones colectivas, los maestros aprendieron mutuamente y desarrollaron nuevos conocimientos sobre los problemas de sostenibilidad y cómo enseñarlos. Esto los ayudó a tener mayor seguridad al momento de enseñar contenidos de DS.
- **Lenguaje compartido para estimular la igualdad de oportunidades para que los estudiantes aprendan DS.** Al trabajar juntos con los CoRe, los maestros desarrollaron un lenguaje compartido para hablar sobre el DS. Esto les ayudó a comunicarse de manera más eficaz con sus estudiantes y a crear un entorno de aprendizaje más inclusivo.

Los autores recomiendan a los tomadores de decisiones dentro del sistema escolar, organizar reuniones regulares en equipos de maestros de ciencias e introducir los CoRe como herramienta para capturar y desarrollar el CDC.

Purwianingsih et al. (2022) implementaron un programa de formación para futuros profesores de biología, basado en los CoRe y los planes de lección elaborados por ellos mismos. Los resultados mostraron que el Conocimiento Pedagógico del Contenido Tecnológico (TPACD) en EDS de los futuros profesores mejoró de un nivel incipiente a un nivel desarrollado. Sin embargo, encontraron que al final del programa el TPACD-EDS de los futuros profesores aún se encontraba en un nivel bajo. Por lo tanto, recomiendan implementar programas con una duración superior a los seis meses.

Los hallazgos de Timm & Barth (2021) sugieren la necesidad de incorporar un subcomponente al CDC para la EDS: el conocimiento estratégico y jerárquico. Este conocimiento permite a los docentes comprender las estructuras organizacionales de la escuela y el sistema educativo, y utilizarlas estratégicamente para promover la integración de la EDS a nivel institucional.

En el estudio se identificaron dos tipos de docentes con CDC en EDS: los docentes centrados en el aula se enfocan principalmente en el CDC para la enseñanza en el aula, mientras que los docentes orientados a la estructura exhiben un CDC más holístico que abarca tanto la enseñanza en el aula como la capacidad de impulsar el cambio institucional. Esto sugiere que la formación docente en EDS debe contemplar un proceso gradual, comenzando con el desarrollo del CDC para la enseñanza efectiva en el aula y avanzando hacia el desarrollo de competencias para el cambio institucional.

Finalmente, en la investigación de Hartadiyati et al. (2020) se caracterizó el CDC de dos maestras en formación sobre el sistema respiratorio y su relación con el DS. En el estudio se evidenció que, a partir de un contenido de biología, se pueden establecer conexiones con el DS desde sus dimensiones: social, económica y ambiental. El estudio evidencia que es posible caracterizar y desarrollar el CDC en EDS, desde contenidos de la Biología. Mora-Penagos y Parga-Lozano (2014) los denominan contenidos socialmente vivos, que, a su vez, se relacionan con las Cuestiones Socio Ambientales.

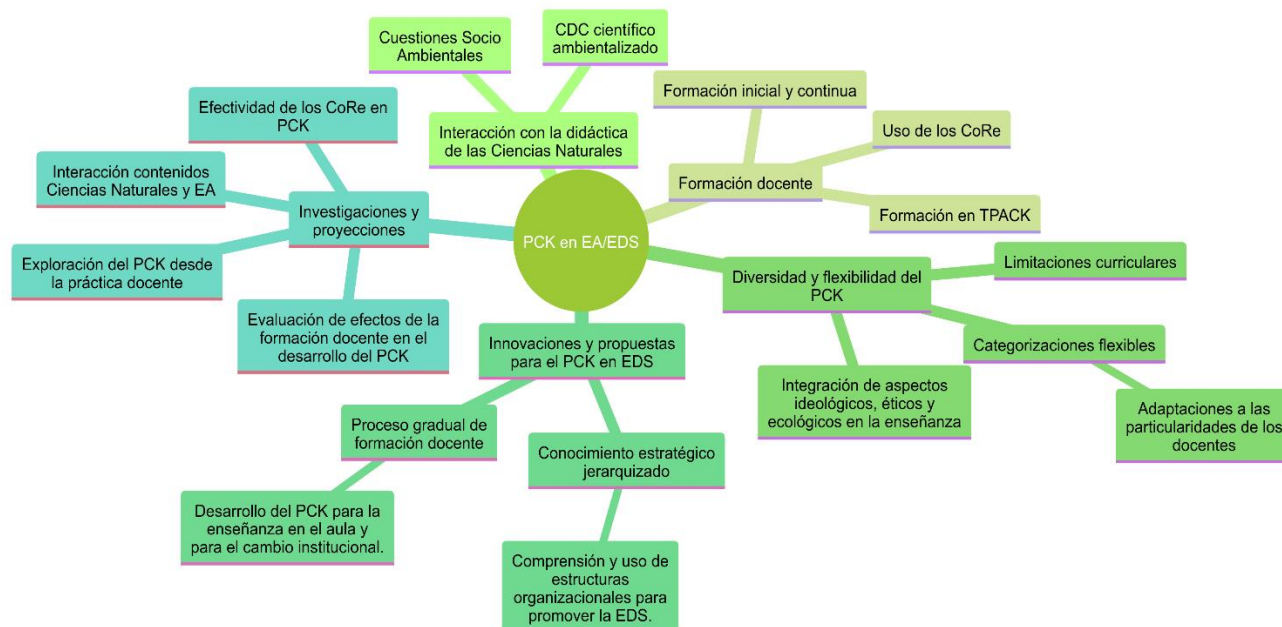
Los estudios revisados anteriormente, proporcionan elementos clave para comprender la forma en que se ha venido estructurando, a nivel investigativo, la relación entre la EA/EDS y el CDC. Se destaca la efectividad de herramientas como los CoRe y la reflexión basada en video para estimular el desarrollo del CDC de los maestros en contenidos ambientales, así como la importancia de integrar el CDC en la formación inicial y continua de profesores de Ciencias Naturales. Además, se reconoce la diversidad del CDC y su relación con la fundamentación conceptual de la EA, señalando la necesidad de categorizaciones flexibles en el desarrollo del CDC, que consideren las particularidades individuales de los docentes.

Además, se evidencia la relevancia de la contextualización de la enseñanza de las Ciencias Naturales dentro del marco de la EDS, promoviendo una educación científica ambiental sociocrítica y transformadora. Sin embargo, se sugiere la incorporación de una competencia al CDC para la EDS: el conocimiento estratégico y jerárquico, que permita a los docentes comprender las estructuras organizacionales y promover la integración de la EDS a nivel institucional.

Finalmente, se plantea la necesidad de futuras investigaciones que profundicen en el análisis del CDC en EA desde la perspectiva práctica de los docentes, así como en la evaluación de los efectos de la formación docente en el desarrollo del CDC y la implementación de la EDS en el contexto escolar. En la figura 7 se hace una síntesis de las principales categorías identificadas en las investigaciones recientes sobre CDC en EA y EDS.

Figura 7.

Categorías identificadas en las investigaciones de CDC en EA/EDS



Fuente: Elaboración propia

2.2.3. El Conocimiento Didáctico del Contenido en cambio climático

Dentro de los ODS de la agenda 2030 de las Naciones Unidas, se encuentra el objetivo No 13: adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. Una de las metas propuestas es “mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del CC, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana”. Esta meta resalta la complejidad del problema, que no puede resolverse únicamente con avances políticos, económicos, tecnológicos o científicos. Es fundamental actuar con urgencia en el ámbito educativo para fomentar y transformar en los ciudadanos actitudes, valores, conocimientos y comportamientos que influyan en la mitigación y la adaptación al CC (González-Gaudio y Meira, 2020; Hurst & Walker, 2021; Jie et al., 2021)

Sin embargo, la complejidad del CC presenta enormes desafíos en el ámbito educativo, orientados a la transformación de la práctica docente, el aprendizaje de los estudiantes y la formación de habilidades para la acción (Akrofi et al., 2019; Bos & Schwartz, 2023; Feldbacher et al., 2024). A continuación, se destacan algunos elementos que ilustran la complejidad del tema en

los procesos de enseñanza-aprendizaje y que, al mismo tiempo, exigen un dominio del conocimiento por parte de los docentes.

- El tema de CC se encuentra asociado con el pensamiento abstracto, de ahí que se generen varios errores conceptuales en docentes y estudiantes. (Clausen, 2018)
- En la mayoría de los casos, los estudiantes no encuentran conexión visible del tema con sus vidas cotidianas y lo ven como un asunto que afecta regiones particulares del planeta (Clausen, 2028)
- Las personas pueden tener diferentes creencias sobre las causas y riesgos del CC y la eficacia de las medidas en su solución. La distribución de las responsabilidades individuales y colectivas y el hecho de que sea un problema que pone en evidencia la desigualdad de la sociedad, añade una dimensión moral a la opinión de las personas (Favier et al. 2021)
- Es recurrente la creencia de que no vale la pena renunciar al confort del estilo de vida actual, considerando que las aportaciones individuales son insignificantes frente a la magnitud del problema. (González-Gaudiano y Meira, 2020)
- Es frecuente una perspectiva reduccionista en las representaciones de los estudiantes sobre el CC, en la que se asocia la problemática principalmente con el aumento de la temperatura, el deshielo de los casquetes polares y afectaciones exclusivas en el sistema natural, producto de la información transmitida, principalmente, por los medios de comunicación. (Bello Benavides, et al 2017).
- Los impactos del CC, junto con las investigaciones y los avances tecnológicos para abordarlo, están en constante evolución, lo que obliga a los educadores a adaptarse continuamente a un objetivo en movimiento
- No existe una definición clara de cuál debe ser el foco del CC en educación, hay diversas interpretaciones sobre las competencias que deberían promoverse en los estudiantes (Favier et al, 2021).
- En un estudio de representaciones sociales de docentes sobre CC, realizado por Gallego Torres y Castro Montaña (2020) se encontró que poseen una idea vaga en torno al modelo científico del CC. De ahí que, en muchos casos, la información que es llevada al aula sobre el tema y la que se emplea para identificar las dificultades de aprendizaje de los estudiantes

no sea del rigor científico que se requiere para generar un cambio conceptual en los estudiantes.

Lo anterior destaca la necesidad de que los docentes posean un conocimiento profundo sobre el tema, que responda a la complejidad de la problemática y al objetivo primordial de contribuir al aprendizaje de los estudiantes. En este contexto, el marco CDC se presenta como un enfoque teórico para la formación del profesorado (Kind, 2009). Además, proporciona un escenario investigativo para abordar contenidos socialmente vivos, como el CC (Parga-Lozano y Mora-Penagos, 2014).

Es importante señalar que el motivo por el cual se seleccionó en esta investigación el CC como contenido para explorar el CDC de los docentes, es por su relevancia en el campo investigación del CDC en EA o en EDS. Asimismo dentro de la agenda 2030 de las Naciones Unidas, la educación climática es fundamental dentro de los ODS. La UNESCO (2017) enfatiza la necesidad de capacitar a los docentes en la enseñanza del CC para lograr los ODS. A continuación, se destacan algunas de estas investigaciones y sus principales hallazgos, que ofrecen pistas sobre el desarrollo del CDC en este ámbito:

Kutluca (2022) exploró la interacción entre los componentes del CDC y la argumentación socio científica en el contexto del calentamiento global. Cinco maestras de primaria participaron durante 10 semanas en un proceso de enseñanza-aprendizaje sobre la argumentación socio científica. Los resultados revelan que la autoeficacia docente, ejerce una influencia significativa en la conceptualización del CDC. Las maestras sin experiencia previa en argumentación socio científica manifestaron sentirse inseguras para enseñarla, lo que resalta la importancia de la experiencia docente en el desarrollo del CDC.

Las experiencias de aprendizaje y enseñanza reforzaron las interacciones entre los componentes del CDC, particularmente entre el conocimiento del contenido pedagógico y el conocimiento de las estrategias de enseñanza, así como entre el conocimiento de los estudiantes y el conocimiento de planes de estudio y evaluación. Además, estas experiencias aumentaron el conocimiento de los docentes sobre el aprendizaje de los estudiantes, ayudándolas a comprender el potencial estudiantil y a responder acertadamente a diversos desafíos en el aula.

En cuanto al efecto de la experiencia profesional, se observó que la interacción y el desarrollo del CDC para la argumentación socio científica varían entre las docentes. La experiencia profesional no garantiza una integración uniforme del CDC; algunas docentes experimentadas no

mostraron un dominio del conocimiento del contenido, enfocándose más en procedimientos y actividades.

El estudio reveló que la docente con mayor experiencia mostró el cambio más significativo en la interacción del CDC, mientras que las docentes menos experimentadas mostraron un progreso menor o nulo. Adicionalmente, la experiencia profesional parece modular el impacto de las experiencias de aprendizaje y enseñanza en el CDC, siendo más significativo en docentes con mayor trayectoria profesional.

Estos hallazgos sugieren que tanto la experiencia docente en el aula como las experiencias de aprendizaje en el ámbito formativo son esenciales para el desarrollo del CDC en la argumentación socio científica, aunque su efecto puede variar según la experiencia previa del docente.

En una investigación realizada por Favier et al. (2021) en la cual se diseñó y se implementó un curso de CC dirigido a docentes en formación de Noruega, Países Bajos, Malta y República Checa, para contribuir en el desarrollo de su CDC sobre el tema, se identificaron algunos factores facilitadores en el CDC:

- La interdisciplinaria: al contar con un equipo interdisciplinario de docentes en formación en Geografía, EA, Tecnologías Geoespaciales y Ciencias Naturales, se complejizó su comprensión sobre la problemática.
- Trabajo de campo y Educación Basada en el Lugar (EBS): durante el curso los docentes tuvieron la oportunidad de conocer los cuatro países e identificar el impacto de la problemática en cada uno de los contextos. Además, participaron en actividades experienciales para el desarrollo de estrategias de instrucción al momento de enseñar CC.
- Conexión con las preconcepciones: el curso incluyó una semana de capacitación en la que se presentaron las principales percepciones, mecanismos psicológicos y opiniones que hay sobre el tema
- Aprendizaje experiencial y colaborativo: los docentes en formación participaron de manera colaborativa en actividades de diseño curricular sobre CC aplicadas a los contextos locales de sus escuelas.

En el estudio de Jie et al. (2021), se implementó un curso sobre CC dirigido a docentes en ejercicio en EE.UU. Este curso incluía actividades de diseño curricular alineadas con los estándares nacionales, talleres con experiencias prácticas, socialización de recursos científicos y

didácticos, y la instrucción de contenidos en línea. Se encontró que el CC es un concepto desafiante para los educadores. Sin embargo, un programa de desarrollo profesional centrado en el CDC, que incorpora estrategias de trabajo colaborativo y reflexivo entre pares, formadores altamente cualificados, actividades prácticas de aprendizaje experiencial y diseño de planes de estudio adaptados a contextos locales, incrementa significativamente el conocimiento disciplinar y pedagógico de los docentes, especialmente en aquellos sin experiencia previa en el tema.

Quiroga-Durán (2021) en un estudio sobre la caracterización del CDC en seis docentes en ejercicio, en Bogotá, sobre el CC, analizó diversos componentes del CDC; para los fines de esta investigación me detendré en dos: el Conocimiento Psicopedagógico (CP) y el Conocimiento Disciplinar (CD).

En cuanto al CP, se evidenció una deficiencia en la formación en diseño microcurricular, lo que dificulta la visión holística del CC. Los docentes, sin embargo, reconocieron la importancia del rol docente en la sociedad y la necesidad de una formación que fomente la interculturalidad, la participación y la equidad en la enseñanza del CC. En las prácticas docentes, se observó una tendencia hacia el constructivismo y el aprendizaje significativo, así como el reconocimiento de las ideas previas de los estudiantes. No obstante, no se contempló el cambio conceptual de los estudiantes ni se estructuró una didáctica del contenido ambiental.

En relación con el CD, se identificó una falta de claridad en la definición de CC, limitándolo al aumento de la temperatura. Si bien existía una mayor familiaridad con las consecuencias del calentamiento global, no se nombraron las causas antrópicas. Se evidenció un panorama general de la relación entre la conservación de las especies y el CC, pero no se propusieron acciones para mitigar la problemática ni se consideraron hábitos de consumo responsable.

En conclusión, el estudio refleja la necesidad de fortalecer la formación docente en el diseño microcurricular y la didáctica ambiental para abordar el CC de manera sistémica, considerando tanto los aspectos científicos como sociales y axiológicos. Se requieren estrategias que faciliten la descentralización y la flexibilidad del currículo, así como una formación que dote a los docentes de las herramientas necesarias para estructurar una didáctica ambiental pertinente y fomentar la participación activa de los estudiantes en la construcción del conocimiento sobre el CC.

Meili-Yanti et al. (2020) exploraron el CDC de tres maestros de Ciencias Naturales en el contexto del calentamiento global, utilizando los CoRe para analizar sus respuestas y obtener

información sobre su comprensión del tema y sus habilidades pedagógicas. Se encontró que los maestros comprenden los conceptos clave del calentamiento global, incluyendo el efecto invernadero, los gases de efecto invernadero, sus impactos y las posibles soluciones. Sin embargo, la profundidad en que se abordaron estos conceptos varió según el criterio de cada docente, algunos optaron por omitir detalles más complejos como las reacciones químicas en las capas de la atmósfera o las fórmulas matemáticas de la transferencia de calor.

En cuanto a las habilidades pedagógicas para enseñar el calentamiento global se incluyeron la secuenciación de contenidos, mediante la cual los docentes estructuraron la enseñanza del tema en un orden lógico, comenzando con conceptos concretos y avanzando hacia los más abstractos. Además, emplearon diversas estrategias didácticas, como videos, simulaciones, experimentos, imágenes y preguntas, para facilitar la comprensión de los estudiantes. Asimismo, adaptaron su enseñanza al nivel de los estudiantes, teniendo en cuenta su conocimiento previo, su forma de pensar y sus intereses, al momento de planificar las lecciones. Los docentes utilizaron diferentes técnicas para evaluar la comprensión de los estudiantes, incluyendo exámenes, mapas mentales, preguntas y respuestas, y tareas escritas.

En resumen, este estudio indica que el CDC de los docentes juega un papel importante en la enseñanza del calentamiento global. Los docentes con un fuerte CDC pueden seleccionar conceptos esenciales, estructurar el contenido de manera lógica, utilizar estrategias didácticas apropiadas y evaluar la comprensión de los estudiantes.

Finalmente, en el estudio de caso realizado por Clausen (2018) en Dinamarca, que incluyó a cuatro docentes de Geografía en ejercicio, se caracterizó su CDC en CC, mediante la video observación y el análisis de su práctica pedagógica. Se encontró que el CDC promulgado de estos docentes está influenciado por sus creencias y orientaciones sobre el tema. Esto coincide con el modelo de Consenso de CDC (Gess-Newsome, 2015), que enfatiza en las creencias de los docentes como importantes amplificadores o filtros de las bases de conocimiento de los docentes y sus prácticas en el aula. Por lo tanto, los procesos de DPD orientados al CDC deben fomentar la autocrítica y la reflexión de los docentes sobre sus creencias del contenido.

En síntesis, el CC se presenta como un desafío relevante en el ámbito educativo, exigiendo una transformación en la práctica docente, el aprendizaje de los estudiantes y el desarrollo de habilidades para la acción. En este sentido, el marco del CDC es una vía para el desarrollo

profesional de los educadores ambientales, al fomentar el trabajo investigativo personal y colectivo, en torno a lo que sabe el docente sobre el CC y la manera en que lo enseña.

Las investigaciones revisadas en este documento convergen en la necesidad de fortalecer el CDC de los docentes en el ámbito del CC. Los estudios revisados muestran la complejidad del tema y los desafíos en el campo de la didáctica para abordarlo como un contenido socialmente vivo. Algunos aspectos claves que se identificaron en estos estudios, para promover el desarrollo del CDC en CC, fueron:

- **Profundización del CD:** Los docentes deben tener un conocimiento actualizado de las causas, consecuencias y posibles soluciones del cambio climático, incluyendo los aspectos científicos, sociales, económicos y políticos de la problemática.
- **Dominio del CDC:** Es fundamental que los docentes desarrollen habilidades para diseñar experiencias de aprendizaje significativas y contextualizadas, considerando las ideas previas, los intereses y las necesidades de los estudiantes. Esto implica la selección de estrategias didácticas adecuadas, la evaluación del aprendizaje y la habilidad para promover la participación activa de los estudiantes.
- **Reflexión sobre las creencias y orientaciones:** Los procesos de DPD deben fomentar la autocrítica y la reflexión sobre las creencias y las orientaciones de los docentes en relación con el CC. Esto permitirá identificar sesgos y fortalecer la comprensión del tema.
- **Enfoque interdisciplinario y colaborativo:** La formación docente en CC debe adoptar un enfoque interdisciplinario que integre diversas perspectivas y áreas del conocimiento. El trabajo colaborativo entre docentes, formadores y expertos también resulta importante para compartir experiencias y construir un CDC colectivo, con impacto en su CDC personal.
- **Experiencias de aprendizaje experienciales y contextualizadas:** La formación docente debe incluir oportunidades para que los docentes participen en experiencias de aprendizaje experienciales y contextualizadas, como el trabajo de campo, la investigación y la colaboración con actores locales. Esto permitirá conectar el conocimiento teórico con la práctica y promover habilidades para la acción en los estudiantes.
- **Consideración de los contextos locales:** Los programas de DPD deben considerar las características y necesidades de los contextos locales en los que se desarrolla la enseñanza del CC. Esto implica adaptar las estrategias y enfoques a las realidades específicas de cada comunidad.

En definitiva, el fortalecimiento del CDC en el CC requiere un compromiso sostenido desde la formación docente, considerando los aspectos mencionados anteriormente. La implementación de estrategias de DPD deben adaptarse al contexto de los procesos de enseñanza-aprendizaje de los docentes y estudiantes y favorecer la interacción de elementos de orden social y ecosistémico, en torno a la problemática. A continuación, en la figura 8 se hace una síntesis de los principales elementos detectados en la revisión de las publicaciones mencionadas con anterioridad y en la figura 9 se presenta un mapa mental que resume las principales ideas del apartado de CDC en CC.

Figura 8.

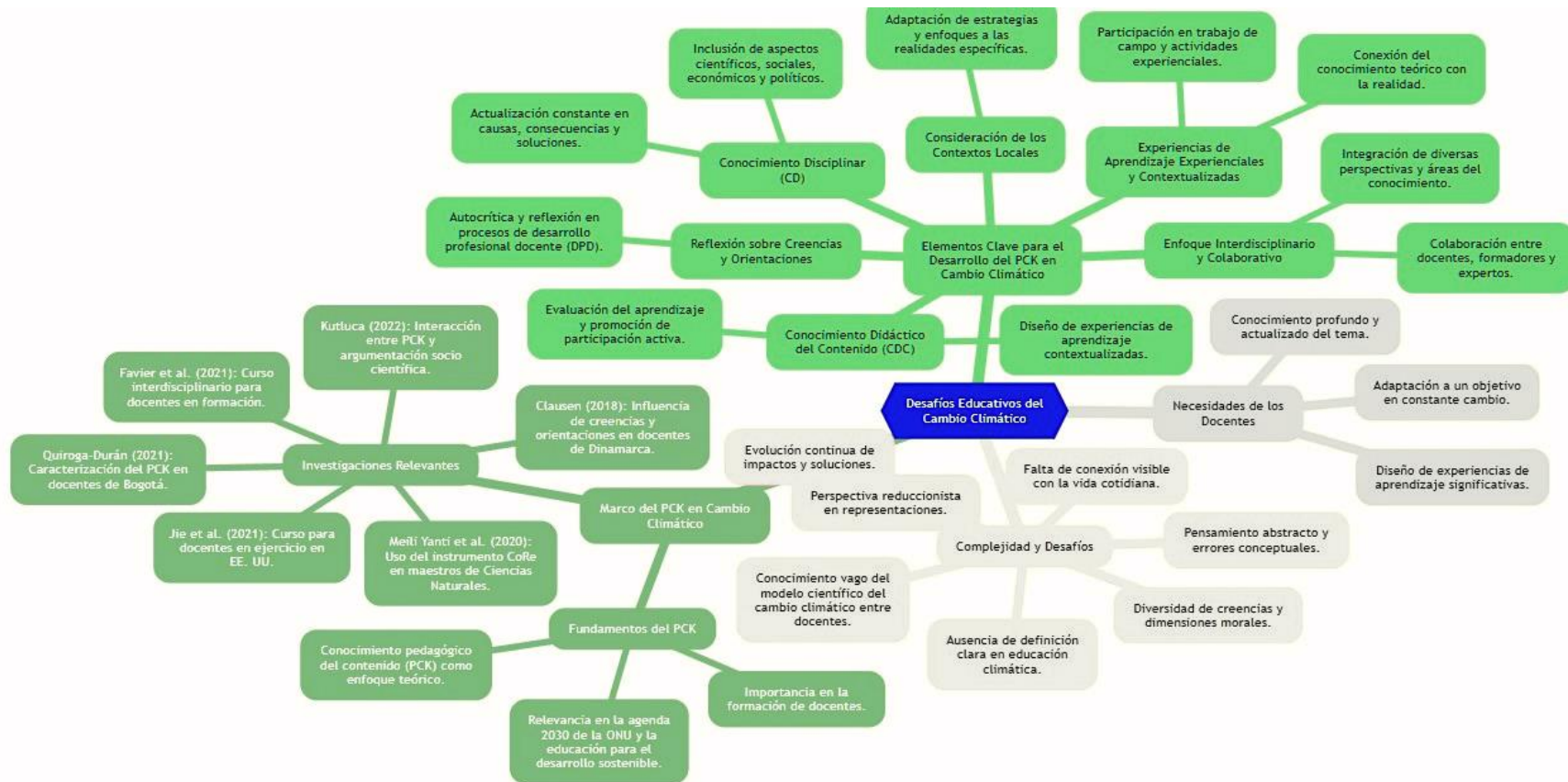
Elementos identificados en las investigaciones sobre CDC en CC

Facilitadores del CDC en CC	Impacto del CDC	Recursos para capturar y desarrollar el CDC
<ul style="list-style-type: none"> • Interdisciplinariedad • Trabajo de campo y EBS • Conexión con las pre concepciones • Aprendizaje experiencial y colaborativo • Experiencia profesional docente 	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de conceptos importantes • Estructuración lógica de contenidos • Diseño de estrategias didácticas pertinentes • Aprendizaje de los estudiantes 	<ul style="list-style-type: none"> • CoRe • Video Observación • Cursos de contenidos específicos

Fuente: Elaboración propia

Figura 9.

Mapa mental que sintetiza la revisión del capítulo de CDC en cambio climático.



Fuente: Elaboración propia

2.3. Desarrollo Profesional Docente

2.3.1. Aproximación conceptual al Desarrollo Profesional Docente

En el segundo informe de la Organización de los Estados Americanos (OEI, 2012) del proyecto “metas educativas 2021: la educación que queremos para la generación de los Bicentenarios” se identificaron las percepciones de los ciudadanos acerca de la educación. Uno de los ítems de consulta fue las medidas que se podrían adoptar para mejorar la educación. Entre los resultados obtenidos de este estudio, se destaca la importancia que le da la ciudadanía a la formación de los docentes, tal como se evidencia en la figura 10.

Figura 10.

Resultado del Latinobarómetro 2011 sobre percepciones de la ciudadanía para mejorar la educación.



Fuente: Informe de la OEI (2012)

Este resultado es un indicador más del foco que la sociedad le ha dado a la formación del docente en el mejoramiento de la calidad educativa. Los estudios indican que entré más capacitado se encuentra un docente para ejercer su labor, mejores son los rendimientos y las habilidades de los estudiantes para enfrentar los desafíos del siglo XXI, tal como lo demuestra el estudio de Darling-Hammond, et al. (2017) publicado en el Libro “Effective Teacher Profesional Development” en el cual se revisaron 35 estudios metodológicamente rigurosos sobre el impacto

del DPD en los resultados de las pruebas de los estudiantes, evidenciándose un vínculo positivo entre el DPD, las prácticas de los maestros y los resultados en pruebas de matemáticas, lenguaje y ciencias. Un resultado que coincide con los planteamientos de Vélaz de Madrono y Vaillant (2009), quienes consideran:

La teoría y la práctica de la educación indican que uno de los elementos que más incide en el proceso de aprendizaje de niños y jóvenes tiene que ver con lo que creen, pueden y están dispuestos a hacer los docentes. Minimizar o tratar con ligereza este punto supone restringir y, de hecho, desviar la comprensión del problema y la búsqueda responsable de soluciones. (p. 11)

Pues bien, entendiendo que el DPD es un factor que incide en el mejoramiento de la calidad educativa y que en gran medida se relaciona con la efectividad de los procesos de enseñanza-aprendizaje en la escuela, resulta necesario, entender a qué nos referimos cuando se aborda este concepto. Por lo tanto, a continuación, en la tabla 2 se presentarán algunas definiciones encontradas desde diferentes autores:

Tabla 2.

Definiciones del DPD según diversos autores

Autor	Concepto sobre DPD
Vélaz de Medrano y Vaillant (2009)	“El desarrollo profesional se produce cuando se logra que los saberes prácticos de los docentes se articulen con el saber experto acumulado, con las experiencias desarrolladas por otros colegas, y en ese contexto se nutren de la teoría y la investigación educativa. En síntesis, el objetivo primordial es producir nuevos modos de pensar las prácticas cotidianas sin perder de vista la perspectiva ética y política que estas tienen” (p.63)
OCDE (2009 y 2010)	OCDE (2010) “un conjunto de actividades sistemáticas que preparan a los profesores para el trabajo incluyendo su educación inicial, los cursos de inducción, el entrenamiento en servicio y el desarrollo profesional continuo dentro de los parámetros escolares” (p. 19). Asimismo, en la publicación de la OCDE (2009) se considera el desarrollo profesional como “el conjunto de actividades que promueven habilidades individuales, conocimientos, experticia y otras características para el ejercicio docente” (p. 49)
Avalos (2011)	“El aprendizaje de los profesores sobre cómo aprenden a aprender y a transformar su conocimiento en práctica para beneficiar el

	<p>desarrollo de sus alumnos. El aprendizaje profesional docente es un proceso complejo que requiere la implicación cognitiva y emocional de los profesores, tanto individual como colectivamente, la capacidad y disponibilidad para examinar dónde cada uno se encuentra en términos de convicciones y creencias, así como el análisis y la puesta en práctica de alternativas apropiadas para la mejora o el cambio. (p.1)</p>
<p>Parra et al. (2014)</p>	<p>“El desarrollo profesional docente, en su acepción de formación en ejercicio, hace referencia al mejoramiento constante de los desempeños, de acuerdo a los requerimientos cambiantes del contexto social, con la pretensión fundamental de contribuir al desarrollo y aprendizaje de los estudiantes y de los procesos educativos y escolares y sin olvidar que también pretende mejorar la calidad de vida personal y profesional de los maestros. En Latinoamérica, especialmente en el espacio social de la educación pública, se ha considerado el desarrollo profesional docente como factor clave de movilización social dentro de la carrera docente y de la transformación y mejoramiento de la escuela” (p. 26).</p>
<p>Darling-Hammond et al. (2017)</p>	<p>“El desarrollo profesional efectivo se entiende como el aprendizaje profesional estructurado que resulta en cambios en el conocimiento y las prácticas de los maestros, y mejoras en los resultados de aprendizaje de los estudiantes. Conceptualizamos el aprendizaje profesional como un producto tanto de la provisión externa como de las actividades integradas en el trabajo que aumentan el conocimiento de los maestros y los ayudan a cambiar su práctica instruccional de manera que apoye el aprendizaje de los estudiantes” (p.2).</p>
<p>Yang et al. (2018)</p>	<p>“El desarrollo profesional se refiere a los procedimientos y actividades diseñadas para consolidar los conocimientos, habilidades y actitudes profesionales de los docentes con el fin de mejorar aún más el aprendizaje de los estudiantes” (p. 265).</p>
<p>Carreño (2020)</p>	<p>“Se asume la práctica reflexiva como un proceso de formación y desarrollo profesional, que parte de las vivencias de los profesores en el contexto que desarrolla su ejercicio profesional y les permite realizar un análisis sistemático sobre los diferentes asuntos que involucran su práctica de enseñanza” (p. 71). El autor, haciendo referencia a los planteamientos de Schön (1998), Elliott (1998), Stenhouse (1998), Perrenoud y Domingo (2013), deja ver que la formación en la reflexión de la práctica se debe guiar hacia el análisis de fundamentos teóricos de la disciplina que se enseñan, la pedagogía y la didáctica en general y específica del contenido; la pertinencia de su aplicación, la revisión de las propias concepciones acerca de la educación; su coherencia con lo que se pretende poner</p>

	en práctica y con lo que finalmente se lleva a cabo en el salón de clase.
Conferencia de Francisco Imbernón Muñoz. Tomado de las memorias del encuentro OEI (2021).	“El nuevo concepto de la formación es que tenemos que intentar, con apoyo del profesorado, descubrir la teoría implícita que éste lleva a la práctica. Cuando el maestro o la maestra ejerce una práctica, utiliza el libro de texto o alguna metodología, pero ¿qué teoría implícita hay detrás? A veces no funciona esta práctica, con lo cual tenemos que buscar la teoría que nos ayude a ello. Teoría significa: la teoría de otras compañeras o compañeros, experiencias de otros países, experiencias propias, bases de datos, entre otros, para ordenar, justificar, fundamentar o revisar y, si es preciso, destruir esta práctica. Reflexionar sobre la práctica significa preguntarse: esto que usted hace, ¿por qué lo hace? ¿Lo hace porque siempre se ha hecho así? ¿Lo hace porque llegó aquí y se hace así desde hace años y usted continúa con la rutina y la práctica cotidiana?” (p.20)
Adams et al. (2023)	“El desarrollo profesional en este sentido puede describirse como el proceso de acumulación de habilidades, conocimiento profesional, valores y cualidades personales que permite a los docentes adaptarse continuamente dentro del sistema educativo” (p.20).
Kilag, & Sasan (2023)	<p>El DPD se refiere a las oportunidades de aprendizaje y crecimiento que se les brindan a los docentes para mejorar sus habilidades y conocimientos en la enseñanza. Este desarrollo está fuertemente relacionado con el liderazgo pedagógico. Este último se describe como la capacidad de los líderes escolares para fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje, mediante acciones como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apoyo a los docentes: Brindar soporte y recursos a los profesores para que puedan desempeñarse mejor en el aula. • Desarrollo curricular: Participar en la creación y actualización del currículo escolar para adaptarlo a las necesidades de los estudiantes. • Estrategias de instrucción: Asesorar a los docentes en la implementación de estrategias de enseñanza pertinentes.

Fuente: Elaboración propia a partir de la bibliografía consultada

Basado en las ideas principales de los autores revisados, se presenta la siguiente aproximación conceptual al DPD:

El DPD es un proceso sistemático de aprendizaje que forma parte del ciclo formativo del docente, desde la formación inicial hasta la formación en ejercicio. Este proceso emerge de la investigación de las experiencias y problemas en el aula y del análisis de los fundamentos teóricos de la disciplina que se enseña. De esta manera, se mejoran las habilidades y desempeños

individuales y colectivos de los docentes, se construye conocimiento sobre la práctica pedagógica y se facilita la transformación de la práctica docente, con el objetivo de mejorar el aprendizaje de los estudiantes, los procesos educativos escolares y la calidad de vida personal y profesional de los maestros.

A partir de las publicaciones mencionadas con anterioridad se identifican los siguientes elementos claves en la conceptualización del DPD:

El DPD como un proceso continuo y de aprendizaje. El DPD se define como un proceso de aprendizaje continuo que permite a los docentes mejorar sus habilidades, conocimientos, actitudes y valores para beneficio del aprendizaje de sus estudiantes. (Avalos, 2011; Darling-Hammond et al., 2017; Yang et al., 2018). Este proceso va más allá de la adquisición de conocimientos teóricos y se centra en la transformación de esos conocimientos en prácticas docentes pertinentes (Vélaz de Medrano y Vaillant, 2009). El DPD implica la reflexión crítica sobre la propia práctica docente, el análisis de las experiencias y la búsqueda de nuevas estrategias para mejorar la enseñanza. (Carreño, 2020; Imbernón-Muñoz, 2021).

El DPD como un factor clave para la mejora de la calidad educativa: Se reconoce al DPD como un elemento clave para mejorar la calidad de la educación, ya que permite a los docentes estar actualizados en los contenidos que enseñan y en los procesos de enseñanza-aprendizaje (Parra et al., 2014; Darling-Hammond et al., 2017). De esta manera, el DPD se asocia con el mejoramiento del aprendizaje de los estudiantes, la transformación de la práctica pedagógica y la organización escolar. (Adams et al., 2023)

El DPD como un proceso colaborativo y contextualizado: el DPD no es un proceso individual, sino que se enriquece con la colaboración entre docentes, la participación de la comunidad educativa y el intercambio de experiencias. (OCDE, 2009 y 2010; Parra et al., 2014). Las actividades de DPD deben ser contextualizadas y responder a las necesidades específicas de cada escuela, comunidad y grupo de estudiantes (Carreño, 2020). Desde esta perspectiva el DPD es una responsabilidad compartida entre los docentes, las instituciones y las autoridades educativas. Por lo tanto, se requiere un compromiso sostenido por parte de todos los actores involucrados para garantizar que los docentes tengan acceso a oportunidades de desarrollo profesional de calidad.

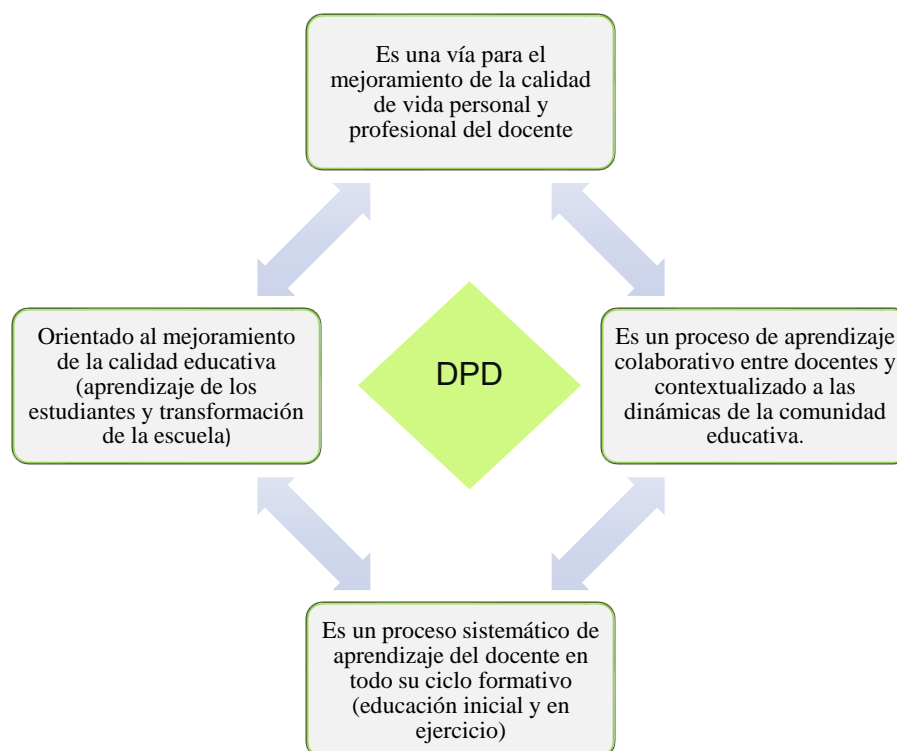
DPD como vía de mejoramiento de la calidad de vida personal y profesional de los docentes. Si bien el objetivo fundamental del DPD es contribuir al aprendizaje de los estudiantes,

no se puede desconocer que es una vía para el mejoramiento de la calidad de vida personal y profesional de los docentes, al permitirle mejorar ingresos, recibir reconocimientos y tener una mayor satisfacción laboral. (Parra et al., 2014)

De acuerdo con lo expuesto, se presenta en la figura 11 una síntesis de los principales elementos identificados en el concepto de DPD.

Figura 11.

Síntesis de los principales elementos identificados en la conceptualización del DPD.



Fuente: Elaboración propia

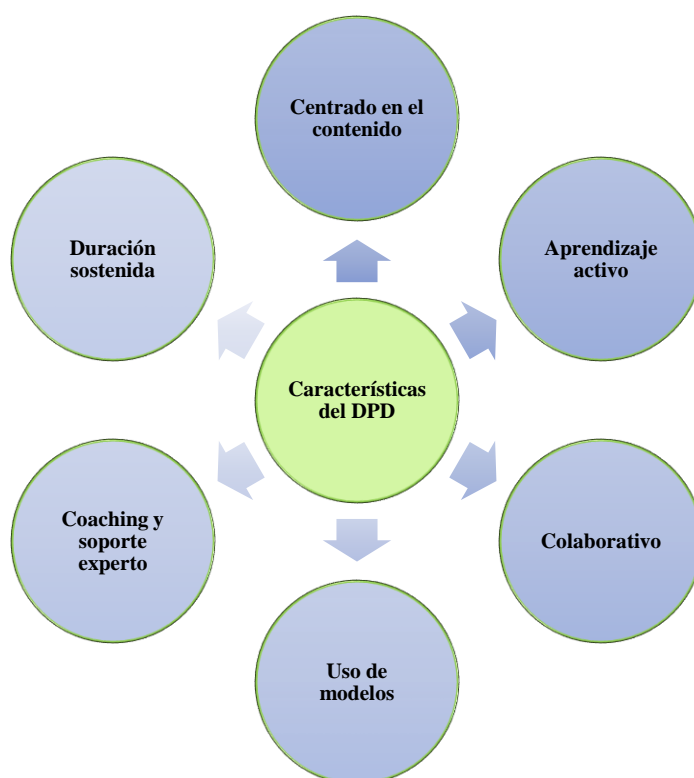
2.3.2. Características del Desarrollo Profesional Docente

Tal como lo plantea Guskey (2003) no hay un enfoque único para el DPD efectivo, ya que existen diversos factores que inciden en el aprendizaje de los docentes, relacionados con las diferencias de las escuelas, características de las poblaciones estudiantiles y condiciones administrativas, entre otros. Sin embargo, algunas características del DPD pueden derivarse de investigaciones y factores que se citan con mayor frecuencia, tal como es el caso del estudio realizado por Darling-Hammond et al. (2017) en el que se examinaron investigaciones sobre DPD

que han demostrado su efectividad en cambiar las prácticas de los profesores y mejorar los resultados académicos de los estudiantes. En el estudio, los autores revisaron 35 investigaciones sobre el tema, utilizando criterios rigurosos en su diseño metodológico, y realizaron una búsqueda exhaustiva en la literatura de las últimas tres décadas. A partir de los hallazgos encontrados, se identificaron las siguientes características del DPD, las cuales se resumen en la figura 12.

Figura 12.

Características del DPD



Fuente: Elaboración propia a partir del estudio de Darling-Hammond et al. (2017)

Centrado en el contenido. El DPD se encuentra estrechamente relacionado con el dominio del contenido de la disciplina que se enseña, es decir, sus teorías, conceptos, procedimientos y métodos de instrucción, por lo tanto, no es posible concebir el DPD fuera del aula o desconociendo las necesidades de aprendizaje de los estudiantes en los contextos particulares.

Los estudios, revisados por los autores, en su mayoría, muestran una relación del dominio del contenido de los docentes, con mejores desempeños académicos de los estudiantes, reflejados en los resultados obtenidos en las pruebas externas que se les aplican. Según Cohen et al. (2002),

el DPD centrado en el contenido significa tener en cuenta los antecedentes del conocimiento de la disciplina y las estrategias que los maestros pueden usar para involucrar activamente a los estudiantes en el desarrollo de nuevos conocimientos.

En este sentido, Yang et al. (2018) proponen que el desarrollo profesional debe brindarle oportunidades a los docentes para que mejoren su conocimiento del contenido y el conocimiento didáctico del contenido (CPC). El DPD centrado en el contenido ayuda a los docentes a desarrollar habilidades para conectar el conocimiento disciplinar con la práctica pedagógica (Brand et al., 2022; Yang et al., 2020; Ernst & Erickson., 2018; Kadji-Beltran et al., 2013). Asimismo, al tener un dominio del conocimiento del contenido y del CDC, los docentes pueden diseñar planes de clase más estructuradas, seleccionar recursos didácticos apropiados y manejar las dificultades de aprendizaje de los estudiantes (Adams et al., 2023)

Incorpora el aprendizaje activo. El DPD sugiere que el conocimiento del maestro no comienza ni termina con su formación universitaria, ya sea a nivel de pregrado o posgrado, sino que se trata de un desarrollo continuo de aprendizaje activo en el aula y con los estudiantes. Esta perspectiva se aleja del modelo tradicional de capacitación, común en el ámbito educativo, en el cual el docente participa esporádicamente en talleres o cursos de actualización dirigidos por un experto. Estos cursos, en la mayoría de los casos, ofrecen orientaciones pedagógicas que no consideran las condiciones particulares del aula o el contexto del docente. De ahí que el aprendizaje activo se produce si se involucra directamente a los maestros en el diseño e implementación de las diferentes estrategias de DPD. (Araújo-Olivera et al., 2024; Yang et al., 2018; Ernst & Erickson, 2018; Darling-Hammond et al., 2017; Kedzior, 2004).

Según Darling-Hammond et al (2017) el diseño de experiencias de DPD debe abordar cómo y qué aprenden los profesores, es decir integra las teorías de desarrollo y aprendizaje de los adultos, reconociendo que el maestro no tiene un conocimiento acabado y absoluto, sino que es un sujeto en continuo aprendizaje. En este contexto, el DPD implica inherentemente un ejercicio de indagación en el aula, fomentado el aprendizaje para los docentes y llevándolos a reflexionar y transformar su práctica pedagógica. De acuerdo con Birman et al. (2000) el aprendizaje activo anima a los profesores a participar en debates significativos, en la planificación y puesta en marcha de los aprendizajes, como parte de su desarrollo profesional.

El aprendizaje activo es fundamental en el DPD debido a su capacidad para alinear las experiencias docentes con las prácticas de enseñanza en el aula. Al participar activamente en su

propio aprendizaje, los docentes comprenden mejor las dificultades de aprendizaje de los estudiantes y las estrategias para superarlas. Asimismo, los docentes tienen la oportunidad de reflexionar sobre sus prácticas de enseñanza e identificar oportunidades de mejoramiento. (Kedzior, 2004; Stark, 2006; Darling-Hammond et al., 2017; Johannesson, 2022)

Colaborativo. Una de las características más destacadas del DPD es el trabajo colaborativo, entendido como el diálogo y la reflexión continua entre los docentes sobre los problemas del aula, los desafíos de la educación actual, las estrategias de enseñanza-aprendizaje, las políticas educativas y todos aquellos factores que influyen en la calidad educativa. Este enfoque impulsa a los maestros a participar en procesos investigativos y de acompañamiento pedagógico, con el objetivo de mejorar su práctica pedagógica, influir positivamente en el aprendizaje de los estudiantes y, en general, optimizar la organización escolar (Methlagl, 2022; Ernst & Erickson, 2018; Darling-Hammond et al., 2017; Kedzior, 2004).

Tal como lo plantea King & Newmann (2000) “el aprendizaje de los maestros es más probable cuando los maestros colaboran con pares profesionales dentro y fuera de las escuelas, y cuando adquieren más experiencia a través del acceso a investigaciones externas y la participación en programas educativos” (p. 576).

Dentro de los beneficios del trabajo colaborativo en el DPD, Darling-Hammond et al. (2017) hacen referencia a que los profesores pueden crear comunidades que cambian positivamente la cultura y el currículo escolar ya sea a nivel de aula, departamento, escuela y/o distrito; asimismo, consideran que un trabajo colaborativo en entornos de confianza ya sea en configuraciones de uno a uno, grupos pequeños o redes de maestros, proporciona una base para la indagación y reflexión sobre las prácticas de los profesores, lo que les permite comprender mejor los problemas de aprendizaje de los estudiantes y generar alternativas de solución.

A partir del trabajo colaborativo los docentes identifican los discursos, prácticas y metodologías de sus colegas, reconociendo que no se encuentran solos en el desarrollo profesional y que el diálogo permanente y los encuentros con pares son los que les permiten avanzar en su práctica reflexiva (Jie et al., 2021; Carreño, 2020; Ernst & Erickson, 2028; Vélaz de Medrano y Vaillant, 2011).

Uso de modelos. Darling-Hammond et al. (2017) mencionan que el DPD que utiliza modelos de práctica ha demostrado su eficacia en la promoción del aprendizaje de los docentes, al proporcionarles una visión clara de cómo mejorar sus prácticas. De acuerdo con Kedzior (2004),

existen varios modelos de desarrollo profesional que incorporan características de alta calidad y se alejan del enfoque de “sentarse y acumular información”. En su lugar, se centran en el aprendizaje a partir de las experiencias que ocurren en el aula con los estudiantes. Algunos de los modelos más frecuentemente citados son:

-Estudio de clase o Lesson Study. De acuerdo con Osorio (2016) el objetivo del modelo estudio de clase es “fomentar entre los docentes la investigación colaborativa y la reflexión pedagógica basada en evidencia empírica” (p.42). Según Fernández et al. (2003), es un proceso de varios pasos en el que los maestros trabajan juntos para crear y mejorar sus clases. En este proceso, un miembro del grupo enseña una lección mientras los colegas lo observan, y posteriormente se realiza una sesión de retroalimentación en la cual se brindan recomendaciones para fortalecer su práctica. La clase se vuelve a enseñar con un grupo diferente de estudiantes y se repite la retroalimentación.

-Video observación. Osorio (2016) plantea que la video observación es otra de las estrategias que se viene utilizando en procesos de formación permanente, permitiéndole a los docentes tomar conciencia de los dilemas de comunicación que se viven en las aulas y provocar la concientización necesaria para transformar los conocimientos pragmáticos en conocimientos reflexivos. A partir de la observación de clases los profesores pueden mejorar su práctica reflexiva, ya que se busca captar la mayor complejidad posible de la enseñanza en factores que se conjugan en la escena: estudiantes, docentes, recursos y ambiente (O’ Leary, 2017).

-Mentoría. De acuerdo con Smith (como se citó en Kedzior, 2004) la mentoría brinda la oportunidad de que maestros noveles y experimentados aprendan unos de otros, al compartir experiencias, recursos, o estrategias de enseñanza, mediante actividades como las observaciones en el aula, el entrenamiento, la retroalimentación y la enseñanza colaborativa. Asimismo, el autor plantea que la mentoría tiene efectos importantes en los maestros en formación, los cuales incluyen mejores actitudes de enseñanza, mayores sentimientos de eficacia y control y experiencia en el uso de una gama amplia de estrategias pedagógicas.

En los estudios de Arnsby et al. (2023), Ernst & Erickson, (2018), Manzar et al. (2017), Kadji-Beltran et al. (2013), se evidenció que la mentoría tiene un impacto positivo en la calidad de enseñanza de los docentes, permitiéndoles tener mayor seguridad para enseñar determinados tópicos, aplicar lo aprendido en cursos de formación, estructurar de mejor manera el diseño de la clase y, en términos generales, resignificar la profesión docente.

-Comunidades de aprendizaje. Las comunidades de aprendizaje o también denominadas comunidades de formación, es otra de las características del DPD, que se encuentra estrechamente relacionada con el trabajo colaborativo. En estas comunidades, se construyen aprendizajes colectivos, que responden a las experiencias particulares de los docentes y que al ser expuestas en diálogo y debate con pares profesionales dan lugar a un análisis reflexivo y crítico de las situaciones de estudio (Darling-Hammond et al., 2017). De acuerdo con Valencia-Valbuena (2019)

Las comunidades de formación se configuran por las interrelaciones entre los profesores en torno a intereses comunes y a partir de ello van discutiendo con argumentos desde lo teórico y lo práctico para ir transformando la situación de interés a partir de los compromisos de los profesores. (p. 17)

Osorio (2016) menciona que, para iniciar y mantener las comunidades de aprendizaje se requiere de un trabajo constante por parte de los docentes centrado en el aprendizaje más que en la enseñanza, su apropiación no depende del mérito del concepto en sí, sino del compromiso y la persistencia de los educadores dentro de ella. Las actividades que se desarrollan en las comunidades de aprendizaje pueden incluir grupos interdisciplinarios, grupos de estudio, o de investigación-acción (Vélaz de Medrano y Vaillant, 2011).

Coaching y soporte experto. Según el estudio de Darling-Hammond et al. (2017), otra de las características del DPD es el coaching y apoyo de los expertos, resaltando que, los expertos, por lo general, los propios educadores, manejan ciertas estrategias o modelos descritos con anterioridad, que orientan la práctica de los maestros; asimismo, comparten conocimiento sobre el contenido y la experiencia basada en la evidencia. Desde este enfoque los entrenadores y maestros trabajan conjuntamente en la organización de las clases, la observación y la retroalimentación de resultados. Para los autores, los docentes que reciben entrenamiento tienen más probabilidades de utilizar estrategias de enseñanza deseadas y de obtener mejores resultados en el aprendizaje en los estudiantes.

El Coaching crea un escenario de autoconocimiento para el docente, ayudándolo a identificar sus fortalezas, debilidades, creencias limitantes y patrones de comportamiento que pueden estar afectando su desempeño. Este proceso de autoconocimiento fomenta la autonomía del docente, permitiéndole tomar decisiones informadas y asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional. Asimismo, promueve una cultura de reflexión y aprendizaje continuo en la

práctica docente, a través de la observación en el aula, el análisis de experiencias y la retroalimentación constructiva (Ben-Peretz et al., 2018; Desimone & Park, 2017; Obara, 2010).

Duración sostenida. Birman et al. (2000) consideran que el DPD requiere de experiencias extendidas en el tiempo, en lugar de capacitaciones, conferencias y/o talleres de duración corta, las cuales, a pesar de divulgar algún tipo de información de utilidad para los maestros, en muchas ocasiones no responden a las necesidades de formación de los docentes o no tienen en cuenta las experiencias, el contexto y los desafíos propios del aula. Razón por la cual, plantean que dentro del DPD es necesario generar oportunidades de aprendizaje activo y de conexiones coherentes con el trabajo diario de los maestros, lo cual se logra desde un proceso continuo de aprendizaje.

Un beneficio del DPD sostenido es que los maestros continúan aprendiendo, ya sea en su propia aula, en colaboración con sus colegas o en comunidades de aprendizaje. De igual manera, consideran que la duración del desarrollo profesional parece estar asociado con un impacto más fuerte en el aprendizaje de los maestros y los estudiantes, en parte, porque con el tiempo y su compromiso, pueden perfeccionar sus estrategias de enseñanza y tener más interacciones con colegas y/o expertos que contribuyen a mejorar la práctica propia. (Ernst & Erickson, 2018; Yang et al., 2018; Darling-Hammond et al. 2017, Kadji-Beltran, 2013).

2.3.3. Barreras y facilitadores del Desarrollo Profesional Docente

En la tabla 3 se presenta una síntesis de las principales barreras en el DPD, clasificadas de acuerdo con la publicación de Eroglu & Kaya (2021). Sin embargo, en el estudio de los autores no se contemplaron las barreras derivadas de las políticas centrales (administración gubernamental), las cuales fueron identificadas por Celik et al. (2021). En vista de la frecuente mención de estas barreras en la literatura, se incluyeron en la tabla.

Además, de la clasificación por categorías, la información se consolidó de acuerdo con las publicaciones consultadas. Se menciona, en negrilla, la publicación principal que documenta las barreras y/o los facilitadores, y se apoya la fuente con publicaciones complementarias que también las referencian. La información consultada revela una amplia gama de factores que pueden obstaculizar la participación de los docentes en las diferentes estrategias de DPD y la sostenibilidad, en espacio y tiempo, de estas estrategias. Las barreras identificadas incluyen las características de los programas de DPD, el funcionamiento de la escuela, las políticas gubernamentales y las circunstancias personales de los docentes.

Entre las barreras más frecuentes se encuentra la falta de tiempo de los docentes para participar en las estrategias de DPD, la falta de apoyo financiero y la falta de apoyo de los directivos. Estas barreras pueden generar desinterés, frustración y dificultades para los docentes que desean participar en procesos de formación y mejorar sus habilidades profesionales. (Sims et al, 2021; Fang et al.,2021; Enns et al., 2021; Zhang et al. 2019; Appova & Arbaugh, 2018; OCDE, 2009; Kedzior, 2004). La diversidad de barreras identificadas nos muestra la complejidad del DPD, y, al mismo tiempo, la necesidad de gestionarlas desde el nivel gubernamental, institucional y personal, para lograr que el DPD sea efectivo e impacte en la calidad educativa (Marynowski et al., 2021; Eroglu & Kaya, 2021. OCDE, 2009).

En cuanto a los facilitadores, se agruparon en la tabla 4 siguiendo la misma clasificación utilizada para las barreras, debido a la similitud de las categorías. No obstante, no se tuvo en cuenta la categoría de facilitadores a nivel personal, ya que la bibliografía consultada no reporta este tipo de facilitador.

Tabla 3.

Síntesis de las principales barreras en el DPD

Tipo de barreras	Barreras
Barreras relacionadas con los programas de DPD	<p>Eroglu & Kaya (2021)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Actitudes negativas hacia el curso • Conflicto con el horario laboral (Fang et al.,2021; Enns et al., 2021; Zhang et al. 2019; OCDE, 2009; Kedzior, 2004) • La monotonía del curso • Ineficiencia de los instructores del curso • La distancia de ubicación del curso • Problemas de planificación de los cursos (no aptos para docentes) (OCDE, 2009). • Insuficiente número de cursos • Los criterios de selección de los participantes • Desplazamiento a los lugares donde se oferta el programa de DPD (Zhang et al. 2019)
Barreras relacionadas con el funcionamiento de la escuela	<p>Eroglu & Kaya (2021)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de desempeño insatisfactoria • Alta Carga de Trabajo (Çelik et al. (2021) • Falta de Tiempo (Fang et al.,2021; Enns et al., 2021; Zhang et al. 2019; OCDE, 2009; Kedzior, 2024) • Problemas Relacionados con las Actitudes y Prácticas de los Directivos (OCDE, 2009)

	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas Relacionados con las Actitudes de los Colegas
	Marynowski et al. (2021)
	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo fuera del aula (participación de los docentes en varios proyectos o comités que les dificulta participar en programas de DPD) • Falta de maestros suplentes. • Falta de tiempo para implementar nuevas estrategias de DPD.
	Zhang et al. (2019)
	<ul style="list-style-type: none"> • Las actividades adicionales de DPD fuera de su horario laboral
	Çelik et al. (2021)
	<ul style="list-style-type: none"> • Actitudes de los administradores • Oportunidades físicas limitadas (ej. falta de espacio para el desarrollo profesional y el trabajo colaborativo) (Kedzior, 2004) • Ubicación geográfica de la escuela
	Sims et al., (2021)
	<ul style="list-style-type: none"> • Rotación de docentes en las escuelas, no garantiza el impacto de los programas de DPD.
Personales	Eroglu & Kaya (2021)
	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas financieros • Familias y problemas de salud • Agotamiento físico, mental y emocional
	Zhang et al. (2019)
	<ul style="list-style-type: none"> • Compromisos familiares
	Çelik et al. (2021)
	<ul style="list-style-type: none"> • Edad • Responsabilidades familiares • Desgaste laboral (Burnout) • Falta de motivación • Exceso de satisfacción laboral (puede llevar a estancamiento)
	Enns et al 2021
	<ul style="list-style-type: none"> • Falta del valor intrínseco y de utilidad del DPD, percibido por el docente (la temática de DPD no es de interés para el docente y no la considera relevante en su práctica).
Barreras Causadas por la administración gubernamental y políticas Centrales:	Çelik et al. (2021)
	<ul style="list-style-type: none"> • Progreso limitado en la carrera docente • Barreras burocráticas • Escasez de profesores • Insuficiencia de actividades de formación efectivas (Eroglu & Kaya, 2021) • Falta de apoyo financiero (Fang et al., 2021; Zhang et al., 2019; Appova y Arbaugh, 2018; OCDE, 2009)
	Kedzior (2004)
	<ul style="list-style-type: none"> • El desarrollo profesional de alta calidad es costoso, quizás más del doble de lo que los distritos suelen gastar por maestro, por lo que se evita financiar programas de este tipo.

Otras barreras**Eroglu & Kaya (2021)**

- Actitudes de las Familias de los estudiantes (Indiferencia).
 - Falta de interés de los estudiantes por aprender.
-

Fuente: Elaboración propia a partir de la bibliografía consultada

Los tipos de facilitadores identificados muestran que el apoyo de la administración gubernamental y directiva es esencial para fomentar un ambiente propicio para el aprendizaje continuo de los docentes. Según Enns et al. (2021) y Sims et al. (2021), el apoyo de los directivos, que puede ser verbal, de tiempo o de ánimo, desempeña un papel fundamental en la motivación y participación de los docentes en actividades de DPD. Además, la OCDE (2009) destaca que el apoyo financiero, que incluye el pago directo de los costos de las actividades de desarrollo, junto con el tiempo programado durante el horario laboral para permitir estas actividades, es esencial para reducir las barreras económicas y logísticas. Sin embargo, un aspecto a destacar es que el apoyo financiero no solo incluye el costo del programa de DPD, sino que también puede incluir un salario complementario para el docente (Fang et al., 2021; Zhang et al., 2019; Appova y Arbaugh 2018).

Los recursos proporcionados, como documentos de orientación, recursos didácticos y tecnológicos, también son facilitadores importantes que pueden incrementar la efectividad y el impacto de los programas de DPD (Sims et al., 2021).

En cuanto a los facilitadores relacionados con los programas de DPD, la opcionalidad y flexibilidad en la participación son aspectos destacados. Marynowski et al. (2021) y la OCDE (2009) señalan que permitir que los docentes elijan voluntariamente participar en programas de DPD y ofrecer múltiples opciones de horario y modalidad (virtual, presencial, híbrido) puede aumentar significativamente la participación y compromiso. Además, una comunicación efectiva entre los formadores y los docentes, como mencionan Sims et al. (2021), es esencial para garantizar que las necesidades y expectativas de los docentes sean escuchadas y abordadas adecuadamente, creando así un entorno de aprendizaje más personalizado y efectivo.

En conclusión, los facilitadores del DPD son diversos y abarcan desde el apoyo gubernamental y directivo hasta las características intrínsecas de los programas de DPD y el entorno escolar. Un apoyo integral que incluya recursos financieros, tiempo dedicado dentro del horario laboral, recursos didácticos adecuados, espacios de trabajo colaborativo, flexibilidad de los

programas de DPD, puede eliminar muchas de las barreras que enfrentan los docentes, al momento de participar en procesos de este tipo.

Sin embargo, para que estos facilitadores se potencien y sean efectivamente tenidos en cuenta en los diferentes procesos de DPD, es imprescindible una coordinación estrecha entre la administración gubernamental y la gestión en las escuelas. Esta colaboración asegurará que las políticas y recursos se alineen con las necesidades reales de los docentes y se implementen de manera coherente y efectiva en el entorno escolar (Sims et al., 2021; Marynowski et al. 2021; OCDE, 2009)

Tabla 4.

Síntesis de los principales facilitadores del DPD

Tipo de facilitadores	Descripción
Facilitadores generados por la administración gubernamental y directiva	Enns et al. (2021)
	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo de los directivos: verbal, de tiempo o de ánimo. (Sims et al., 2021)
	OCDE (2009)
<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo financiero: pago directo de los costos de las actividades de desarrollo para realizar el desarrollo. • Apoyo en forma de tiempo programado para permitir actividades de desarrollo, dentro del horario laboral del docente (Fang et al., 2021; Sims et al., 2021; Zhang et al., 2019) • Estipendios y complementos salariales. (Fang et al., 2021; Zhang et al., 2019; Appova y Arbaugh 2018) 	
Sims et al. (2021)	
<ul style="list-style-type: none"> • Recursos: documentos de orientación, recursos didácticos y recursos tecnológicos. 	
Facilitadores relacionados con los programas de DPD	Marynowski et al. (2021)
	<ul style="list-style-type: none"> • Opcionalidad del programa de DPD: voluntariedad del docente para participar OCDE (2009)
	<ul style="list-style-type: none"> • Opciones de horario y modalidad del programa (virtual, presencial, híbrido) • Comunicación efectiva entre los formadores y los docentes (Sims et al., 2021)
Facilitadores relacionados con el	Marynowski et al. (2021)
	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo colaborativo entre docentes. • Zhang et al. (2019)

funcionamiento de la escuela	<ul style="list-style-type: none"> • Oportunidades de aprendizaje profesional integradas en el trabajo • Tiempo programado dentro del horario laboral del docente (OCDE, 2009; Fang et al., 2021; Zhang et al., 2019) <p>Sims et al. (2021)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Autorización para intervenciones de programas de DPD en la escuela. • Gestión de suplentes para que los docentes participen en programas de DPD
-------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Elaboración propia a partir de la bibliografía consultada

2.4. Relación entre el Conocimiento Didáctico del Contenido y el Desarrollo Profesional Docente

En el contexto de la relación entre el CDC y el DPD, diversos estudios han identificado características clave que ayudan a entender esta dinámica compleja. Estas características no solo evidencian la naturaleza multifacética del desarrollo del CDC, sino también la influencia significativa de los programas de desarrollo profesional bien diseñados en la mejora de la práctica docente y, en última instancia, en el aprendizaje de los estudiantes. A continuación, se exponen y explican estas características con base en la descripción proporcionada por diferentes estudios.

Relación compleja y no lineal. La relación entre el CDC y el DPD no es lineal ni simple; en lugar de seguir una secuencia predecible de adquisición de conocimiento seguida de cambios en la práctica, se trata de una interacción altamente específica y contextual. Driel & Berry (2012) plantean que el desarrollo del CDC depende de múltiples factores como el contexto, la situación y las características individuales del docente, lo que implica que los programas de DPD deben ser flexibles y adaptables a estas variables. De acuerdo con los autores no es predecible que la participación de los docentes en un programa de DPD, per se, mejore el CDC del docente en un contenido específico. Sin embargo, un DPD bien estructurado que tiene en cuenta el contexto de los docentes sí puede influir en un mejor CDC.

Para que un programa de desarrollo profesional sea efectivo, debe estar diseñado de manera que se adapte a las necesidades particulares de los docentes, reconociendo las diferencias en sus experiencias, habilidades y entornos de enseñanza. (Carreño, 2020; Kilag & Sasan, 2023). Esto implica la creación de oportunidades de aprendizaje personalizadas y contextuales que permitan a los docentes reflexionar sobre su práctica, experimentar con nuevas ideas y enfoques, y recibir

retroalimentación constructiva. Así, un DPD bien estructurado y contextualizado puede facilitar un desarrollo más significativo y sostenido del CDC, al alinear los objetivos de aprendizaje con las realidades y desafíos específicos de los docentes (Forsler et al., 2024).

Incorpora un enfoque constructivista. Los programas que apuntan al desarrollo del CDC deberían fundamentarse en teorías constructivistas y situacionales en lugar de enfoques conductistas (Driel y Berry 2012). Según los autores, el constructivismo y el enfoque situacional promueven un aprendizaje activo y contextual, en los cuales los docentes construyen su comprensión a través de la experiencia directa y la reflexión sobre la práctica.

Magnusson et al. (1999) enfatizan la importancia de utilizar el CDC de los docentes para examinar sus conocimientos y creencias preexistentes, destacando la necesidad de abordar tanto el conocimiento de la materia como las experiencias pedagógicas en contextos significativos. Esto sugiere que el desarrollo profesional debe ser personalizado y contextualizado, permitiendo a los docentes reconstruir aspectos de su práctica y desarrollar un nuevo sentido de identidad profesional. Mediante los programas de desarrollo profesional, los docentes no solo aprenden nuevas ideas y enfoques, sino que también se vuelven más conscientes de sus fortalezas y oportunidades de mejoramiento, lo que fomenta un crecimiento continuo y sostenido en su práctica docente.

El estudio de Rozenszajn (2014) evidencia que los programas de desarrollo profesional que involucran a los maestros en el diseño de nuevos materiales de enseñanza y aprendizaje son altamente efectivos para fomentar el desarrollo del CDC. Al diseñar estos materiales, los maestros no solo aplican su conocimiento práctico y profesional, sino que también integran nuevas ideas y enfoques pedagógicos. Esta combinación de práctica y teoría facilita una expansión significativa del CDC, permitiendo a los maestros mejorar su práctica pedagógica al tiempo que desarrollan habilidades más sofisticadas y específicas en su enseñanza.

Además, el estudio de Yang et al. (2018) resalta la relación significativa entre el CDC de los docentes y su participación en programas de desarrollo profesional enfocados en la investigación científica integrada (ISI). Los componentes del CDC, incluyendo el conocimiento del contenido específico, la comprensión de los estudiantes y las estrategias de instrucción se ven positivamente influenciados por la experiencia práctica que proporcionan las investigaciones ISI, demostrando la efectividad de enfoques contextualizados y activos en el DPD.

La relación se enmarca en el contexto de enseñanza del docente. El desarrollo del CDC y del DPD se basa en los contextos profesionales particulares y está influenciado por diversos factores, como las características de la cultura escolar y su población, el tiempo disponible y el apoyo local para el desarrollo profesional (Driel & Berry, 2012).

El desarrollo profesional orientado al fortalecimiento del CDC de los docentes debe organizarse de manera que se alinee estrechamente con su práctica profesional. Esto incluye ofrecer oportunidades para que los docentes implementen estrategias y materiales de instrucción específicos, así como espacios para reflexionar individual y colectivamente sobre sus experiencias (Driel & Berry, 2012). Este enfoque reflexivo y práctico permite que los docentes no solo adquieran nuevos conocimientos y habilidades, sino que también los apliquen directamente en su contexto de enseñanza.

Vélaz de Medrano & Vaillant (2011) destacan que la participación activa de los profesores en el diseño de su propio aprendizaje incrementa su compromiso y es más probable que apliquen lo aprendido cuando el DPD se enfoca en resolver problemas específicos de sus contextos. Esto representa un cambio significativo respecto a la formación docente tradicional, que ha dependido principalmente de la participación en cursos y conferencias. Si bien estos cursos y conferencias siguen siendo valiosos, deben considerarse como el inicio de un proceso de cambio más amplio y sostenido.

El estudio de Brand et al. (2022) refuerza esta perspectiva, al encontrar que los programas de DPD que proporcionan experiencias prácticas y permiten a los docentes aplicar sus conocimientos en contextos reales promueven un desarrollo más profundo del CDC. Estos programas no solo mejoran las competencias pedagógicas al ofrecer ejemplos prácticos y oportunidades de implementación en el aula, sino que también aumentan la motivación y las actitudes positivas de los docentes hacia la EDS.

Mentoría y comunidades de aprendizaje como modelos de DPD que contribuyen al desarrollo de CDC. La mentoría y las Comunidades Profesionales de Aprendizaje (CPA) representan modelos efectivos de DPD, que fomentan significativamente el desarrollo del CDC (Barnett & Friedrichsen, 2015; Dogan et al., 2015; Kadji-Beltran, 2013). Las CPA proporcionan un entorno colaborativo en el que los docentes pueden discutir y reflexionar sobre las nociones clave de enseñanza y aprendizaje de un tema específico, contribuyendo así a la creación de un CDC colectivo. Según Driel & Berry (2012), estas comunidades facilitan una forma compartida

del conocimiento práctico profesional, que enriquece las prácticas pedagógicas y fomenta la cohesión en la enseñanza de determinada materia. Este enfoque colaborativo no solo promueve el intercambio de experiencias y estrategias, sino que también fortalece el sentido de pertenencia y apoyo mutuo entre los docentes, elementos importantes para un desarrollo profesional efectivo.

En línea con lo anterior, Kadji-Beltran et al. (2013) destacaron el impacto positivo de la mentoría en el aumento del CDC de los docentes en el ámbito de la EDS. Los aspectos de la enseñanza que se vieron más beneficiados incluyeron la metodología, la organización de la clase, la planificación de lecciones, y la gestión del tiempo y recursos. Un elemento clave para el éxito de estos programas de mentoría fue la conexión directa con el contexto del aula en el que trabajan los docentes, permitiendo una aplicación práctica de las estrategias aprendidas. Este enfoque contextualizado es esencial para abordar las necesidades específicas de los docentes, especialmente aquellos recién nombrados, facilitando su adaptación y desarrollo profesional en un entorno real y dinámico.

El estudio de Yang et al. (2018) evidencia una relación significativa entre el CDC de los docentes y su participación en programas de DPD enfocados en la investigación científica integrada (ISI). Los docentes que participaron en estas investigaciones y en sesiones de CPA mostraron un desarrollo en sus conocimientos sobre la indagación científica y una actitud más positiva hacia la enseñanza basada en la indagación. Estos programas no solo enriquecen el contenido pedagógico, sino que también promueven una cultura de reflexión y de transformación de la práctica. La integración de prácticas investigativas en el desarrollo profesional permite a los docentes actualizar y mejorar su CDC e involucrar, al mismo tiempo, a los estudiantes en procesos de indagación.

Finalmente, See (2014) aporta evidencias sobre la importancia de la mentoría en la formación de futuros formadores de profesores. La guía de mentores facilita la identificación y el abordaje de brechas en el CDC, apoyando la transición de roles y la adopción de estrategias pedagógicas efectivas. Los mentores no solo proporcionan apoyo técnico, sino que también fomentan la reflexión crítica sobre las prácticas docentes, ayudando a los aprendices a desarrollar una comprensión de los contenidos y metodologías de enseñanza.

Perspectiva transformadora del DPD en el desarrollo de CDC. Evens et al. (2018a) plantean que hay mejores evidencias de un modelo transformador de CDC en los procesos de DPD, en los que el CDC es producto de la transformación del Conocimiento del Contenido (CD) y el

conocimiento pedagógico (PK) en una única amalgama. Para los autores el CDC emerge de la fusión del CD y el PK en una entidad coherente y funcional que va más allá de la simple suma de sus partes. En este contexto, el foco del DPD debe ser el CDC y no el CD ni el PK, por separado. Desde esta perspectiva se considera que, si la formación docente se centra en el CDC, simultáneamente se va a desarrollar el CD y el PK, debido a su interdependencia y su transformación mutua que ocurre cuando los docentes aplican sus conocimientos en contextos pedagógicos específicos.

Hwang et al. (2018) refuerzan esta visión al demostrar que los programas DPD que se centran en el CDC son valorados por los docentes por su utilidad percibida en la enseñanza. Los resultados de su estudio indican que los docentes valoran más el desarrollo del CDC que el del CD y el PK de manera independiente, sugiriendo que un enfoque en CDC promueve un desarrollo más integrado de las competencias docentes.

El DPD y el CDC deben enfocarse al aprendizaje de los estudiantes. Los contenidos del DPD deben diseñarse en torno a lo que los estudiantes necesitan aprender y cómo enfrentan diferentes problemas. Según Vélaz de Medrano y Vaillant (2011), el DPD que se basa en el análisis del aprendizaje estudiantil ayuda a los docentes a cerrar la brecha entre el aprendizaje actual y el deseado. Este enfoque permite a los docentes identificar las deficiencias en el conocimiento de sus estudiantes y aplicar estrategias pedagógicas que mejoren la comprensión y el rendimiento académico, haciendo que el proceso educativo sea más efectivo y alineado con las necesidades reales de los alumnos.

El desafío principal de un programa de desarrollo profesional, según Duque et al. (2014), es lograr que los docentes promuevan un cambio significativo en el comportamiento de los estudiantes en diversas áreas. Este cambio se refleja en la capacidad de los estudiantes para participar creativamente en la sociedad, alcanzando sus metas personales y profesionales. Un DPD eficaz debe equipar a los docentes con las herramientas necesarias para inspirar a sus estudiantes a pensar críticamente, resolver problemas de manera innovadora y aplicar su conocimiento en contextos reales. Esto no solo mejora el rendimiento académico, sino que también prepara a los estudiantes para ser ciudadanos competentes y adaptables en un mundo en constante cambio.

Investigaciones particulares de programas de DPD orientados al desarrollo del CDC en el contexto del aprendizaje de los estudiantes se encuentra en el estudio de Wilson et al. (2018), quienes incorporaron el programa STeLLA (Science Teachers Learning Through Lesson Analysis)

a la investigación. Este programa se fundamenta en la premisa de que los docentes pueden mejorar su CDC al comprender el pensamiento del estudiante y la línea argumental del contenido científico. Al enfocarse en estas áreas clave, los docentes pueden diseñar experiencias de aprendizaje que desafíen y apoyen el desarrollo de las ideas científicas de los estudiantes, así como crear una enseñanza coherente y significativa. Los resultados del estudio demostraron un crecimiento significativo en el CDC de los docentes participantes en STeLLA en comparación con sus pares en el grupo de control.

De manera similar, el estudio de Park & Chen (2012) plantea que el desarrollo de CDC debe centrarse en el aprendizaje de los estudiantes y su comprensión de conceptos científicos complejos. Los autores destacan que la calidad del CDC depende tanto de la coherencia entre sus componentes como de la efectividad de cada uno de ellos en promover el aprendizaje de los estudiantes. Un CDC bien desarrollado, que integra efectivamente el conocimiento del contenido y las estrategias pedagógicas, permite a los docentes identificar y abordar de manera más efectiva las dificultades de los estudiantes, mejorando así sus resultados de aprendizaje

El DPD que promueve el CDC debe centrarse en contenidos específicos. De acuerdo con Duque et al. (2014) el desarrollo del CDC enfocado en tópicos o contenidos específicos de las disciplinas, componen un pilar para el diseño de estrategias de un DPD situado, que promueve el mejoramiento de la calidad educativa desde el interior del aula de clases. Al concentrarse en los contenidos específicos, los docentes adquieren una comprensión de los conceptos y habilidades claves que deben transmitir a sus estudiantes, lo que les permite diseñar estrategias de enseñanza más pertinentes y adaptadas a las necesidades de aprendizaje de sus alumnos.

Darling-Hammond (2017) respaldan esta idea al indicar que el desarrollo profesional que ha demostrado tener un impacto en el rendimiento estudiantil se han enfocado en el contenido que los docentes enseñan. Este tipo de desarrollo profesional se ocupa, por lo general, de los planes de estudio específicos de cada disciplina, como matemáticas o ciencias. A menudo, está integrado en el trabajo diario, lo que significa que se lleva a cabo en las aulas con los propios estudiantes, a diferencia del desarrollo profesional genérico que se ofrece externamente o que no está relacionado con los contextos escolares o distritales de los maestros.

Adams et al. (2023), en un estudio sobre el impacto del DPD en el CDC de docentes de matemáticas, sostienen que el DPD enfocado en el contenido específico de matemáticas y en cómo los estudiantes aprenden dicho contenido, en lugar de centrarse en la pedagogía general o en las

estrategias de gestión del aula, es especialmente eficaz para mejorar la comprensión conceptual de los estudiantes.

Al enfocarse en contenidos específicos, el DPD situado que promueve el CDC permite a los docentes comprender en profundidad los conceptos y principios clave de cada materia, identificar las dificultades de aprendizaje más comunes que enfrentan los estudiantes en cada contenido, desarrollar estrategias de enseñanza pertinentes para abordar las dificultades de aprendizaje de los estudiante, seleccionar y utilizar recursos didácticos adecuados para cada contenido y evaluar el aprendizaje de los estudiantes de manera efectiva. (Adams et., 2023; Yang et al., 2018; Kadji-Beltran et al., 2013).

El DPD debe considerar las creencias de los docentes. El DPD debe tomar en cuenta las creencias de los docentes, ya que estas representan filtros a través de los cuales se procesa y aplica el CDC (Gess-Newsome, 2015). De acuerdo con Clausen (2018) las creencias son un factor importante en la determinación de su práctica docente a largo plazo; sin embargo, es común que los programas de DPD se centren en las competencias de los docentes sin considerar las creencias, las cuales según Gess-Newsome (2015) actúan como filtros entre sus conocimientos y la aplicación práctica en el aula, influyendo en cómo interpretan y aplican el CDC.

En este contexto, se plantea que el CDC promulgado por los docentes refleja sus creencias personales, lo que significa que sus orientaciones individuales impactan en su forma de enseñar. Por lo tanto, es importante que los programas de DPD aborden las creencias de los docentes para que desarrollen un CDC sostenido y un mayor compromiso en su profesionalización (Santos, 2019).

El estudio de Hwang et al. (2018) da pistas, aún más, de la relación del CDC con el DPD, resaltando la importancia de las creencias de los docentes en esta dinámica. A través de la teoría de la Expectativa-Valor, el estudio revela que los participantes valoraban los programas de DPD en términos de mejorar el CD, el conocimiento pedagógico (PK) y el CDC, reconociendo su importancia en la práctica docente. Sin embargo, aunque los participantes reconocieron el valor de estos programas, sus actitudes y la intención de participar estuvieron por debajo del promedio, lo que sugiere cierta desconexión entre la percepción de valor y la motivación para la participación.

Este hallazgo evidencia la influencia de las creencias de los docentes en la percepción de valor de CD, PK y CDC, actuando estas creencias como filtros que moldean la interpretación y aplicación del conocimiento en el aula. Así, se resalta la importancia de considerar las creencias

de los docentes en el diseño y la implementación de programas de DPD, ya que estas creencias pueden influir significativamente en la valoración y la intención de participación en dichos programas, y, en última instancia, en la efectividad del DPD.

En resumen, los hallazgos indican que el desarrollo del CDC y el DPD están intrínsecamente relacionados y se retroalimentan en un proceso dinámico y contextualizado. La incorporación de enfoques constructivistas, la adaptación a contextos específicos, la utilización de mentorías y comunidades de aprendizaje, y la consideración de las creencias de los docentes son elementos esenciales para un desarrollo profesional docente efectivo. Esta relación es bidireccional: los programas de DPD mejoran el CDC de los docentes, y un dominio del CDC en los contenidos que enseña el docente es fundamental para desarrollar estrategias efectivas de DPD, como lo pueden llegar a ser las comunidades de aprendizaje y la mentoría.

Este ciclo de retroalimentación garantiza que los docentes no solo adquieran nuevos conocimientos y habilidades, sino que también los apliquen de manera reflexiva y contextualizada en su práctica diaria. Al mejorar el CDC, los docentes están mejor equipados para participar en programas de DPD que promuevan una enseñanza de alta calidad y, a su vez, estos programas enriquecen continuamente su CDC, creando una espiral de mejora continua que beneficia tanto a los docentes como a sus estudiantes. En la tabla 5 se hace una síntesis de las principales categorías identificadas entre la relación de CDC y DPD, con su respectiva descripción.

Tabla 5.

Categorías que representan la relación entre CDC y DPD

Característica	Descripción
Relación compleja y no lineal	<p>Driel & Berry (2012):</p> <ul style="list-style-type: none"> • La relación entre CDC y DPD no es un proceso simple de causa y efecto, sino una interacción dinámica que involucra múltiples factores. • El desarrollo del CDC depende del contexto escolar, la situación y las características individuales del docente. • Los programas de DPD deben ser flexibles y adaptables a estas variables para ser efectivos.
Incorpora un enfoque constructivista	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizaje activo y contextual: importancia del enfoque constructivista y situacional en los programas de DPD orientados al desarrollo de CDC. (Driel & Berry, 2012).

-
- Es importante utilizar el CDC de los docentes para comprender sus conocimientos y creencias preexistentes. (Magnusson et al., 1999).
 - El aprendizaje activo y experiencial permite que los docentes sean más conscientes de sus fortalezas y oportunidades de mejoramiento. (Driel & Berry, 2012)
 - Los programas de desarrollo del CDC que involucran a los docentes en el diseño de nuevos materiales de enseñanza y aprendizaje son altamente efectivos (Rozenszajn, 2014)
 - Se evidencia relación entre los procesos de DPD que incorporan la investigación en el aula, con un mayor CDC en contenidos específicos. (Yang et al., 2018).

La relación se enmarca en el contexto de enseñanza del docente

- El DPD que promueve el CDC se basa en los contextos profesionales específicos de los docentes. (Driel & Berry, 2012)
- La participación de los docentes en el diseño de su propio aprendizaje aumenta su compromiso y hace que sea más probable que apliquen lo que han aprendido. (Vélaz de Medrano & Vaillant, 2011).
- Los programas de DPD que brindan experiencias prácticas y permiten a los docentes aplicar sus conocimientos en contextos reales promueven un desarrollo más profundo del CDC (Brand et al., 2022)
- Las oportunidades de reflexión individual y colectiva sobre las experiencias de enseñanza ayudan a los docentes a desarrollar su CDC. (Driel & Berry, 2012)
- Los cursos y conferencias no son innecesarios, pero deben verse como el comienzo de un proceso de cambio más amplio (Vélaz de Medrano & Vaillant, 2011).

Mentoría y comunidades de aprendizaje: modelos de DPD que contribuyen al desarrollo de CDC

- El apoyo y la orientación continuos de pares o mentores ayuda los docentes a implementar nuevas estrategias y desarrollar un CDC sostenido. (Brand et al., 2022).
 - Las comunidades de aprendizaje contribuyen al desarrollo de un CDC colectivo. (Driel & Berry, 2012).
 - La mentoría en el desarrollo de CDC crea una cultura de aprendizaje colectivo (Kadji-Beltrán, 2013)
 - Factores clave para una mentoría exitosa incluyen la conexión con el contexto de las aulas de los docentes (Kadji-Beltran et al., 2013).
 - El DPD enfocado en la investigación y en comunidades de aprendizaje puede mejorar el CDC y las actitudes de los docentes hacia la enseñanza basada en la indagación (Yang et al., 2018).
-

	<ul style="list-style-type: none"> • La colaboración en la construcción del CoRe y los Pa-PeRs demuestra cómo la mentoría puede transformar el conocimiento teórico en una práctica pedagógica reflexiva y situada.
Perspectiva transformadora del DPD en el desarrollo de CDC	<p>Evens et al (2018a):</p> <ul style="list-style-type: none"> • El CDC no es una simple suma de CD y PK, sino más bien una amalgama transformada de estos dos tipos de conocimiento. • El DPD debe enfocarse en desarrollar CDC en lugar de CD y PK por separado • Cuando los docentes desarrollan su CDC, también desarrollan su CD y PK.
EL DPD y el CDC deben enfocarse al aprendizaje de los estudiantes	<ul style="list-style-type: none"> • Los contenidos del DPD deben diseñarse en torno a lo que los estudiantes necesitan aprender y cómo enfrentan diferentes problemas (Vélaz de Medrano & Vaillant, 2011). • El DPD debe equipar a los docentes con las herramientas necesarias para inspirar a sus estudiantes a pensar críticamente, resolver problemas de manera innovadora y aplicar su conocimiento en contextos reales (Duque et al., 2014) • Los docentes pueden mejorar su CDC al comprender el pensamiento del estudiante y la línea argumental del contenido científico (Wilson et al., 2018). • Los programas de DPD enfocados en el aprendizaje de los estudiantes pueden conducir a un crecimiento significativo en el CDC de los docentes (Wilson et al., 2018).
EL DPD que promueve el CDC debe centrarse en contenidos específicos	<ul style="list-style-type: none"> • Al enfocarse en contenidos específicos, los docentes pueden desarrollar una comprensión de los conceptos y principios clave de cada materia (Adams et al., 2023). • El DPD que se enfoca en contenidos específicos puede ayudar a los docentes a identificar las dificultades de aprendizaje comunes que enfrentan los estudiantes en cada materia (Adams et al., 2023). • El DPD que se enfoca en contenidos específicos debe integrarse con los estándares curriculares (Darling-Hammond, 2017). • Los docentes pueden colaborar con colegas para compartir ideas y estrategias para enseñar contenidos específicos (Duque et al., 2014).
El DPD debe considerar las creencias de los	<ul style="list-style-type: none"> • Las creencias de los docentes actúan como filtros a través de los cuales procesan y aplican el CDC (Gess-Newsome, 2015).

docentes, ya que son filtros de su CDC

- Las creencias son un factor importante que determina la práctica docente a largo plazo (Clausen, 2018)
- El CDC que promulgan los docentes refleja sus creencias personales (Santos, 2019).
- Los programas de DPD deben abordar las creencias de los docentes para promover el desarrollo sostenido del CDC (Santos, 2019).
- Las creencias de los docentes pueden influir en su percepción del valor del CD, PK y CDC (Hwang et al., 2018).

Fuente: Elaboración propia a partir de la bibliografía consultada



Capítulo III: Marco Metodológico

3.1. Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación fue mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos. Este enfoque metodológico permite una comprensión más holística de los fenómenos educativos, al integrar datos cuantitativos con información cualitativa que proporciona contexto y profundidad a los resultados numéricos (McCrudden et al., 2019; Chesnut et al., 2018). La combinación de estos métodos no solo enriquece la investigación, sino que también mejora la validez y fiabilidad de los hallazgos al triangular diferentes tipos de datos (Piccioli, 2019).

En la primera fase de la investigación, se empleó un enfoque cuantitativo para explorar el nivel de CDC de los docentes sobre el CC, utilizando el método correlacional. Esta fase permitió no solo identificar la influencia del CD en el CDAE sobre CC, sino que también permito establecer relaciones entre el CDC de los docentes y diversas características sociodemográficas asociadas a su desarrollo profesional. La fase cuantitativa es relevante para identificar patrones y tendencias generales dentro de una población más amplia, ofreciendo una base fundamentada para la posterior investigación cualitativa (Aşkun & Çizel, 2020).

Esta investigación adoptó una perspectiva cognitiva del CDC, lo que implica que el conocimiento de los docentes sobre un tópico específico se estudia desde un punto de vista más estático, a diferencia de un estudio situado que analiza este tipo de conocimiento de manera dinámica (Depaepe et al., 2013). La perspectiva cognitiva resulta principalmente en estudios de gran escala generalizables, midiendo el conocimiento de los docentes mediante instrumentos cuantitativos (Evens et al. 2018a). En este contexto, los resultados de esta primera fase de la investigación, de tipo cuantitativo y con una muestra representativa de docentes, ofrecen una perspectiva generalizable del nivel de CDC sobre CC de los docentes de EA en los colegios públicos de Bogotá.

En la segunda fase, de carácter cualitativa, se profundizó en la relación entre el CDC en CC y el DPD mediante entrevistas y grupos focales. Esta fase fue esencial para revelar información que los datos cuantitativos por sí solos no podían proporcionar, ofreciendo una comprensión más matizada y detallada de las experiencias y concepciones de los docentes. La utilización de técnicas cualitativas permite explorar las narrativas individuales y los contextos específicos, enriqueciendo la interpretación de los datos cuantitativos (Chesnut et al., 2018).

Finalmente, las diferentes fases, técnicas e instrumentos de la investigación permitieron comprender la relación compleja entre el CDC en CC y el DPD. Esta relación no solo aporta elementos valiosos para la teoría educativa, al proporcionar evidencia empírica sobre la eficacia del CDC en la enseñanza del CC, sino que también tiene implicaciones prácticas directas al brindar fundamentos para la construcción de propuestas de DPD en EA, específicamente en el contexto de los colegios públicos de Bogotá.

3.2. Metodología y Métodos

3.2.1. Fase cuantitativa

Esta fase se desarrolló en los dos primeros objetivos específicos de la investigación. El primer objetivo consistió en caracterizar los niveles de desempeño de los docentes en dos componentes del CDC: el CD y el CDAE. El segundo objetivo buscó identificar diferencias significativas entre los niveles de desempeño en CDC según algunas características sociodemográficas relacionadas con su DPD.

Para responder al primer objetivo de la investigación, se empleó un método cuantitativo de tipo correlacional, con el fin de establecer relaciones entre el CD y el CDAE de los docentes participantes. Según Monje (2011), "este tipo de investigación busca fundamentalmente determinar el grado en que las variaciones en uno o varios factores son concomitantes con las variaciones en otro u otros factores" (p.101). Sin embargo, este método no implica relaciones causales. De acuerdo con Fraenkel et al. (2009), este tipo de diseño no es experimental, ya que no se manipulan variables ni se dispone de un grupo control. Por tanto, no es posible establecer relaciones de causa y efecto entre las variables, aunque sí se obtiene información relevante sobre la relación entre ellas.

El diseño metodológico de este primer objetivo se basó en el estudio de Kaya et al. (2021), debido a que incorpora avances conceptuales y metodológicos en el campo investigativo del CDC y se alinea con los intereses de esta investigación. En el capítulo del marco teórico, particularmente en el apartado 2.2.1, se explicó en detalle el modelo de CDC propuesto por dichos autores.

Las principales actividades desarrolladas para este objetivo fueron: la elaboración de un cuestionario para evaluar el CD y el CDAE, la aplicación de dichos cuestionarios a una muestra

de 223 docentes, la identificación de los niveles de desempeño de los docentes a partir de los resultados obtenidos, y el análisis de la correlación entre los resultados de CD y CDAE.

Para el segundo objetivo de la investigación, se elaboró un cuestionario de preguntas sociodemográficas, que se incluyó en el cuestionario de CD, y se aplicó a la misma muestra de docentes. Posteriormente, se utilizó la prueba estadística de chi cuadrado para identificar diferencias significativas entre características sociodemográficas como la edad, los años de experiencia docente, el nivel de formación académica, entre otros, y el desempeño en ambos cuestionarios.

Finalmente, se realizó una caracterización de los niveles de complejidad en el CD y en el CDAE de los docentes mediante un ejercicio de categorización primaria y secundaria de las respuestas en estos cuestionarios. Aunque este último procedimiento no corresponde estrictamente a un enfoque cuantitativo, se incluyó en esta fase de la investigación para analizar en mayor profundidad las características del conocimiento de los docentes sobre el CDC, lo que amplía los datos obtenidos en los niveles de desempeño.

3.2.2 Fase cualitativa

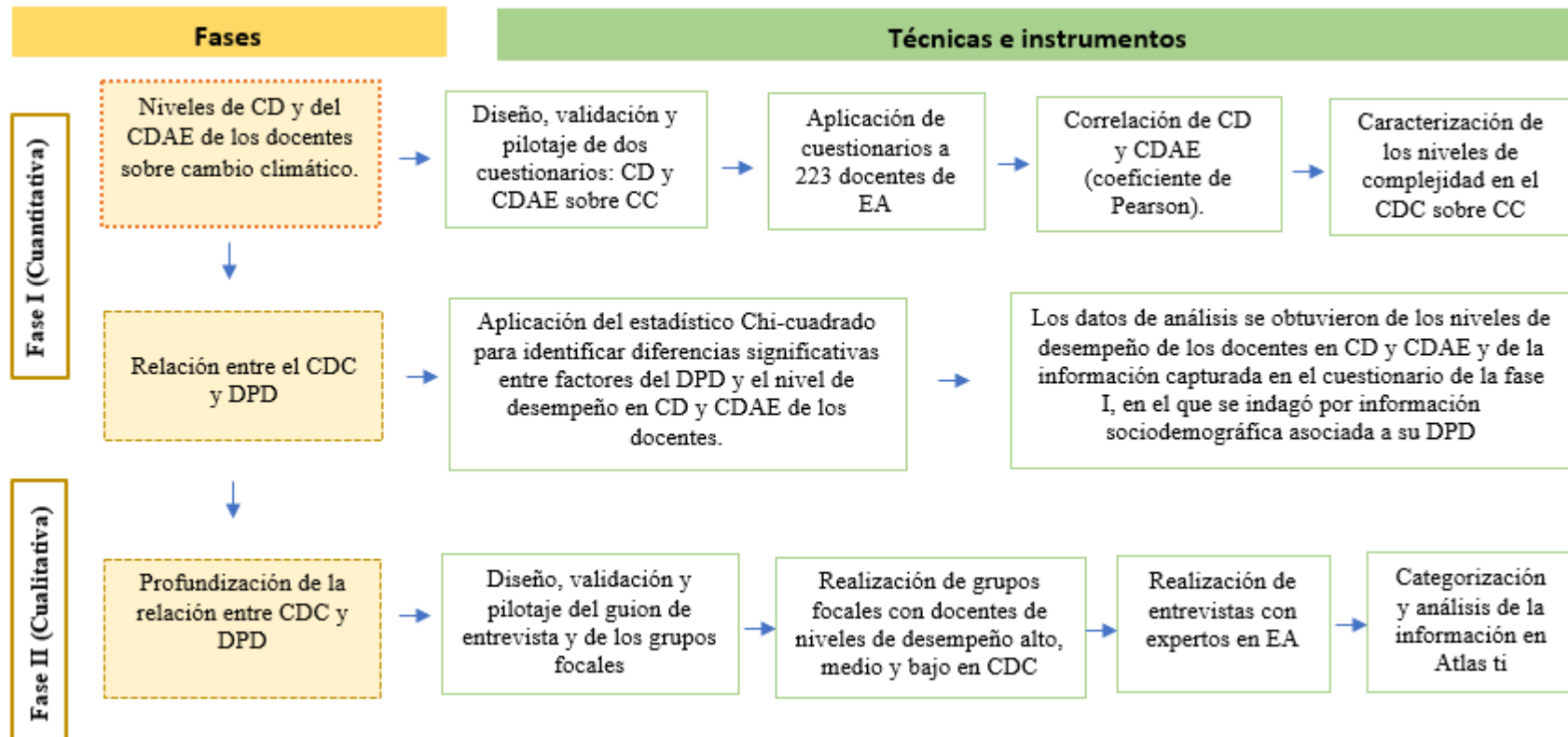
Esta fase se centró en el tercer objetivo específico de la investigación, que buscó analizar la relación entre los niveles de desempeño de los docentes en el CDC sobre CC y sus concepciones sobre el DPD. El objetivo también incluyó la identificación de elementos clave para una propuesta de DPD en educación ambiental, dirigida a la Secretaría de Educación de Bogotá.

Para el desarrollo de este objetivo, se empleó un enfoque cualitativo, utilizando grupos focales y entrevistas semiestructuradas como técnicas principales. De acuerdo con Hernández-Sampieri et al. (2014), este enfoque permite una exploración profunda de las percepciones y significados atribuidos por los participantes a los fenómenos estudiados, lo que es esencial para entender las concepciones y experiencias en el DPD dentro del contexto del CDC.

Se realizaron tres grupos focales con docentes que participaron en la primera fase de la investigación, clasificados según su desempeño en CDC (bajo, medio y alto). Además, se llevaron a cabo ocho entrevistas semiestructuradas con expertos en educación ambiental. Estos expertos fueron seleccionados por su trayectoria académica y experiencia en la formación docente en este ámbito.

Las principales actividades desarrolladas incluyeron la elaboración y validación de guiones de preguntas para los grupos focales y entrevistas, la transcripción de las sesiones grabadas y la categorización de la información obtenida utilizando la herramienta Atlas.ti. Este proceso de categorización siguió una secuencia metodológica detallada que incluyó la destilación, nominación, vinculación y representación de las categorías y subcategorías emergentes. Finalmente, se construyeron redes semánticas que permitieron analizar la relación entre el CDC de los docentes y sus concepciones sobre el DPD. En la figura 13 se presenta el diseño metodológico de la investigación.

Figura 13.
Esquema del diseño metodológico de la investigación



Fuente: Elaboración propia

3.3. Participantes y muestra

3.3.1. Participantes en la fase cuantitativa

En la fase cuantitativa de la investigación participaron 223 docentes de Educación Ambiental de colegios públicos de Bogotá, pertenecientes al Proyecto Ambiental Escolar (PRAE). La muestra fue probabilística, con un nivel de confianza del 95%. En la tabla 6 se presenta la información socio demográfica de los participantes. Es importante aclarar que el objetivo de esta fase de la investigación fue evaluar los niveles de desempeño del CDC de los docentes en CC, sin considerar la información socio demográfica. Posteriormente, en los resultados del objetivo 2, se presentará la relación de este tipo de información con el desempeño de los docentes en CDC.

Tabla 6.

Información socio demográfica de la población participante en la investigación

Características de los docentes	Categoría	Número de participantes
Género	Masculino	69
	Femenino	154
Edad (años)	20-25	2
	26-30	6
	31-35	26
	36-40	34
	41-50	79
	> 51	76
	Años de experiencia en la docencia	< 1
1-3		2
3-5		6
5-7		12
7-10		20
10-20		90
>20		91
Nivel de estudios	Pregrado	34
	Posgrado	189
Tipo de colegio en el que labora	Rural	210
	Urbano	10
	Expansión/urbano	3

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Participantes en la fase cualitativa

Esta fase de la investigación incluyó dos tipos de participantes: docentes quienes participaron en la primera fase de la investigación y que fueron invitados a participar en grupos focales de acuerdo con su nivel de desempeño en CDC. En la tabla 7 se muestra el número de docentes que participaron en cada grupo. La codificación de los docentes se realizó, como se muestra en el siguiente ejemplo: D1GFA (Docente 1, Grupo Focal con desempeño Alto en CDC)

Tabla 7.

Número de docentes que participaron en los grupos focales

Grupo Focal	Número de participantes
Docentes con desempeño bajo en CDC	10
Docentes con desempeño medio en CDC	8
Docentes con desempeño alto en CDC	7

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se invitó a ocho expertos en el ámbito de la educación ambiental a participar en entrevistas individuales. Estos expertos fueron seleccionados por su trayectoria académica e investigativa, así como por su experiencia en la formación de docentes en este ámbito. En la tabla 8 se presenta el perfil de los participantes y el código asignado dentro de la categorización de la información.

Tabla 8.

Perfil de los entrevistados

Participante	Código	Perfil
Maritza Torres Carrasco	E1	Docente de Educación Ambiental en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y líder en la formulación de la Política Nacional de Educación Ambiental.
María Mercedes Callejas Restrepo	E2	Directora de la maestría en Educación Ambiental de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales.
Jairo Robles Piñeros	E3	Docente en la enseñanza de las Ciencias Naturales y la Educación Ambiental de la Universidad Pedagógica Nacional, a nivel de pregrado y maestría.

Alba Nubia Muñoz Mantilla	E4	Docente de Educación Ambiental en la Pontificia Universidad Javeriana. Docente de Ciencias Naturales de un colegio Público en Bogotá.
Rafael Amador Rodríguez	E5	Docente de didáctica de las Ciencias Naturales de la Universidad del Norte.
Margarita Gómez	E6	Coordinadora del programa STEM-Academia de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
William Mora Penagos	E7	Docente de didáctica de las Ciencias en el doctorado de Educación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
Marcela Flórez Espinosa	E8	Docente de Educación Ambiental, a nivel de pregrado y posgrado, de la Universidad del Tolima.

Fuente: Elaboración propia

3.4. Técnicas e instrumentos

En el presente apartado se describen las técnicas e instrumentos utilizados en las fases cuantitativa y cualitativa de la investigación. En la fase cuantitativa, se diseñaron y aplicaron cuestionarios específicos para evaluar el CD y el CDAE de los docentes sobre el CC, los cuales fueron validados por expertos y piloteados antes de su implementación. Por su parte, en la fase cualitativa se emplearon grupos focales y entrevistas semiestructuradas para profundizar en las concepciones de los docentes sobre el DPD, así como para identificar aportes de algunos expertos en educación ambiental sobre el tema.

3.4.1. Instrumentos de la fase cuantitativa

3.4.1.1. Cuestionario de Conocimiento Disciplinar. En el primer objetivo de la investigación, para identificar el CD de los docentes, se elaboró un cuestionario de 14 preguntas (10 cerradas y 4 abiertas, ver en el capítulo de anexos) con preguntas de manejo disciplinar del contenido, por ejemplo: “mencione y explique 3 medidas de adaptación al cambio climático en el contexto colombiano”. El cuestionario fue validado por seis expertos en CC, en su mayoría, docentes de universidades. Para lo cual se diseñó un formato de validación (capítulo de anexos), en el que los expertos debían evaluar el instrumento de acuerdo con criterios de pertinencia, cohesión, complejidad, redacción y fundamentación de las preguntas.

3.4.1.2. Cuestionario de Conocimiento de Dificultades de Aprendizaje de los Estudiantes. Para identificar el CDAE se elaboró un cuestionario de 4 viñetas (capítulo de anexos), cada viñeta con dos preguntas. Por ejemplo, en una de las viñetas se mostraron 4 dibujos, realizados por estudiantes, en los que se representó su comprensión sobre el CC, y se les preguntó a los docentes “¿qué piensa sobre las ideas de los estudiantes sobre el CC de acuerdo con lo observado en los dibujos?” “¿cuáles considera son las fuentes de las concepciones previas de los estudiantes sobre el tema?”. El cuestionario fue validado por ocho expertos en educación, en su mayoría docentes universitarios. Se empleó el mismo formato de validación del cuestionario CD.

Ambos cuestionarios fueron piloteados con una muestra de 12 profesionales de EA de la Secretaría de Educación de Bogotá, quienes realizan acompañamiento pedagógico a los colegios para la implementación de los PRAE. En la tabla 9 se presentan las categorías generales que se abordaron en el cuestionario de CD y en la tabla 10, los correspondientes al cuestionario CDAE.

Tabla 9.

Categorías de las preguntas del cuestionario CD

Pregunta	Tópico
1	Concepto de clima.
2	Concepto de efecto invernadero.
3	Concepto de CC.
4	Efectos del CC en los océanos.
5	Identificación de los gases efecto invernadero.
6	Identificación del acuerdo de Paris sobre el nivel de temperatura global.
7	Identificación de las consecuencias del aumento de concentración CO ₂ en el planeta.
8	Identificación de los sumideros de CO ₂
9	Identificación de la principal fuente en Colombia relacionada con el aumento de los GEI.
10	Identificación de medidas de adaptación al CC.
11	Comprensión de la relación de la ganadería con la crisis climática.
12	Comprensión de medidas de mitigación individuales frente al CC.
13	Relación del CC con la salud de las personas.
14	Comprensión de medidas de adaptación al CC en el contexto colombiano.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10.*Categorías de las preguntas del cuestionario CDAE*

Viñeta	Pregunta	Tópico
I	1	Comprensión de las concepciones alternativas de los estudiantes sobre la relación del CC y cambios en el uso del suelo.
	2	Estrategias pedagógicas que emplea el docente para enseñar CC.
II	1	Interpretación de las argumentaciones de los estudiantes sobre un experimento en efecto invernadero.
	2	Comprensión de la utilidad del experimento para explicar el efecto invernadero.
III	1	Análisis de los resultados obtenidos en un diagnóstico sobre las percepciones de los estudiantes sobre CC.
	2	Identificación de estrategias pedagógicas para generar un cambio conceptual en los estudiantes sobre el CC.
IV	1	Comprensión de las concepciones alternativas de los estudiantes sobre CC a partir de información gráfica (dibujos realizados por estudiantes).
	2	Identificación de las fuentes de donde provienen las concepciones alternativas de los estudiantes sobre CC.

Fuente: Elaboración propia

3.4.1.3. Cuestionario de información sociodemográfica. Para el desarrollo del segundo objetivo de la investigación se tomó como insumo la información socio demográfica de los docentes que participaron en la primera fase de la investigación y que fue recolectada con el cuestionario de CD, realizado en Google Forms. Los tópicos de las preguntas realizadas en este cuestionario fueron:

- Edad.
- Género
- Decreto de nombramiento al que pertenece: Decreto 2277 (para docentes nombrados en propiedad desde 1979 hasta 2002) y Decreto 1278 de 2002 (para docentes nombrados en propiedad después del 2002)
- Tipo de colegio al que pertenece: rural, urbano o expansión urbana
- Nivel de formación académica
- Años de experiencia en la docencia
- Participación previa en cursos de CC
- Participación en comunidades de aprendizaje
- Realización de investigaciones en EA

3.4.2. Técnicas e instrumentos de la fase cualitativa

3.4.2.1. Grupos focales. Se diseñó un guion de preguntas abiertas (figura 14), el cual fue sometido a revisión, retroalimentación y validación por parte de seis investigadores en temas educativos. Se realizó el pilotaje del guion con 10 profesionales de la secretaría de educación de Bogotá, quienes realizan acompañamiento pedagógico a los procesos de EA en los colegios públicos de la ciudad.

Figura 14.

Guion de preguntas del grupo focal

1. ¿Cómo conciben el desarrollo profesional docente?
2. ¿Cuáles consideran son los factores facilitadores que contribuyen al desarrollo profesional docente?
3. ¿Cuáles consideran son los factores obstaculizadores que inciden en el desarrollo profesional docente?
4. ¿Qué tipo de acciones realizan para desarrollarse profesionalmente?
5. ¿Qué se debería tener en cuenta en la construcción de una propuesta de desarrollo profesional para los docentes de educación ambiental, generada desde la Secretaría de Educación del Distrito?

Fuente: Elaboración propia

3.4.2.2. Entrevistas semiestructuradas. Se elaboró un guion de 5 preguntas (figura 15), el cual fue revisado, retroalimentado y validado por 6 investigadores en temas educativos. Posteriormente, se piloteó con 4 educadores ambientales de la Secretaría de Educación de Bogotá.

Figura 15.

Guion de las entrevistas

1. ¿Cómo concibe el desarrollo profesional docente?
2. ¿Cuáles son las claves para que el desarrollo profesional docente genere transformaciones en los procesos de educación ambiental en la escuela?
3. ¿Cuáles consideran son los factores facilitadores que contribuyen al desarrollo profesional de los docentes de educación ambiental de los colegios públicos de Bogotá?
4. ¿Cuáles consideran son los factores obstaculizadores que inciden en el desarrollo profesional de los docentes de educación ambiental de los colegios públicos de Bogotá?
5. ¿Qué se debería tener en cuenta en el diseño de un programa de desarrollo profesional para los docentes de educación ambiental de los colegios públicos de Bogotá, orientado desde la Secretaría de Educación del Distrito?

Fuente: Elaboración propia

3.5. Recolección de información

3.5.1. Aplicación de instrumentos de la fase cuantitativa

La aplicación de los cuestionarios fue posible gracias al apoyo de la Universidad del Rosario en Bogotá, que proporcionó el espacio en la sala de informática, y de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, que respaldó económicamente la actividad. Se programaron dos fechas y horarios diferentes en octubre de 2022, para que los docentes asistieran según su disponibilidad. A cada docente se le asignó un computador y se les compartió el enlace de los cuestionarios, los cuales se habían diseñado previamente en la herramienta de Google Forms. Este enlace también contenía un consentimiento informado con detalles de los fines de la investigación. Los docentes respondieron en promedio el cuestionario de CD en 20 min, y el de CDAE en 40 min.

3.5.2. Aplicación de instrumentos de la fase cualitativa

Se realizaron 3 grupos focales, cada uno de ellos con una muestra de docentes participantes en la primera fase de la investigación, clasificados según su desempeño en CDC sobre CC. La estructura de los grupos focales se muestra en la tabla 11. La información fue grabada en la plataforma Teams de Office 365 y transcrita textualmente.

Tabla 11.

Estructura de los grupos focales

Grupo Focal	Tipo de participantes	Cantidad	Tiempo de duración	Modalidad	Propósito
Grupo 1	Docentes que fueron clasificados con desempeño bajo en la aplicación de los cuestionarios de CD y CDAE en la fase I de la investigación.	10	80 min.	Virtual Plataforma Teams	Identificar de qué manera perciben el DPD los docentes que están ubicados en cada uno de los niveles de complejidad del CDC en CC.
Grupo 2	Docentes que fueron clasificados con desempeño medio en la aplicación de los cuestionarios de CD y CDAE en la fase I de la investigación.	8	70 min.	Virtual Plataforma Teams	

Grupo 3	Docentes que fueron clasificados con desempeño alto en la aplicación de los cuestionarios de CD y CDAE en la fase I de la investigación.	7	80 min.	Virtual Plataforma Teams
----------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	---------	--------------------------------

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, se realizaron 8 entrevistas semiestructuradas a expertos en el ámbito de la EA y la formación docente, con el propósito de identificar sus concepciones sobre el DPD e identificar aportes para la construcción de una propuesta de DPD en EA, desde la Secretaría de Educación de Bogotá. Las entrevistas fueron realizadas en modalidad virtual, utilizando la plataforma Teams de Office 365. La duración de las entrevistas osciló entre 40 y 70 minutos. La información fue grabada en la plataforma y transcrita textualmente.

3.6. Análisis de información

A continuación, se describen los procedimientos empleados para el análisis de la información obtenida en la fase cuantitativa y cualitativa de la investigación. En la fase cuantitativa, se evaluó la confiabilidad de los cuestionarios mediante el coeficiente Alpha de Cronbach, se parametrizaron y agruparon los datos para clasificar el desempeño docente, y se aplicaron pruebas estadísticas, como el chi cuadrado, para identificar diferencias significativas. En la fase cualitativa, se utilizó Atlas.ti para categorizar y vincular la información de entrevistas y grupos focales con los hallazgos del marco teórico.

3.6.1. Análisis de datos de la fase cuantitativa

3.6.1.1. Prueba de confiabilidad de los instrumentos. Se calculó el coeficiente Alpha de Cronbach para determinar la confiabilidad de cada uno de cuestionario aplicados en la fase cuantitativa de la investigación.

3.6.1.2. Parametrización de los datos. Los datos se parametrizaron de acuerdo con el diseño metodológico propuesto por Kaya et al (2021). Las respuestas a las preguntas cerradas del cuestionario CD, se calificaron así: 0 para las incorrectas y 3.5 para las correctas. En cuanto a las

preguntas abiertas de este mismo formulario se calificaron de la siguiente manera: 0 para respuestas ingenuas (poco informadas), 1 para respuestas con conocimiento mixto (en parte creíbles, no del todo informadas) y 3.5 para respuestas que demostraron conocimiento informado sobre el tema. Las preguntas del cuestionario CDAE, de tipo abiertas, se calificaron de la misma manera que las preguntas abiertas del CD (0/1/3.5).

3.6.1.3. Agrupación en niveles de desempeño. Se sumaron las puntuaciones obtenidas en las respuestas de cada uno de los participantes y se agruparon a los docentes en desempeño bajo, medio y alto, de acuerdo con el siguiente rango de clasificación: cuestionario CD (bajo= 0-17.5, medio= 18-33.5 y alto= 34-49) y cuestionario CDAE (bajo= 0-9, medio= 9.5-19.5 y alto= 20-28).

3.6.1.4. Correlación de los datos. Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson entre los grupos de desempeño en CD y CDAE.

3.6.1.5. Identificación de niveles de complejidad sobre el conocimiento en cambio climático. Paralelamente, al ejercicio de revisión y puntuación de las respuestas dadas por los docentes a los cuestionarios CD y CDAE, se agruparon las respuestas en niveles de complejidad, de acuerdo con la propuesta planteada por Fernández Arroyo y Rodríguez Marín (2017), relacionada con procesos de enseñanza-aprendizaje sobre el sistema hídrico, la cual se presenta en la tabla 12.

Tabla 12.

Matriz de referencia para identificar los niveles de complejidad en las respuestas de los docentes

Niveles de complejidad	Características
I	<ul style="list-style-type: none"> • Solo se reconocen los elementos evidentes y de percepción directa (mesocosmos), apoyados en percepciones. • El número de elementos considerados es pobre. • Las relaciones que se consideran son de tipo binario: causa-efecto
II	<ul style="list-style-type: none"> • Se reconocen elementos del microcosmos o del macrocosmos, • El número de elementos considerados es intermedio. • Las relaciones que se consideran son de tipo cadenas causales.

III

- Se reconocen que están presentes, simultáneamente, los tres niveles: macro, meso y micro.
 - El número de elementos considerados es rico.
 - Las relaciones que se consideran son de tipo ternario y de redes simples, o interacciones (redes complejas)
-

Fuente: Fernández-Arroyo y Rodríguez-Marín (2017)

Para identificar los niveles de complejidad en las respuestas de cada uno de los cuestionarios, se realizó un primer ejercicio de categorización (categorización primaria), en el cual, para cada una de las respuestas de las preguntas de los cuestionarios y de acuerdo con las puntuaciones obtenidas por los docentes, se agruparon en tres niveles de complejidad: bajo, medio y alto. Teniendo en cuenta que el cuestionario CD, contenía 14 preguntas, se plantearon 14 categorías, las cuales se presentaron en la tabla 9. En el caso del cuestionario KSDL se plantearon 8 categorías para analizar los niveles de complejidad en las respuestas, las cuales se corresponden con el número de preguntas en las viñetas del cuestionario (tabla 10)

Una vez se obtuvieron los resultados de la categorización primaria, se procedió a realizar una categorización secundaria, en la cual se establecieron características generales para cada uno de los niveles de complejidad en el cuestionario CD y CDAE. En el caso del cuestionario CD se pasó de 14 categorías (categorización primaria) a 5 categorías (categorización secundaria): concepciones, causas, impacto, soluciones y tipo de conocimiento, sobre el CC. Las categorías emergieron de los bloques de preguntas que se plantearon en el cuestionario; así, por ejemplo, la categoría de concepciones se basó en las preguntas 1, 2 y 3 del cuestionario CD, en las cuales se indagó por las concepciones de los maestros sobre clima, efecto invernadero y CC. A continuación, se presentan las preguntas asociadas a cada una de las categorías:

- Concepciones: 1, 2, 3
- Causas: 5, 8, 9, 11
- Impacto: 4, 7, 13
- Soluciones: 6, 10, 12, 14
- Tipo de conocimiento: todas las preguntas

En cuanto a las categorías del cuestionario CDAE, se pasó de 8 categorías (categorización primaria) a 2 categorías (categorización secundaria): identificación de las dificultades de aprendizaje de los estudiantes y estrategias pedagógicas para generar cambio conceptual. A manera

de ejemplo, la viñeta I, en la pregunta 1 del cuestionario CDAE, en la cual se presentó un caso ficticio sobre las argumentaciones de los estudiantes respecto a una noticia sobre la deforestación de la selva colombiana para sembrar Palma Africana, se les solicitó a los docentes identificar las dificultades en las concepciones previas de los estudiantes. De esta manera, la pregunta se relaciona con la categoría: identificación de las dificultades de aprendizaje de los estudiantes. A continuación, se presentan las preguntas asociadas a cada una de las categorías:

- Identificación de dificultades de aprendizaje de los estudiantes: viñeta 1 (pregunta 1), viñeta 2 (pregunta 1), viñeta 3 (pregunta 1) y viñeta 4 (pregunta 1 y 2).
- Estrategias pedagógicas para generar cambio conceptual: viñeta 1 (pregunta 2), viñeta 2 (pregunta 2) y viñeta 3 (pregunta 2).

3.6.1.6. Identificación de diferencias significativas. Para el desarrollo del segundo objetivo de la investigación se empleó la prueba estadística de chi cuadrado, la cual permitió establecer diferencias significativas entre la información sociodemográfica, relacionada con el DPD, y el desempeño de los docentes en el cuestionario de CD y CDAE. Después de aplicar el estadístico, se identificaron las categorías que presentaban diferencias significativas con el nivel de CD y CDAE. La prueba de chi cuadrado es adecuada para este análisis ya que permite determinar si existen diferencias significativas entre grupos en variables categóricas y es ampliamente utilizada en investigaciones educativas y de ciencias sociales para analizar asociaciones entre características demográficas y resultados educativos (Powell & Schafer, 2001; In'nami, & Koizumi, 2011).

3.6.2. Análisis de información cualitativa

La información recolectada y transcrita de los grupos focales y de las entrevistas fue categorizada en la herramienta Atlas.ti, siguiendo la siguiente secuencia:

Destilación: Se señalaron las citas relevantes en las voces (transcripciones) para cada pregunta de las entrevistas o grupos focales.

Nominación: Se asignaron códigos a las citas seleccionadas, basándose en el marco teórico. Las voces fueron clasificadas con categorías y subcategorías, por ejemplo: categoría (Factores obstaculizadores del DPD) subcategoría de primer nivel (factores individuales) subcategoría de segundo nivel (falta de motivación y compromiso). Este proceso incluyó una

revisión del marco teórico para asegurar la adecuada representación de los conceptos teóricos y empíricos.

Vinculación: Se calcularon los índices de enraizamiento y densidad de cada una de las categorías. El enraizamiento se refiere a la frecuencia con la que un código o categoría aparece en el conjunto de datos, indicando su relevancia o importancia en la muestra analizada. La densidad mide la cantidad de conexiones que un código o categoría tiene con otros códigos dentro del análisis, reflejando la complejidad y centralidad de los conceptos en la red de análisis.

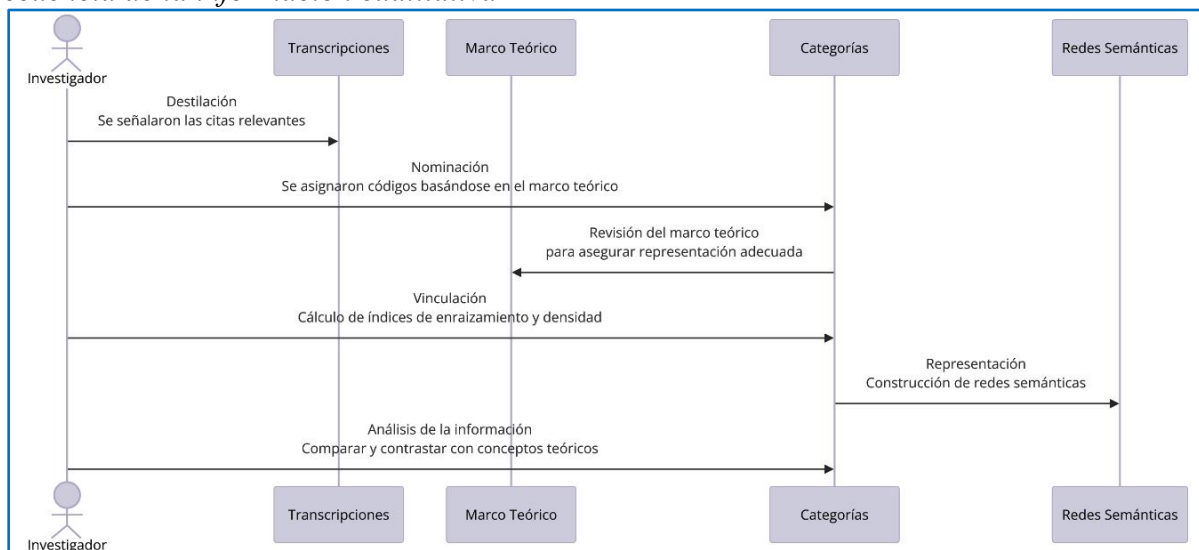
Representación: se construyeron redes semánticas con las categorías y subcategorías identificadas.

Análisis de la información: Se analizaron las categorías identificadas en cada una de las preguntas, relacionando el marco teórico con las citas de los participantes. Esto implicó comparar y contrastar las categorías emergentes con los conceptos teóricos previamente establecidos, integrando la teoría con la evidencia empírica recogida.

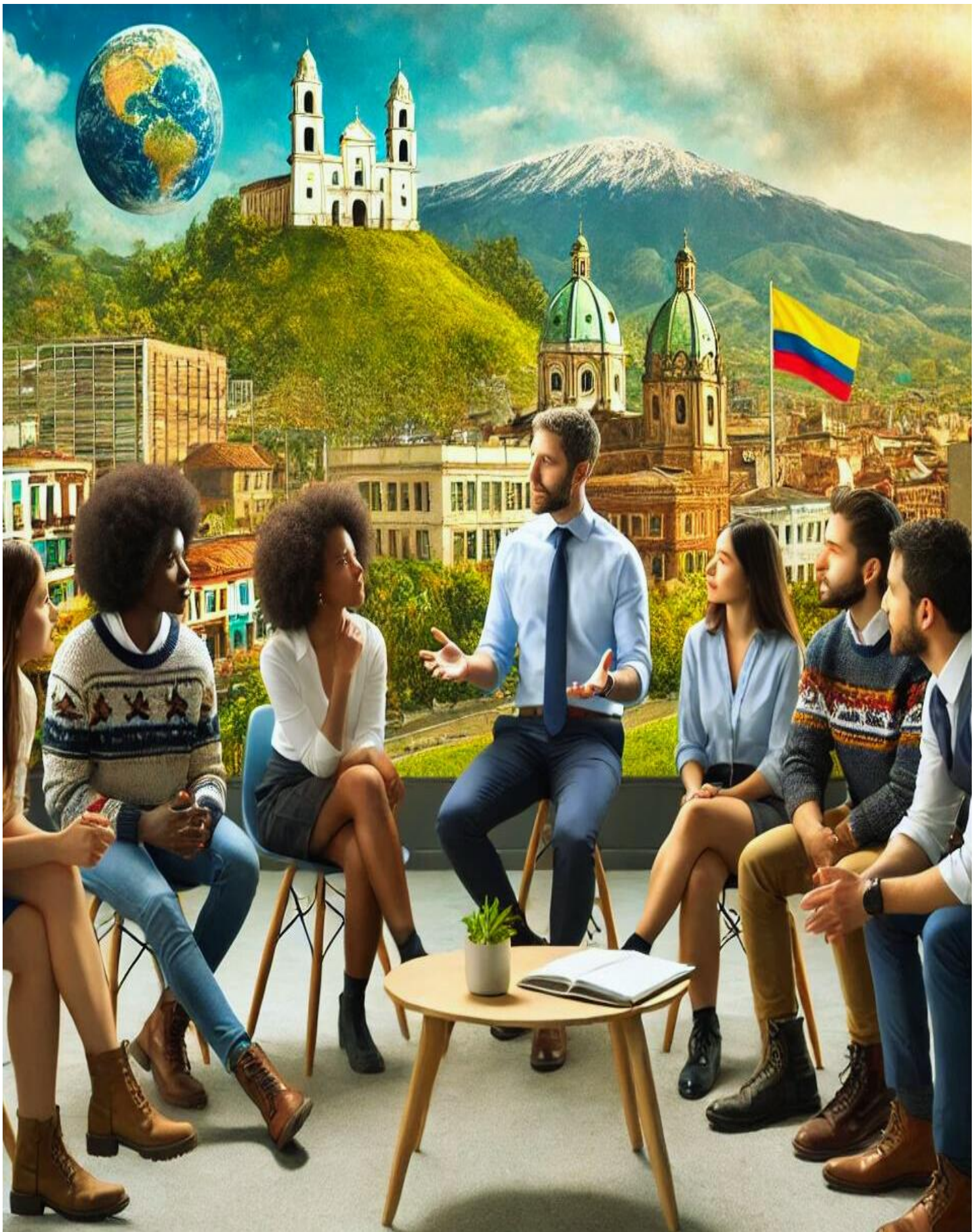
En la figura 16 se presenta un gráfico de la secuencia de categorización empleada para el análisis de la información cualitativa.

Figura 16.

Secuencia de la información cualitativa



Fuente: Elaboración propia



Capítulo IV: Análisis y Resultados

4.1. Análisis y resultados de la fase cuantitativa de la investigación

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de los cuestionarios CD y CDAE sobre CC, con los docentes participantes. Asimismo, se realiza la discusión de los principales hallazgos detectados.

4.1.1. Confiabilidad de los instrumentos

Se obtuvo una confiabilidad en los cuestionarios de CD=0.70 y de CDAE=0.79, a partir del coeficiente Alfa de Cronbach. Taber (2018) indica que los valores de alfa de Cronbach aceptados como adecuados están en o por encima de 0.70, demostrando consistencia interna suficiente. Por otro lado, Streiner (2003) menciona que un coeficiente alfa debe ser mayor a 0.70 para ser considerado aceptable y que valores muy altos pueden indicar redundancia en los ítems. Por lo tanto, los valores obtenidos en esta investigación son apropiados para garantizar la fiabilidad de los instrumentos de medición empleados.

4.1.2. Análisis y resultados del cuestionario del Conocimiento Disciplinar

4.1.2.1. Respuestas del cuestionario de Conocimiento Disciplinar. En la tabla 13 se presentan los resultados de las preguntas cerradas del cuestionario CD sobre CC y en la tabla 14, los obtenidos en las preguntas abiertas. A manera de ejemplo, en la pregunta 1 (P1), 111 docentes (49,78%) del total de docentes (223) respondieron correctamente esta pregunta.

Tabla 13.

Tabulación de las respuestas a las preguntas cerradas del cuestionario CD.

Respuestas	Pregunta									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Correctas	111,00	132,00	202,00	78,00	108,00	126,00	122,00	106,00	82,00	33,00
	49,78%	59,19%	90,58%	34,98%	48,43%	56,50%	54,71%	47,53%	36,77%	14,80%
Incorrectas	112,00	91,00	21,00	145,00	115,00	97,00	101,00	117,00	141,00	190,00
	50,22%	40,81%	9,42%	65,02%	51,57%	43,50%	45,29%	52,47%	63,23%	85,20%
Total	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14.

Tabulación de las respuestas a las preguntas abiertas del cuestionario CD.

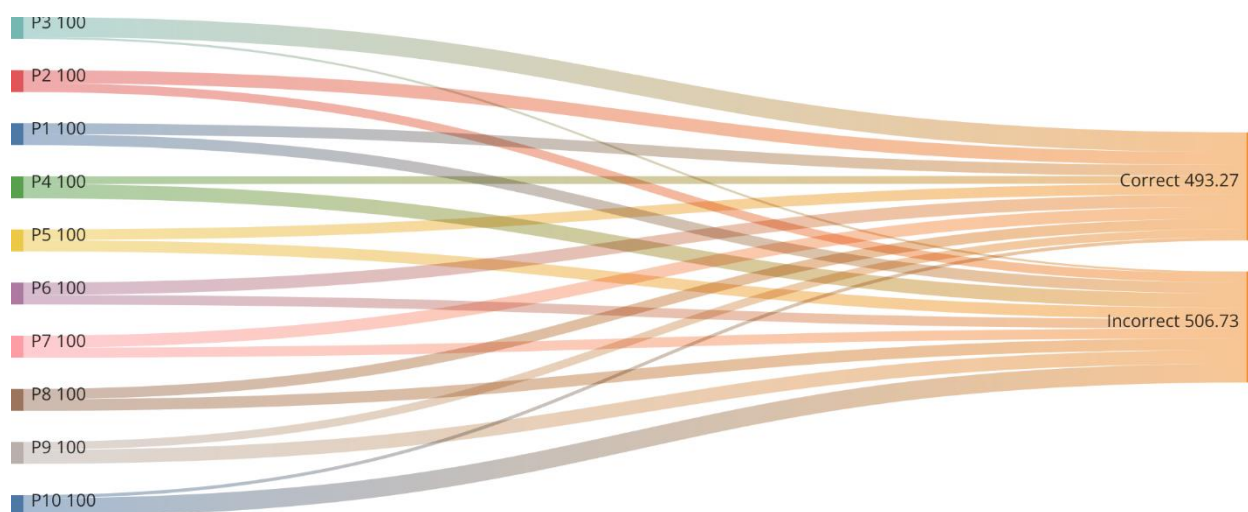
Nivel de conocimiento	Pregunta			
	P11	P12	P13	P14
Informado	143	178	92	12
	64,13%	79,82%	41,26%	5,38%
Mixto	54	40	105	34
	24,22%	17,94%	47,09%	15,25%
Ingenuo	26	5	26	177
	11,66%	2,24%	11,66%	79,37%
Total	223	223	223	223

Fuente: Elaboración propia

En la figura 17 se presenta un diagrama Sankey que visualiza la distribución de las respuestas correctas e incorrectas para cada una de las preguntas de tipo cerrado. Se observa una distribución relativamente homogénea entre respuestas correctas e incorrectas, con una ligera predominancia de respuestas incorrectas. Las preguntas con mayor número de aciertos fueron la 3 y la 2, mientras que las preguntas con menor número de aciertos fueron la 10 y la 4. A continuación, se realiza una descripción y análisis de estas preguntas, incluyendo la pregunta 3, que aborda uno de los conceptos clave del cuestionario (diferencias entre clima y tiempo atmosférico), y la pregunta 14, de tipo abierto, en la cual se observó un mayor porcentaje de conocimiento ingenuo.

Figura 17.

Diagrama Sankey para representar la distribución de las respuestas correctas e incorrectas



Fuente: Elaboración propia

Pregunta 1: Los resultados de nuestro estudio muestran que el 50% de los docentes no respondieron acertadamente a la pregunta sobre el concepto de clima, relacionándolo principalmente con el estado de la atmósfera en un momento determinado, es decir, tiempo atmosférico. Este error conceptual se manifiesta en la percepción de que el clima no se entiende como el resultado de registros de variables atmosféricas obtenidos a partir de estadísticas a largo plazo. Este hallazgo coincide con estudios previos que señalan que los errores conceptuales sobre el clima son frecuentes en el lenguaje coloquial y en los medios de comunicación, donde a menudo se describe al clima como la variación de la temperatura o las precipitaciones en un momento específico.

Además, la literatura muestra que estos errores no son exclusivos de los docentes. Por ejemplo, Chang & Pascua (2016) encontraron que los estudiantes de secundaria en Singapur presentan conocimientos incompletos e incorrectos sobre el CC, lo cual sugiere que estos errores están estructuradamente arraigados en sus modelos mentales. Este fenómeno también se refleja en el ámbito docente, donde Plutzer et al. (2016) destacan que muchos maestros repiten afirmaciones no respaldadas científicamente en clase, lo que puede dificultar una enseñanza efectiva sobre el CC. Por otro lado, los análisis de Şahin et al. (2021) sobre las habilidades de los futuros docentes para preparar preguntas diagnósticas sobre "clima y movimientos atmosféricos" revelaron que, aunque los docentes tienen un nivel intermedio en este aspecto, existen significativas brechas en su conocimiento.

En resumen, los resultados de nuestro estudio, respaldados por investigaciones previas, subrayan la necesidad de mejorar la formación de los docentes en temas climáticos para corregir estos errores conceptuales y así mejorar la calidad de la educación científica.

Pregunta 2: relacionada con la comprensión del concepto de efecto invernadero, en la que se evidenció que aprox. El 60% de los participantes contestaron acertadamente. Para la mayoría, es claro que el efecto invernadero es una propiedad de los gases en la atmósfera que absorben la radiación infrarroja y mantienen una temperatura media en el planeta. Cabe resaltar que la mayoría de los participantes pertenecen al área de Ciencias Naturales, lo cual puede influir en este resultado, al ser uno de los conceptos que se abordan frecuentemente en los contenidos de esta asignatura.

Sin embargo, se observó que dentro del 40% de los participantes que contestaron erróneamente, aprox. el 25% confunde el efecto invernadero con el concepto de capa de ozono. Un error conceptual, que también se presenta en estudiantes universitarios de Ciencias Exactas y

Naturales, tal como lo evidencia la investigación que adelantó Gulizia y Zazulie (2012) al indagar las ideas previas de este grupo poblacional en torno al efecto invernadero.

Pregunta 3: en la que se indagaba por la comprensión del concepto de CC, se constata que aprox. el 90% de los docentes respondieron acertadamente, al identificar que el concepto se asocia a cualquier cambio sistemático en el clima durante periodos largos de tiempo, producto de la variabilidad natural o como resultado de las actividades humanas. Aquí es importante señalar que, esta fue una de las preguntas del cuestionario, en la que se presentó un mayor porcentaje de aciertos en la respuesta, lo cual en esencia refleja que hay, por una parte, una comprensión del concepto desde una perspectiva naturalista, al asociar el fenómeno como producto de la variabilidad natural, y antropocentrista, al concebir que también es resultado de las actividades humanas.

Pregunta 4: en la que se indagaba por el conocimiento de los docentes sobre las consecuencias del CC en los océanos, se evidencia que aprox. el 65% de los docentes contestaron incorrectamente. Si bien, para la mayoría de los docentes es claro que el descongelamiento de los glaciares ocasiona un aumento en el nivel del mar, no se identifican relaciones de conceptos más complejos como la disminución de la cantidad de oxígeno disuelto, aumento de la salinidad del mar o alteración del pH del agua como consecuencia de la acumulación de CO₂. Lo anterior deja ver que el conocimiento de la mayoría de los docentes sobre las relaciones entre el CC y el sistema oceánico no es lo suficientemente sólido, sino que representa relaciones obvias y superficiales, que comúnmente emergen de información divulgada por redes sociales y noticias, como en el caso particular del derretimiento de los glaciares y su impacto en el nivel del mar.

Pregunta 10: relacionada con el conocimiento de los docentes para diferenciar las medidas de adaptación y mitigación al CC. Se evidencia que tan solo el 15% de los docentes identifican la diferencia entre estos dos conceptos, siendo esta, una de las preguntas en la que se presentó un mayor número de respuestas incorrectas por parte de los participantes. Lo anterior refleja, que falta complejizar el conocimiento disciplinar de los maestros sobre el tema.

Es común encontrar desde diferentes fuentes de información (textos escolares, medios de comunicación, informes técnicos, entre otros) que estos dos conceptos se presentan a manera de binomio (adaptación-mitigación), sin embargo, y de acuerdo con lo detectado en los resultados, pareciera que, en el caso de los docentes, estos dos conceptos representan lo mismo, lo cual puede incidir en que al momento de diseñar e implementar propuestas pedagógicas sobre adaptación y mitigación al CC se aborden indistintamente, replicando este error conceptual en los estudiantes.

Estudios previos han demostrado que muchos docentes presentan dificultades para entender y enseñar de manera efectiva los conceptos de adaptación y mitigación. Por ejemplo, Rupasinghe & De Silva Weliange (2023) encontraron que un porcentaje significativo de los docentes tenía un conocimiento pobre sobre la adaptación y mitigación del CC, lo que refleja la necesidad de programas de EA basados en la interacción escuela-comunidad. Además, Bofferding & Kloser (2015) identificaron que los estudiantes de secundaria y preparatoria a menudo confunden las estrategias de mitigación del CC con problemas ambientales no relacionados y muestran una comprensión limitada de las respuestas adaptativas.

Por otro lado, Stevenson et al. (2017) destacan que, aunque se ha centrado mucha atención en la educación sobre la ciencia del CC, se ha prestado menos atención a las consecuencias sociales y culturales del CC y al papel de los educadores en apoyar este aprendizaje. Este enfoque limitado puede contribuir a la confusión entre adaptación y mitigación entre los docentes.

Pregunta 14: en esta pregunta de tipo abierto, se les solicito a los docentes mencionar y explicar tres medidas de adaptación al CC. Los resultados evidencian que al igual que en la pregunta anterior, la mayoría de los docentes no tienen claro el concepto de adaptación, y generalmente lo confunden con el concepto de mitigación.

Solo el 5% identificaron medidas de adaptación, tales como; la construcción de diques para evitar las inundaciones, dragado de afluentes hídricos para evitar el desbordamiento de ríos, construcción de estructuras arquitectónicas sismorresistentes que brinden protección ante un desastre natural, modificaciones en los planes de ordenamiento territorial para la reubicación de comunidades expuestas a desastres naturales y el uso de la biotecnología para producir alimentos resistentes y cambios extremos de la temperatura.

Los docentes que confunden el concepto de adaptación con mitigación, principalmente, mencionan como medidas: el uso de la bicicleta, el uso de transporte público, separar los residuos en la fuente y usar con eficiencia el agua y la luz eléctrica, que si bien son medidas que contribuyen a la disminución de la problemática, no son propiamente medidas de adaptación.

En conclusión, los resultados de las preguntas 10 y 14 del cuestionario indican la necesidad de fortalecer la formación de los docentes en temas de adaptación y mitigación al CC. Esto permitirá no solo mejorar la comprensión de estos conceptos, sino también articular los procesos de enseñanza con las dinámicas de las comunidades, generando así alternativas de solución a los desafíos del cambio climático en los contextos locales.

4.1.2.2. Desempeño en el cuestionario de Conocimiento Disciplinar. En la tabla 15 se registra el número de docentes agrupados en los niveles de desempeño bajo, medio y alto, de acuerdo con la puntuación que obtuvieron en este cuestionario. En la figura 18 se presentan las principales características identificadas en los niveles de CD de los docentes sobre CC.

Tabla 15.

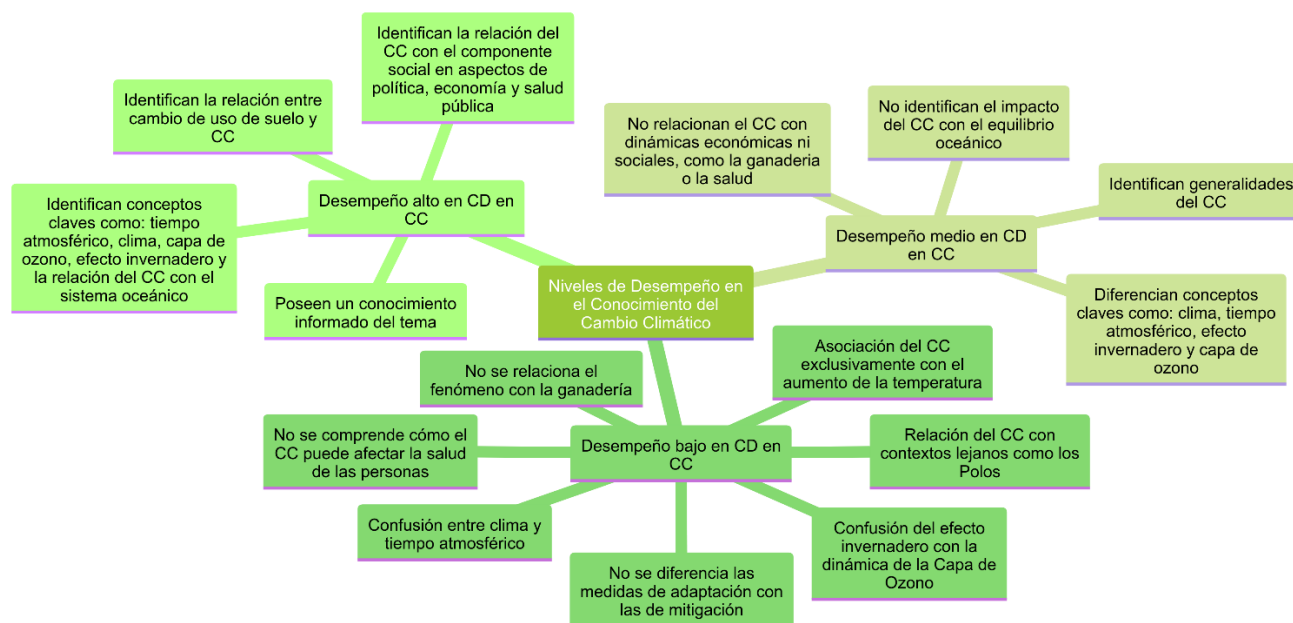
Niveles de desempeño de los docentes en el cuestionario CD.

Desempeño	Número de docentes	%
Bajo	51	23
Medio	129	58
Alto	43	19

Fuente: Elaboración propia

Figura 18.

Características identificadas en los niveles de Conocimiento Disciplinar



Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que la mayor parte de los docentes (58%) se encuentran en el nivel medio de desempeño en el cuestionario de CD. Esto indica que poseen concepciones mixtas (ingenuas e informadas) sobre el CC. Si bien, manejan información al respecto, aún falta establecer relaciones más complejas entre los conceptos relacionados con CC.

En este grupo se encuentran docentes que, a pesar de comprender generalidades de CC, no logran relacionar esta información con dinámicas específicas; por ejemplo, el impacto del CC en el equilibrio oceánico, los acuerdos internacionales frente a la crisis climática, la comprensión de conceptos químicos en el sistema climático, las principales fuentes de CC en el contexto colombiano, las relaciones de la crisis climática con dinámicas económicas y sociales como la ganadería y los problemas de salud en las personas.

En el segundo grupo se encuentran los docentes clasificados en el nivel de desempeño bajo (23%). Estos docentes presentan un conocimiento poco informado o ingenuo sobre el CC. Por el tipo de respuestas dadas, es posible considerar que su conocimiento del tema proviene generalmente de los mensajes transmitidos por los medios de comunicación. Estos mensajes suelen asociar la problemática con el aumento de la temperatura o la afectación de los glaciares (Gallego Torres y Castro Montaña, 2020; Molina et al., 2016; Hurst & Walker, 2023).

No se evidenció un manejo de información científica en este grupo, observándose confusiones entre conceptos como el clima y el tiempo atmosférico, así como entre el efecto invernadero y la capa de ozono. Un error conceptual, que también se identificó en la investigación de Gulizia y Zazulie (2012). Asimismo, no hay un manejo adecuado de información básica sobre el comportamiento químico del planeta como consecuencia de la acumulación de gases de efecto invernadero ni sobre el impacto del CC en el contexto colombiano.

En cuanto al componente social, no se identificaron relaciones entre actividades económicas, como la ganadería, y la crisis climática, ni se comprende cómo este fenómeno afecta la salud de las personas. Tampoco hay una comprensión profunda de las medidas de mitigación y adaptación que la sociedad debe implementar para enfrentar la crisis planetaria. En resumen, en este nivel de desempeño se encuentran los docentes que no presentan un conocimiento informado sobre aspectos científicos ni sociales del CC.

En cuanto a los docentes que se encuentran en el nivel de desempeño alto (19%), es posible considerar que poseen un conocimiento informado sobre el CC, tanto en aspectos científicos como sociales. En este nivel, se encuentran mayoritariamente los docentes que identifican conceptos científicos clave relacionados con este fenómeno, tales como: tiempo atmosférico, clima, capa de ozono, efecto invernadero, sumideros de dióxido de carbono, y la relación del dióxido de carbono con el equilibrio oceánico.

Asimismo, identifican la relación del CC con el componente social en aspectos de política, economía y salud pública, particularmente, en tópicos como los acuerdos internacionales sobre emisión de gases efecto invernadero, impacto de la ganadería en la crisis climática, cambio del uso del suelo y su relación con el clima, incremento de enfermedades como consecuencia de la contaminación atmosférica y la identificación de medidas de adaptación y mitigación frente a la problemática.

Los niveles de CD identificados en esta investigación son similares con lo detectado por Kaya et al. (2021) quienes en un estudio sobre la identificación del CD en un grupo de docentes en formación (73) sobre lluvia ácida, encontraron que el 21% presentaron rendimiento bajo, el 60% presentaron rendimiento medio y el 19% rendimiento alto. Aunque el tópico de estudio no era de CC, sino de lluvia ácida, ambos conceptos están relacionados en cuanto al eje de estudio (equilibrio atmosférico). Asimismo, el grupo poblacional en su mayoría pertenecían al área de Ciencias Naturales. Sin embargo, es importante considerar que, en la investigación de los autores, los participantes eran docentes en formación, es decir, estudiantes universitarios que se preparan para ser docentes. Las evidencias han indicado que una deficiencia en la comprensión conceptual es generalizada en los candidatos a maestros de ciencias (Grossman et al., 2005; Newton y Newton, 2001).

Este hallazgo coincide con el estudio de alfabetización climática en la formación inicial y continua de los docentes, realizado por Lopera y Villagra (2020) quienes al identificar los conocimientos y actitudes sobre el CC en docentes en formación encontraron que no hay evidencia de concepciones que involucren el pensamiento sistémico de las interacciones entre los sistemas climáticos, asimismo, “se evidencia resistencia para diferenciar causas antrópicas y causas relacionadas con las características y dinámicas planetarias, centrándose principalmente en consecuencias de corte bio-físico” (p. 89).

La concepción reduccionista del CC identificado en los docentes con CD bajo, es coherente con lo detectado en la caracterización del conocimiento disciplinar en CC en docentes en ejercicio, en el contexto colombiano, realizada por Quiroga-Durán (2018). En su estudio encontró que los docentes asocian el concepto exclusivamente con el aumento de temperatura, considerando que las emisiones de dióxido de carbono son la principal causa de este fenómeno. Además, se encontró que un grupo importante de docentes relacionan los impactos del CC con contextos lejanos, como los polos.

Se esperaría que los docentes en ejercicio presenten mejores niveles de conocimiento en temas de interés global como el CC, dado la relevancia del contenido en la actualidad y la amplitud de fuentes de información científica sobre el tema que les permite mejorar su conocimiento disciplinar (Eric, 2016; Betul y Karisan, 2022). Pero, ante todo, la misma experiencia en el aula de un docente en ejercicio en comparación con la de un docente en formación, debería ser un factor que diferencie los resultados entre estos dos grupacionales.

Esta expectativa se confirma con el estudio de Teed y Franco (2014), quienes implementaron un programa dirigido a docentes en ejercicio con el objetivo de mejorar su CDC en CC. Este programa consistió en un curso de verano sobre el tema, complementado con estrategias de mentoría en el aula. Se realizó un pre-test y post-test, en los cuales se observó que el puntaje promedio de CD sobre CC aumentó del 38,1% al 75,6%, y los puntajes de los estudiantes mostraron ganancias normalizadas que variaron del 16% al 88%. Estudios similares realizados por Clausen (2018), Favier et al. (2021) sobre CDC en CC y por Kadji-Beltran et al. (2013) sobre contenidos de EDS, también revelaron un aumento del CDC de los docentes, después de participar en cursos que combinaban experiencias prácticas y teóricas con estrategias de mentoría.

En este sentido, estrategias de DPD como los cursos en tópicos específicos y la mentoría, pueden contribuir a superar un CD débil de los docentes e impactar significativamente en el aprendizaje de los estudiantes. Lo anterior, es particularmente importante en contenidos como el CC, que, debido a su complejidad y nivel de abstracción, requiere de un dominio conceptual de los docentes (Favier et al, 2021)

Si bien, la mayoría de los docentes se encontraron clasificados en el nivel medio de desempeño (58%) es necesario avanzar en el conocimiento de la materia, para generar impactos significativos en los procesos de enseñanza-aprendizaje relacionados con la EA que, al mismo tiempo, incidan en la transformación de actitudes y hábitos en torno al CC.

4.1.3. Análisis y resultados del cuestionario de Conocimiento de las Dificultades de Aprendizaje de los estudiantes

4.1.3.1. Respuestas del cuestionario. En la tabla 16 se presentan los resultados de las preguntas del cuestionario del CDAE de los docentes sobre el CC. A manera de ejemplo, en la

pregunta 1 (P1) de la viñeta I, 54 docentes (24,22%) del total de docentes (223) demostraron un conocimiento informado, 83 un conocimiento mixto y 86 un conocimiento ingenuo.

Tabla 16.

Tabulación de los resultados obtenidos del cuestionario CDAE.

Nivel de conocimiento	Viñeta I		Viñeta II		Viñeta III		Viñeta IV	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
Informado	54	77	33	22	35	72	64	98
	24,22%	34,53%	14,80%	9,87%	15,70%	32,29%	28,70%	43,95%
Mixto	83	130	75	90	91	113	101	103
	37,22%	58,30%	33,63%	40,36%	40,81%	50,67%	45,29%	46,19%
Ingenuo	86	16	115	111	97	38	58	22
	38,57%	7,17%	51,57%	49,78%	43,50%	17,04%	26,01%	9,87%
Total	223	223	223	223	223	223	223	223

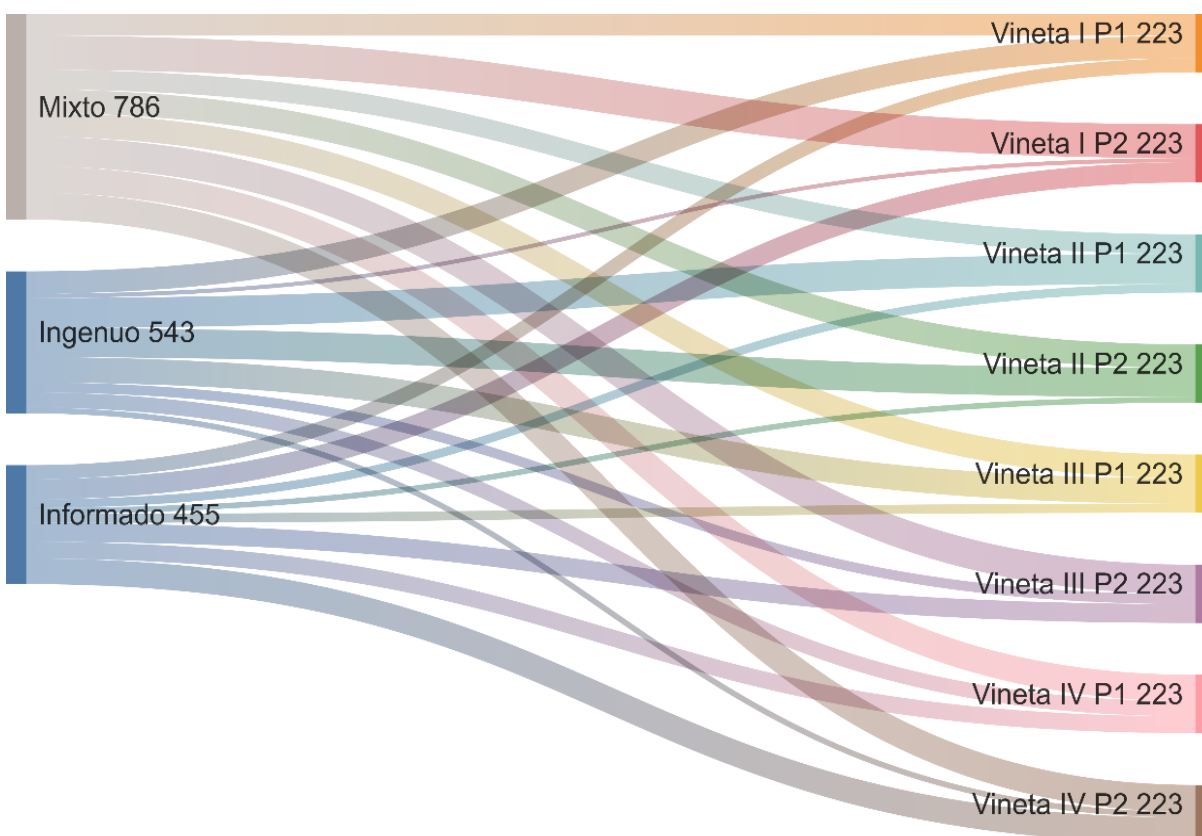
Fuente: Elaboración propia

En la figura 19 se presenta un diagrama Sankey que visualiza la distribución de las respuestas clasificadas en conocimiento informado, mixto e ingenuo para cada una de las preguntas de tipo abierto.

Se observa que la viñeta en la que los docentes demostraron mayor conocimiento informado fue la viñeta IV, específicamente en la pregunta 2. Esta pregunta se centraba en la identificación de las fuentes de las concepciones alternativas de los estudiantes sobre el CC, a partir del análisis de dibujos realizados por un grupo de estudiantes. Por otro lado, la viñeta que evidenció mayor conocimiento ingenuo fue la viñeta II, en la pregunta 1, en la cual los docentes debían identificar dificultades en las argumentaciones de un grupo de estudiantes sobre un experimento que simulaba el efecto invernadero. A continuación, se analizarán los resultados obtenidos en cada una de las viñetas del cuestionario CDAE.

Figura 19.

Diagrama Sankey para representar la distribución de las respuestas correctas e incorrectas



Fuente: Elaboración propia

Viñeta I: en esta viñeta se presentó un estudio de caso ficticio relacionado con el debate que propició una docente con sus estudiantes de grado noveno (14-15 años) sobre la deforestación de la selva colombiana para el cultivo de palma africana, a partir del cual debían argumentar relaciones con el CC. En la pregunta 1, de esta viñeta, se les pregunto a los docentes sobre las dificultades que evidenciaban en las concepciones alternativas de los estudiantes sobre el CC. Se evidenció que aprox. el 38% de los docentes presentaron un desempeño bajo (conocimiento incipiente o ingenuo) sobre este ítem. Aprox. un 37% presentaron un desempeño medio (conocimiento mixto: ingenuo/informado) y, aprox. un 24% obtuvieron un desempeño alto (conocimiento informado) sobre el tema.

Los docentes agrupados en el nivel de desempeño bajo no identificaron dificultades en las concepciones alternativas de los estudiantes, a pesar de que algunos de ellos consideraron, lo siguiente: que el CC afecta solamente a los polos del planeta, que la tala de bosques nativos para

cultivar palma africana mejora la tasa de captura de dióxido de carbono, y que el CC no tiene impactos en el contexto colombiano. Es evidente, entonces, la perspectiva reduccionista y fragmentada de este grupo de docentes sobre la relación del CC con el cambio del uso del suelo en el contexto colombiano.

En cuanto a los docentes agrupados en el nivel de desempeño medio, se encontró que identifican las dificultades más obvias en las concepciones de los estudiantes, como, por ejemplo, la asociación del CC principalmente con el calentamiento global, o la creencia de que el CC es ajeno al contexto colombiano y afecta solamente a ciertos lugares del planeta. Sin embargo, fue menos evidente la identificación de dificultades conceptuales relacionadas con el impacto del cambio del uso del suelo en el CC. Esto deja ver que en este grupo de docentes se presenta un conocimiento incipiente sobre la relación del cambio del uso del suelo con el CC. Esta relación generalmente no es abordada en las causas del CC, dado que es común asociar la crisis climática con el calentamiento global y los gases producidos por los combustibles fósiles.

En el caso de los docentes agrupados en el nivel de rendimiento alto, se encontró que no solamente identifican las dificultades obvias en las concepciones de los estudiantes, como las mencionadas por los docentes en el grupo de desempeño medio, sino que además señalan las relacionadas con la falta de comprensión del CC. Destacan cómo este proceso se exagera por los cambios del uso de suelo de ecosistemas estratégicos en la captura de dióxido de carbono por monocultivos con plantas invasoras. Aquí las argumentaciones dadas por los docentes superan la perspectiva reduccionista de concebir el CC exclusivamente desde la variable de temperatura y se enuncian elementos que dan cuenta de la complejidad de la problemática dentro del equilibrio de los ecosistemas.

Ahora bien, con relación a la pregunta 2, que hace parte de la viñeta 1, en la cual se les pidió a los docentes proponer estrategias pedagógicas para la construcción de conocimiento crítico y reflexivo sobre la relación entre cambio del uso del suelo y CC, tomando como base sus concepciones alternativas; se encontró que aprox. el 35% presentaron un desempeño alto, el 58% se encontraron en nivel medio y el 7% en nivel bajo.

Los docentes agrupados en el nivel de desempeño bajo generalmente no tienen claridad sobre el tipo de estrategias pedagógicas a implementar, o suelen mencionar diferentes estrategias, que, si bien son de EA, no se encuentran enfocadas con el tema de estudio, o tienen un enfoque transmisionista, privilegiando principalmente las explicaciones dadas por el docente.

En cuanto a los docentes agrupados en el nivel medio, se encontró que en su mayoría plantean estrategias que, a pesar de tener relación directa entre el cambio de uso del suelo con el CC, son de corte naturalista, es decir, se privilegia el conocimiento de las Ciencias Naturales, omitiéndose relaciones con el componente social.

En el caso de los docentes agrupados en el nivel alto, se encontró que las estrategias pedagógicas mencionadas privilegian una perspectiva sistémica del CC y del aprendizaje de los estudiantes, toda vez que promueven relaciones entre el componente ecosistémico y social, como por ejemplo: los juegos de roles, la cartografía social, la línea de tiempo, el análisis de ciclo de vida, entre otras, que contribuyen al mismo tiempo a propiciar la participación de los estudiante y al tratamiento de sus concepciones previas sobre el tema.

Viñeta II

En la viñeta II, se presentó un caso ficticio, en el que se les pidió a los docentes analizar las argumentaciones dadas por tres estudiantes en un experimento sobre efecto invernadero. De manera predeterminada se incluyeron en las argumentaciones errores conceptuales, esperando que fueran identificados por los docentes. En la figura 20 se muestra el experimento, objeto de análisis.

Figura 20.

Experimento ficticio sobre el efecto invernadero, presentado en la viñeta II



Los estudiantes realizaron dos montajes en el salón de clases:

En el **frasco A**, adicionaron 100 gr de Bicarbonato de Sodio (NaHCO_3) y 30 ml de Vinagre, posteriormente introdujeron un termómetro y taparon el frasco con papel aluminio.

El **Frasco B**, solamente contenía aire. Los estudiantes introdujeron un termómetro y lo taparon con papel aluminio.

Después de un minuto de haber realizado el montaje, tomaron la temperatura ambiente del salón de clases y la temperatura en cada uno de los frascos, encontrando los siguientes resultados:

Temperatura ambiente: 22.9°C
Temperatura Frasco A: 27.5°C
Temperatura Frasco B: 25.9°C

Fuente: Elaboración propia

En este sentido, en la pregunta 1 de esta viñeta, los docentes debían identificar las dificultades en las argumentaciones de los estudiantes, en la que se encontró que aprox. el 15% de los docentes presentaron un desempeño alto, el 34%, rendimiento medio, y el 51%, rendimiento bajo.

Los docentes de desempeño bajo no identificaron dificultades en las argumentaciones de los estudiantes, a pesar de los errores conceptuales presentes en las explicaciones de los estudiantes, tales como: el bicarbonato de sodio es un gas de efecto invernadero, este gas es producido exclusivamente por la industria, el CC afecta solamente a los osos polares, el dióxido de carbono afecta la capa de ozono, la capa de ozono retiene los gases de efecto invernadero y el dióxido de carbono aumenta el pH de los océanos.

Los docentes agrupados en el nivel medio identificaron algunos de los errores conceptuales más evidentes en las argumentaciones de los estudiantes, como es el hecho de considerar que el CC no afecta el contexto colombiano. Sin embargo, no identificaron dificultades en argumentaciones que relacionan conceptos científicos, como por ejemplo la función de la capa de ozono y su diferenciación con el efecto invernadero o la variación del pH de los océanos por la acumulación de CO₂. Lo anterior deja ver que hay una comprensión superficial por parte de los docentes de situaciones o conceptos asociados al CC y que no hay una base fundamentada para relacionar el conocimiento sustantivo (teorías, conceptos y fundamentos epistemológicos) de la disciplina que enseña con el conocimiento sintáctico (procedimientos, metodologías, herramientas, representaciones) como es el caso del experimento planteado en la viñeta.

En el caso de los docentes agrupados en el nivel alto, se evidencia que además de identificar las dificultades conceptuales más evidentes en los estudiantes, como las mencionadas anteriormente, detectan errores conceptuales que demandan de un conocimiento específico en el tema, como, por ejemplo, las diferencias entre las funciones de la capa de ozono y del efecto invernadero o la diferencia entre el dióxido de carbono y el gas carbónico.

En la pregunta 2 de esta misma viñeta, se les pidió a los docentes argumentar sobre la utilidad del experimento propuesto para explicar el efecto invernadero. Se encontró que aprox. el 10% presentaron desempeño alto, el 40%, desempeño medio y el 50%, desempeño bajo.

Los docentes agrupados en el nivel de desempeño bajo consideraron que el experimento fue adecuado para explicar el efecto invernadero, a pesar de que el experimento no relaciona la radiación infrarroja con el aumento de la temperatura, sino que representa una reacción química

exotérmica en la que se libera calor y aumenta la temperatura del sistema. Por lo tanto, es posible considerar que los docentes no tienen una comprensión profunda del concepto de efecto invernadero ni la manera que puede representarse a partir de actividades experimentales.

En cuanto a los docentes que presentaron desempeño medio, a pesar de que algunos consideran que el experimento fue adecuado para explicar el efecto invernadero, dieron argumentaciones que denotan algún conocimiento sobre el tema, por ejemplo, relacionan la concentración del dióxido de carbono del sistema con el aumento de la temperatura y en algunos casos identifican que en el experimento faltó incluir la variable de la luz infrarroja para que realmente represente el efecto invernadero.

Los docentes agrupados en el nivel alto, en algunos casos, consideraron que el experimento representa una reacción exotérmica producto de la combinación de bicarbonato de sodio con el ácido acético, en la cual se libera calor y aumenta la temperatura del sistema. Además, identificaron que no se incluye la variable de la luz infrarroja en el sistema, lo que impide concluir que el aumento de la temperatura se deba a la interacción de la radiación infrarroja con un gas efecto invernadero como lo es el dióxido de carbono, una reacción generada en condiciones naturales. En otros casos, consideraron que, aunque el experimento no es el más adecuado para representar el efecto invernadero, puede emplearse como una analogía para representar la relación de un gas de efecto invernadero con el aumento de la temperatura.

Viñeta III

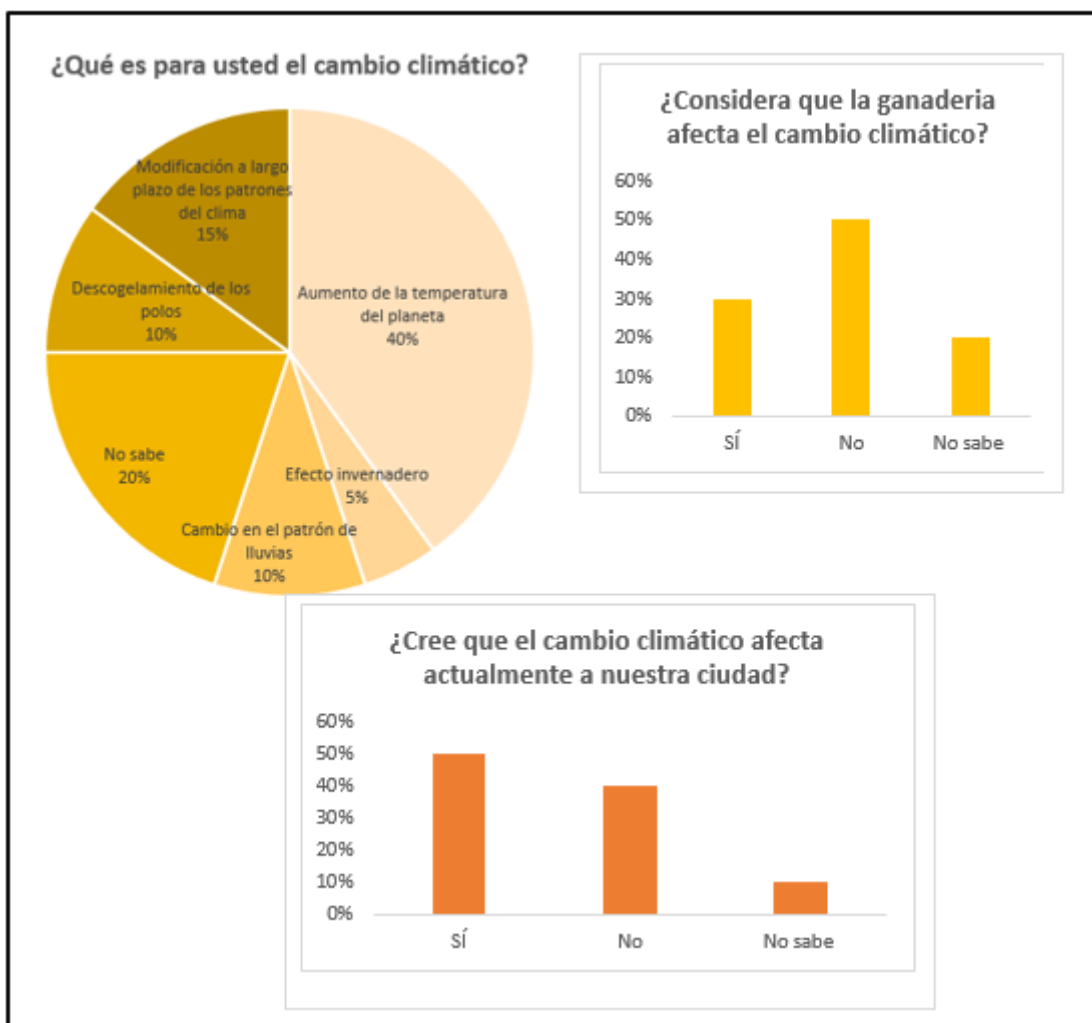
En la viñeta III, que representó una situación ficticia, se les solicitó a los docentes analizar los resultados que arrojó la aplicación de una encuesta sobre CC con estudiantes de grado décimo (edades entre 15 y 16 años). En la figura 21 se presentan los resultados de esta encuesta ficticia que debían analizar los docentes. En la pregunta 1 de esta viñeta, los docentes debían argumentar si era necesario un cambio conceptual de los estudiantes sobre el tema. A partir de lo anterior, se encontró que aprox. el 16% presentaron un desempeño alto, el 41%, desempeño medio, y el 43%, desempeño bajo.

Los docentes del nivel de desempeño bajo no consideraron que fuera necesario un cambio conceptual en los estudiantes, a pesar de las dificultades presentes en sus concepciones previas sobre el tema. Estas dificultades incluían la creencia de que el CC se encuentra relacionado exclusivamente con el aumento de la temperatura, que no tiene ningún impacto en la ciudad en la que habitan, o que la ganadería no tiene impacto en el aumento de la problemática. Lo anterior,

permite inferir que los docentes agrupados en este nivel no tienen una comprensión compleja sobre el CC y que las mismas ideas que generalmente tienen los estudiantes sobre el tema, son similares a las que ellos expresan.

Figura 21.

Resultados de la encuesta ficticia presentada en la Viñeta III



Fuente: Elaboración propia

Los docentes que presentaron un desempeño medio consideraron, en su mayoría, que es necesario un cambio conceptual sobre el tema; sin embargo, sus argumentaciones, se centraron en el error conceptual de relacionar el CC exclusivamente con el calentamiento global y no plantearon argumentaciones relacionadas con la dificultad que tienen los estudiantes para relacionar el CC

con las afectaciones sociales y ecosistémicas en la ciudad en la que habitan. Tampoco argumentaron sobre las dificultades que presentaron los estudiantes para relacionar el CC con la ganadería. Por lo tanto, se afirma que, en este nivel de desempeño, falta un conocimiento complejo de los docentes sobre el CC, que les permita comprender la problemática como un proceso sistémico relacionado con la economía de una sociedad, la salud pública, la alimentación de las personas, entre otras dimensiones.

En cuanto a los docentes agrupados en el nivel alto, la mayoría considero necesario un cambio conceptual en los estudiantes y brindaron argumentaciones sólidas sobre sus dificultades conceptuales. No solo, identificaron que los estudiantes relacionan el concepto de CC con el aumento de la temperatura, sino que además comprendieron que los estudiantes tienen una perspectiva fragmentada y reduccionista sobre la problemática. Este grupo de docentes reconoció que los estudiantes no relacionan el CC con el contexto donde habitan ni con actividades productivas como la ganadería.

Por otra parte, en la pregunta 2 de esta viñeta, en la que se les solicito a los docentes explicar una estrategia pedagógica para generar un cambio conceptual en los estudiantes, de acuerdo con sus concepciones previas, mencionadas con anterioridad; se encontró que aprox. el 32% presentaron un desempeño alto, el 51%, desempeño medio y el 17%, desempeño bajo.

Los docentes agrupados en desempeño bajo, para esta pregunta, generalmente mencionaron estrategias pedagógicas de corte transmisionista, en las que el profesor explica el tema y los estudiantes reciben la información, con la expectativa de lograr un cambio conceptual. En otros casos, las estrategias planteadas no tenían una relación directa con la problemática de estudio, como, por ejemplo, organizar jornadas de separación de residuos sólidos en el colegio.

En cuanto a los docentes que presentaron desempeño medio, se evidenció que, en su mayoría, plantearon estrategias pedagógicas de corte naturalista, en las cuales el CC es concebido principalmente desde el componente biofísico. Algunas de las estrategias mencionadas, incluyeron: la lectura de artículos científicos, prácticas de laboratorio, análisis de datos estadísticos sobre la calidad del aire, salidas ecológicas, talleres sobre ciclos biogeoquímicos, análisis de imágenes de fauna y flora afectada por el CC, actividades en la huerta escolar, videos explicativos sobre la diferencia entre tiempo atmosférico y clima, entre otras.

En el caso de los docentes que presentaron desempeño alto, se identificaron estrategias pedagógicas que abordan el CC desde una perspectiva sistémica, evidenciando la intencionalidad

de generar reflexiones sobre la problemática a través de la interacción entre elementos de la sociedad y la naturaleza. En este sentido, se resaltan las siguientes estrategias:

- Mapas conceptuales y mentales contruidos a partir de lecturas que explican el impacto del CC en la sociedad.
- Estudios de caso sobre el impacto de la problemática en algunas comunidades.
- Árbol de problemas para identificar causas y consecuencias de problemáticas asociadas a la crisis climática.
- Juegos de roles en torno a situaciones de conflicto climático en las comunidades.
- Construcción de un fotolibro para evidenciar la transformación de los ecosistemas.
- Análisis del ciclo de vida de la carne para identificar el impacto de la ganadería en el cambio climático.
- Elaboración de líneas de tiempo para analizar las transformaciones ecosistémicas y sociales en los territorios.

Estas estrategias reflejan un enfoque sistémico de la EA que busca comprender el CC como un proceso complejo que afecta diversos aspectos de la vida humana y natural.

Viñeta IV

En la viñeta IV se les solicito a los docentes analizar 4 dibujos sobre el CC, realizados por estudiantes entre los 11 y 12 años. En la pregunta 1, de esta viñeta, los docentes debían interpretar, a partir de los dibujos, las concepciones alternativas de los estudiantes sobre el tema. Así, pues, se encontró que aprox. el 29% presentaron desempeño alto, aprox. el 45, desempeño medio, y aprox. el 26%, desempeño bajo.

Los docentes agrupados en el nivel de desempeño bajo, en su mayoría, consideraron que las concepciones de los estudiantes sobre CC fueron adecuadas. Sin embargo, los dibujos de los estudiantes mostraban claramente varios errores conceptuales: el CC era visto exclusivamente como el aumento de la temperatura en el planeta, se creía que la crisis climática afecta solo a los glaciares y al oso polar, había confusión entre el concepto de CC y la capa de ozono, no se representaba el rol del ser humano en la problemática y solo se mencionaban las consecuencias del problema, no sus causas, tal como se muestra en el dibujo realizado por uno de los estudiantes en la figura 22.

En el caso de los docentes agrupados en el nivel de desempeño medio, identificaron las dificultades más evidentes en las concepciones de los estudiantes sobre CC. Entre estas dificultades se encuentran la relación exclusiva entre CC y el aumento de la temperatura, las ideas catastróficas sobre el tema, la escasa relación de la problemática con el contexto en el que habitan, la confusión entre el CC y la capa de ozono, y la confusión entre el tiempo atmosférico y el clima.

Los docentes agrupados en el nivel de desempeño alto, además de identificar las dificultades previamente mencionadas en las concepciones de los estudiantes, señalaron otros elementos que evidencian una comprensión más compleja del tema. Por ejemplo, observaron que el CC es concebido desde una perspectiva catastrófica, que la problemática inspira sentimientos de tristeza, que los estudiantes se enfocan en las consecuencias del problema y no representan sus causas, y que en ningún momento se muestra la relación del ser humano con la problemática.

Figura 22.

Dibujo sobre el cambio climático realizado por un estudiante de 11 años



Fuente: Dibujo proporcionado por un estudiante

En la pregunta 2, de esta misma viñeta, se les solicitó a los docentes identificar las fuentes de las concepciones alternativas de los estudiantes sobre CC, de acuerdo con lo representando por los estudiantes en los dibujos de la viñeta. De esta manera, se encontró que aprox. el 44% presentaron desempeño alto, el 46%, desempeño medio, y el 10%, desempeño bajo.

En el nivel de desempeño bajo, aunque los docentes afirman que existen varias fuentes que inciden en las concepciones de los estudiantes, no las mencionan específicamente. Otro grupo de docentes considera que una de las fuentes más frecuentes de estas concepciones es la observación de los cambios en la naturaleza producto del cambio climático (CC). No se identifican fuentes en el ámbito social, tales como el contexto escolar, familiar, los medios de comunicación y el contexto territorial en el que habitan.

En el nivel de desempeño medio, los docentes identificaron algunas fuentes de las concepciones de las estudiantes, principalmente, los medios de comunicación y los procesos de enseñanza- aprendizaje en la escuela. Sin embargo, no es evidente la identificación de fuentes experienciales de los estudiantes producto de su formación extracurricular, como lo es el ámbito comunitario y territorial en el que habitan.

En el caso de los docentes ubicados en el nivel de desempeño alto, identificaron diversas fuentes que reflejan una perspectiva sistémica sobre el tema. Algunas de estas fuentes son:

- **Ámbito escolar:** contenidos enseñados por los maestros, conversaciones con compañeros, textos escolares y campañas de educación ambiental realizadas en el colegio.
- **Medios de comunicación:** noticieros, redes sociales, internet, publicidad y prensa.
- **Televisión y cine:** películas y documentales.
- **Territorios ambientales:** humedales, páramos, cuencas de los ríos y bosques que se han transformado como consecuencia del cambio climático.
- **Ámbito familiar:** conversaciones sobre el tema y hábitos enseñados en casa.

Estas fuentes demuestran una comprensión integral del impacto del CC en diferentes aspectos de la vida de los estudiantes

Algunas investigaciones han demostrado que los docentes tienen dificultades para entender las interacciones complejas entre los factores ambientales y el CC, lo que contribuye a una comprensión superficial del problema. El estudio de Liu et al. (2015) exploró las actitudes y conocimientos de los docentes en servicio sobre el cambio climático global (CCG) y cómo estos conocimientos se reflejan en sus prácticas de enseñanza en el aula. A pesar de que los docentes en

el estudio mostraron una conciencia general sobre la urgencia del CCG y la necesidad de integrarlo en su enseñanza, se encontraron varias barreras, entre las que se destacan las de tipo conceptual.

En este estudio, un importante número de docentes demostraron tener conceptos erróneos y una comprensión incompleta del CCG. Estos conceptos erróneos incluían confundir el efecto invernadero con el agotamiento de la capa de ozono, creer que la contaminación general es la principal causa del cambio climático y subestimar el impacto de las actividades humanas en el CCG. Estas ideas erróneas se deben en parte a la falta de formación específica en ciencias del clima durante su desarrollo profesional.

Estudios similares han revelado los errores conceptuales de los docentes en torno al sistema climático. El estudio de Papadimitriou (2004) encontró que tanto los estudiantes como los docentes tienden a confundir el efecto invernadero con el agotamiento de la capa de ozono. Porter et al. (2012), se observó que los estudiantes y docentes mostraban un conocimiento limitado sobre el ciclo del carbono y su relación con el cambio climático. Según Lombardi y Sinatra (2013), los docentes tienen dificultades para diferenciar entre los conceptos de clima y tiempo atmosférico. Liu et al. (2015) encontraron que la mayoría de los docentes no logran relacionar el CC con impactos locales específicos.

En el estudio de Shepardson et al. (2009), se encontró que los docentes, al igual que los estudiantes, a menudo tienen una comprensión superficial del calentamiento global. Por ejemplo, creen que el calentamiento global se debe únicamente a la emisión de gases de efecto invernadero, sin considerar otros factores como el uso del suelo y la deforestación. Esta visión reduccionista puede limitar la capacidad de los docentes para explicar la complejidad del CC.

En cuanto a las estrategias pedagógicas que propusieron los docentes para promover un cambio conceptual en los estudiantes, tal como se evidencio en la descripción de los resultados de las viñetas, fueron en su mayoría, estrategias de corte transmisionista (transmisión de información), enfoque naturalista (enseñanza del CC desde las Ciencias Naturales) y un “activismo sin sentido”. Estas estrategias a pesar de su valor pedagógico no entrañan la complejidad de la problemática y, debido a su carácter fragmentado y reduccionista de las problemáticas ambientales, no fomentan la construcción de conocimiento crítico y reflexivo que permita a los estudiantes actuar para su solución (García-Díaz, 2004).

El enfoque transmisionista limita la capacidad de los estudiantes para desarrollar habilidades de pensamiento crítico y acción efectiva, ya que se centra en la transmisión de información en lugar de la exploración y reflexión crítica (Ross et al., 1998).

Los hallazgos de esta investigación son consistentes con investigaciones previas que indican que, en varios casos, los docentes carecen de estrategias pedagógicas específicas y efectivas para enseñar sobre el CC, a menudo debido a una formación insuficiente en este ámbito (Drewes et al., 2018).

Al respecto, Sullivan et al (2014) y Drewes et al. (2018) señalan la importancia de diseñar programas de desarrollo profesional que no solo mejoren el conocimiento científico de los docentes, sino que también incluyan estrategias específicas de enseñanza que promuevan el pensamiento crítico y la capacidad de acción de los estudiantes. Los autores sugieren que los programas deben ser más holísticos y abordar tanto el contenido como la pedagogía de manera integrada.

Estos resultados y los detectados en la presente investigación, resaltan la necesidad de una formación más integral y profunda para los docentes en educación sobre el CC, que aborde no solo los aspectos científicos del tema, sino que estén en diálogo con los procesos asociados a su enseñanza y aprendizaje.

4.1.3.2. Desempeño en el cuestionario de Conocimiento de las Dificultades de Aprendizaje de los estudiantes. En la tabla 17 se registra el número de docentes agrupados en los niveles de desempeño bajo, medio y alto, de acuerdo con la puntuación que obtuvieron en este cuestionario de CDAE.

Tabla 17.

Niveles de desempeño de los docentes en el cuestionario CDAE

Rendimiento	Número de docentes	%
Bajo	105	47
Medio	97	43.5
Alto	21	9.5

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos evidencian que la mayor parte de los docentes presentaron un desempeño bajo (47%), seguido del desempeño medio (43.5%) y en menor medida, el desempeño alto (9.5%). Fue notorio un mejor desempeño de los docentes en CD. Por lo tanto, es factible considerar que los docentes presentaron mejores nociones conceptuales sobre el CC, en comparación con el conocimiento pedagógico que se requiere para enseñar a los estudiantes los conceptos asociados al tema.

Lo anterior, se evidenció en el nivel de complejidad de las respuestas de los docentes al identificar las dificultades de aprendizaje en cada una de las situaciones problémicas del cuestionario, al plantear estrategias pedagógicas para enseñar el tema y al analizar la información obtenida de estudios de caso sobre la enseñanza de este contenido.

Estos resultados coinciden con el estudio de Kaya et al. (2021) en el cual se analizó el CDAE de docentes en formación con relación al tópico de lluvia ácida. Los autores señalan la importancia de comprender las dificultades de aprendizaje de los estudiantes como vía para desarrollar el CDC y al mismo tiempo, incidir en el aprendizaje de los estudiantes. Asimismo, Shulman (1986) presentó uno de los primeros estudios sobre la importancia del conocimiento pedagógico de los docentes para enseñar un contenido en particular, el cual difiere de su conocimiento disciplinar. En el ámbito de la enseñanza, no basta con dominar un concepto disciplinar, sino que es relevante saber emplearlo para los fines del aprendizaje, a través de estrategias instruccionales, representaciones, recursos educativos y analogías. El autor plantea que el CD es determinante en el desarrollo del CDAE.

Un entendimiento por parte del docente de las dificultades de aprendizaje de los estudiantes sobre un tópico en particular, le permite direccionar las estrategias instruccionales para generar un cambio conceptual en los estudiantes. Favier et al. (2021) en una investigación sobre CDC en CC, plantean que el conocimiento de las preconcepciones de los estudiantes, por parte de los docentes es fundamental para la implementación de estrategias instruccionales. De acuerdo con Park (2019) en la actualidad son diversas las investigaciones que ubican al CDAE como puente entre el CD y el CDC, de manera tal que contribuye a estructurar los otros componentes del CD, tales como el conocimiento de las estrategias instruccionales y el conocimiento evaluativo.

A partir de lo anterior, y a la luz de los resultados obtenidos en la presente investigación, se considera que el conocimiento pedagógico de los docentes de E.A, representado aquí en el CDAE, para enseñar el tema de CC es incipiente o débil. Esto puede influir en procesos de

enseñanza-aprendizaje que no fomenten un conocimiento crítico y reflexivo ni una perspectiva compleja de los estudiantes sobre el tema. Según Kim (2020), el desarrollo del CDC se ve reflejado en la capacidad de respuesta de los docentes a las ideas de los estudiantes. Además, El CDAE es fundamental para reflexionar sobre la práctica pedagógica propia del docente y para guiar el aprendizaje de los estudiantes (Lertdechapat & Faikhamta, 2021; Mavhunga, 2019; Zhou et al., 2016).

Los resultados indican que la mayoría de los docentes (47%) presentaron un bajo desempeño en CDC, reflejado en la dificultad para identificar errores conceptuales de los estudiantes, en la interpretación de sus concepciones previas sobre el tema y en el desarrollo de las estrategias instruccionales. Por lo tanto, la mayoría de las estrategias pedagógicas propuestas por los docentes no surgieron de un análisis crítico de las concepciones previas de los estudiantes sobre el tema, sino más bien de sus propias creencias sobre la forma en que se debe enseñar este contenido.

Particularmente, en la viñeta 1, en la que se presentaron las ideas previas de un grupo de estudiantes sobre el cambio del uso del suelo y su relación con el CC, los resultados mostraron que el 38% de los docentes, fueron clasificados en un conocimiento ingenuo. Estos docentes propusieron estrategias pedagógicas de corte reduccionista, generalmente asociadas a la realización de experimentos en la clase de ciencias naturales, o de corte transmisionista, como, por ejemplo, las explicaciones magistrales, la proyección de videos, la realización de maquetas y de carteleras o el desarrollo de guías de trabajo en el aula. Estas estrategias a pesar de tener su valor pedagógico no entrañan la complejidad del tema de estudio y en muy pocas veces abordan la interacción del componente social con la afectación de los sistemas naturales.

Según Mora-Penagos (2011) este tipo de estrategias hacen parte de un modelo didáctico tradicional en EA, en el que se privilegia la transmisión de información de “verdades acabadas” de los expertos a los aprendices, esperando con ello modificar actitudes y adquirir hábitos proambientales, sin un ejercicio reflexivo por parte de los que aprenden. Cabe señalar lo mencionado por García-Díaz (2004) al respecto: “las actuaciones que desarrollan las personas vinculadas a la educación ambiental responden más a unos estereotipos, rutinas y lugares comunes que a propuestas didácticas serias y fundamentadas” (p. 90).

Por otra parte, los docentes ubicados en un nivel de rendimiento alto (35%), en su mayoría, propusieron estrategias pedagógicas que promueven la reflexión crítica de los estudiantes sobre el

tema. Priorizan un enfoque constructivista del conocimiento por encima de la transmisión de información y conciben el CC desde la relación entre sociedad-naturaleza. Estas son características importantes en la enseñanza de este tipo de contenidos y en la formación de ciudadanos competentes para enfrentar los desafíos ambientales (Clausen, 2018; Ernst & Erickson, 2018; Favier et al., 2021; Zhou, 2015).

A manera de ejemplo, en este nivel de desempeño, los docentes mencionaron estrategias pedagógicas, tales como: historias de vida de personas afectadas por la crisis climática, el análisis de ciclo de vida de productos alimenticios que provienen de monocultivos, el juego de roles en torno a la deforestación de los bosques y su impacto en el desplazamiento de las comunidades, la línea de tiempo para identificar las transformaciones en el territorio, entre otras estrategias que dan cuenta de una comprensión sistémica de la problemática y de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

En conclusión, los resultados obtenidos del cuestionario CDAE indican que la mayoría de los docentes presentan un bajo desempeño en el conocimiento pedagógico necesario para enseñar sobre el CC. Este bajo desempeño se refleja en su dificultad para identificar y abordar las concepciones previas de los estudiantes, así como en la formulación de estrategias pedagógicas efectivas que vayan más allá de métodos tradicionales y reduccionistas.

La prevalencia de enfoques pedagógicos transmisivos y la falta de estrategias críticas y reflexivas pueden limitar significativamente el desarrollo de una comprensión compleja de los problemas ambientales. Esto no solo reduce la capacidad de los estudiantes para analizar y abordar estos problemas de manera efectiva, sino que también dificulta la formación de ciudadanos competentes y comprometidos con los desafíos ambientales contemporáneos (Mora-Penagos, 2011; Sánchez-Valenzuela y Ossa-Cornejo, 2021).

Según Sánchez-Valenzuela y Ossa-Cornejo (2021), la implementación de la EA bajo una lógica instrumental tiende a excluir procesos críticos y reflexivos necesarios para abordar adecuadamente los problemas ambientales. Asimismo, Tsangaridou & O'Sullivan (1995) destacan que la falta de estrategias pedagógicas reflexivas limita el desarrollo de habilidades críticas en los docentes, lo cual repercute en su capacidad para fomentar un aprendizaje significativo en los estudiantes. Belvís et al. (2013) añaden que, aunque los programas educativos basados en la práctica reflexiva pueden generar altos niveles de satisfacción y aprendizaje, su impacto en la

práctica docente y en el aprendizaje de los estudiantes es moderado si no se integran de manera sistemática y continua.

Finalmente, el grupo de docentes que mostró un alto desempeño en el cuestionario CDAE destacó por su uso de estrategias pedagógicas constructivistas que fomentan la reflexión crítica y la comprensión sistémica de la relación sociedad-naturaleza en el contexto del CC. Las estrategias constructivistas son fundamentales en la EA ya que promueven el aprendizaje activo y el pensamiento crítico, permitiendo a los estudiantes construir su propio entendimiento de los problemas ambientales a través de la interacción con su entorno y experiencias previas. Esto no solo mejora su conocimiento sobre temas ambientales, sino que también les brinda oportunidades para actuar (Lord, 1999; García-Díaz, 2004; Karahan & Roehrig, 2015).

4.1.4. Correlación entre los resultados de los cuestionarios

En la tabla 18 se presentan los resultados de la correlación entre los niveles de desempeño de cada uno de los cuestionarios. Por ejemplo, en el cuestionario CD, 43 docentes se encontraron en desempeño alto, de los cuales 10 tuvieron un desempeño alto en el cuestionario CDAE, 26 desempeño medio y 7 desempeño bajo.

Tabla 18.

Correlación de los resultados obtenidos en los cuestionarios CD y CDAE.

CD	Desempeño	CDAE		
		Alto=21	Medio=97	Bajo=105
	Alto=43	10	26	7
	Medio=129	9	64	56
	Bajo=51	2	7	42

Fuente: Elaboración propia

Una vez se correlacionaron los grupos entre cada uno de los cuestionarios, se procedió a calcular el coeficiente de correlación de Pearson, el cual fue de 0,55 ($p=0,000$). En este sentido, la correlación obtenida entre el nivel del CD y CDAE fue positiva media, según el rango de interpretación mencionado por Hernández-Sampieri et al. (2014) para este coeficiente.

Los resultados coinciden con lo observado en la investigación de Kaya et al. (2021), donde se reportó un coeficiente de correlación de $r = 0.560$, $p = 0.000$ entre CD y CDAE para el tópico

de lluvia ácida. En ambos casos, la correlación fue positiva moderada. Según la tabla 18, los docentes con un alto desempeño en CD (43) mostraron mayoritariamente un desempeño medio en CDAE (26), seguido por un desempeño alto (10) y bajo (7). Una similitud se encuentra en el nivel medio de CD, donde la mayoría de los docentes clasificados en este nivel (129) también obtuvieron un desempeño medio en CDAE (64). En el nivel bajo de CD, los resultados son aún más claros: la mayoría de los docentes agrupados en este nivel (51) mostraron un desempeño bajo en CDAE (42).

Con lo anterior, es posible inferir que el CD que presentaron los docentes sobre CC, influye en su nivel de conocimiento sobre el CDAE, y con ello en su conocimiento pedagógico sobre el tema. Es decir, los docentes que presentaron un CD débil les costó trabajo identificar e interpretar las dificultades de aprendizaje de los estudiantes, y por consiguiente dirigir estrategias pedagógicas pertinentes para generar un cambio conceptual de los estudiantes sobre el tema.

Este hallazgo también concuerda con lo planteado por Daehler et al. (2015) quienes consideran que los maestros que tienen un CD débil luchan para identificar conceptos erróneos en el trabajo de los estudiantes. Los autores plantean que las debilidades en CD y CDAE en un tópico determinado, limitan las habilidades de los docentes para diseñar e implementar estrategias instruccionales con los estudiantes. Asimismo, Chan & Yung (2018) encontraron que la conexión entre CD y CDAE permite a los profesores hacer conjeturas respecto a las dificultades de aprendizaje de los estudiantes. Esto, a su vez, les permite formular estrategias instruccionales correspondientes para hacer frente a las ideas alternativas de los estudiantes.

Además, investigaciones adicionales, como la de Chang et al. (2020) han demostrado que la mejora en el CD de los docentes está asociada con una mejora en el rendimiento de los estudiantes, lo que sugiere que un CD fuerte puede influir positivamente en las capacidades pedagógicas de los docentes. En el estudio de Suharta y Parwati (2020) se encontró que el CD de los profesores tiene una relación positiva significativa con el rendimiento en matemáticas de los estudiantes. Esto implica que los estudiantes cuyos profesores tienen un alto CD tienden a obtener mejores resultados en matemáticas. Estas investigaciones ponen de manifiesto que el nivel de CD de los docentes no solo influye en el conocimiento pedagógico de la materia que enseñan, sino que también está relacionado con el aprendizaje de los estudiantes.

Este planteamiento se corresponde con lo detectado en la viñeta II del cuestionario de CDAE, en la que se solicitó a los docentes analizar las argumentaciones de los estudiantes en torno

a un experimento sobre el efecto invernadero. Esta fue una de las viñetas en las que se evidenció un mayor nivel de desempeño bajo en los docentes. La mayoría no identificó las dificultades de aprendizaje en los estudiantes, a pesar de que algunos de ellos confundían el efecto invernadero con la capa de ozono y consideraban que el bicarbonato de sodio es un gas de efecto invernadero. Asimismo, la mayoría consideró que el experimento realizado por los estudiantes para explicar el CC fue adecuado, a pesar de que el experimento no incluía la variable de luz infrarroja y que el aumento de la temperatura en el sistema se debía principalmente a una reacción exotérmica.

De lo anterior, es evidente que existen debilidades conceptuales en los docentes respecto al efecto invernadero, lo que les dificulta identificar las dificultades de aprendizaje de los estudiantes. Esto conlleva a que no tengan claridad sobre el tipo de estrategias instruccionales que deben emplearse para generar un cambio conceptual en los estudiantes sobre el tema.

En resumen, los resultados indican que el CD no solo influye en el conocimiento pedagógico de la materia que enseñan los docentes, sino que también está directamente relacionado con el aprendizaje de los estudiantes. Las debilidades conceptuales en CD dificultan que los docentes identifiquen adecuadamente las dificultades de aprendizaje y diseñen estrategias instruccionales eficaces. Este hallazgo resalta la importancia de fortalecer el CD y el CDAE en los programas de DPD para mejorar el aprendizaje de los estudiantes.

4.1.5. Niveles de complejidad sobre Cambio climático

4.1.5.1. Niveles de complejidad en el Conocimiento Disciplinar. En la tabla 19 se presentan los niveles de complejidad identificados en las respuestas de los docentes en el cuestionario de CD.

Tabla 19.

Niveles de complejidad identificados en CD sobre CC.

Categorías	Nivel I	Nivel II	Nivel III
Concepción del CC	Se asocia exclusivamente con el aumento de la temperatura (calentamiento global).	Cambios de variables climáticas como la temperatura y las precipitaciones en un momento y en un lugar	Cambios sistemáticos en el clima durante periodos largos de tiempo. Se diferencia el concepto de clima de tiempo atmosférico.

		determinado. (tiempo atmosférico).	
Causas	Contaminación de la atmósfera ocasionada por el ser humano, principalmente por el mal manejo de residuos sólidos, afectación del sistema hídrico y sustancias nocivas producidas por el uso de combustibles fósiles.	Contaminación de la atmósfera ocasionada por el uso de combustibles fósiles en el transporte, la industria, la deforestación de bosques y actividades agropecuarias como la ganadería.	Aumento de gases efecto invernadero producidos por el uso de combustibles fósiles, hábitos de consumo que aumentan la huella de carbono (transporte, alimentación, vestuario, tecnología), deforestación, cambios en el uso del suelo, monocultivos, ganadería, afectación de los sumideros de CO ₂
Impacto	Se relaciona la problemática particularmente con el descongelamiento de los casquetes polares, el aumento del nivel del mar, el daño de la capa de ozono, aumento del cáncer en la piel.	Aumento de la temperatura, cambios en los patrones de lluvia, afectación de la biodiversidad, aumento del nivel de mar, aumento de los gases efecto invernadero (principalmente CO ₂) y aumento de enfermedades respiratorias en el ser humano.	Componente ecosistémico: aumento del nivel del mar, cambios en las precipitaciones, afectación del sistema hídrico, calentamiento global por aumento del efecto invernadero, aumento de la acidez de los océanos, pérdida de la biodiversidad. Componente social: conflictos geopolíticos, problemas de alimentación por pérdida de productividad del suelo, aumento de enfermedades respiratorias, mentales, cutáneas, gastrointestinales, inmunitarias, desplazamientos de comunidades.
Soluciones	Medidas individuales y reactivas: manejo de residuos sólidos, uso eficiente del agua y de	Uso de energías alternativas, cambios en hábitos de consumo (transporte público, uso	Se diferencian medidas de adaptación y mitigación al cambio climático. Se contemplan medidas

	la energía y el uso de la bicicleta.	de la bicicleta, disminución del consumo de carne, uso eficiente del agua y de la energía eléctrica)	individuales (cambios en hábitos de consumo) medidas del ámbito político (planes de ordenamiento territorial, transición a fuentes de energías alimenticias). Medidas del ámbito económico (incentivo de la economía local e impuestos a los combustibles fósiles, desincentivo a la obsolescencia programada) y educación ambiental.
Tipo de conocimiento	Reduccionista. Conocimiento incipiente de relaciones unicasales (contaminación-aumento de temperatura del planeta).	Mixto (incipiente/informado). Relaciones multicausales de la problemática (aumento de gases efecto invernadero se relaciona con impactos del orden ecosistémico y social).	Informado. Se establecen relaciones complejas de la problemática en el ámbito social y ecosistémico. Relación del aumento de los GEI con dimensiones del orden político, económico, cultural, y ecosistémico.

Fuente: Elaboración propia

A partir de los resultados obtenidos en la categorización de los niveles de complejidad en CD es posible considerar que el nivel de complejidad (I) está asociado a una perspectiva reduccionista del CC, concebido desde una relación binaria de causa y efecto (contaminación-aumento de temperatura). Aquí la relación de elementos del orden ecosistémico y social en la comprensión de la problemática es deficiente; es decir, no hay una comprensión profunda de las causas ni de las consecuencias del CC en estas dimensiones, ni de las interacciones que allí emergen. Por ejemplo, no se identifica la relación entre ganadería y CC, ni el impacto que tiene la problemática en la salud de las personas. Generalmente, se asume que la problemática afecta ecosistemas alejados del contexto local (polos del planeta), ya que la concepción del tema se relaciona principalmente con la variable de temperatura.

Este último elemento coincide con lo detectado por Quiroga-Durán (2018) quien, en un estudio de CDC sobre CC en docentes de Bogotá, encontró que existe una tendencia a creer que la

afectación sólo se da en lugares lejanos, como los polos. Aunque se relaciona acertadamente con los problemas sociales, es importante hacer referencia al contexto cercano del individuo para establecer responsabilidades personales y colectivas.

Estas características en el nivel de complejidad incipiente son coherentes con lo planteado por Fernández-Arroyo y Rodríguez-Marín (2017). En su estudio sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje relacionados con el agua en el marco de las hipótesis de transición, plantean que en un primer nivel de complejidad se encuentran percepciones que hacen parte del mesocosmos, es decir, el mundo de lo evidente, de la información que llega directamente sin someterse a un análisis crítico y reflexivo, ni considerar elementos de las diferentes dimensiones relacionadas con el fenómeno de estudio.

En el caso particular del CC, es recurrente encontrar en los medios de comunicación la idea de que el fenómeno se asocia exclusivamente con el aumento de la temperatura y el descongelamiento de los casquetes polares (Gallego-Torres y Castro-Montaña 2020; Bello-Benavides, et al., 2017). Esta percepción se refuerza con la imagen emblemática del oso polar tratando de sobrevivir en un trozo de hielo, frecuentemente presente en diversas fuentes de información. Lo cual, en gran medida, puede influir en las concepciones de un gran número de personas sobre el tema.

En cuanto al nivel de complejidad II (intermedio) en CD, se encontró una mayor riqueza de elementos en la comprensión de la problemática. En este sentido, el CC no se asocia exclusivamente con el aumento de la temperatura, sino con el cambio de otros parámetros como las precipitaciones. Asimismo, se identifican diferentes causas en el aumento de la problemática, más allá del uso de combustibles fósiles, tales como la ganadería y la deforestación. Respecto a los impactos, se consideran consecuencias en el contexto local, tales como la propagación de enfermedades en el ser humano, el aumento de la temperatura, el aumento de las precipitaciones y la afectación de la biodiversidad. También se identifican soluciones a la problemática que denotan una comprensión del concepto de mitigación al CC.

Lo anterior deja ver que se incluyen relaciones multicausales en la problemática, del orden ecosistémico y social. Sin embargo, sigue siendo evidente una mayor frecuencia de relaciones del orden biofísico, lo que explica la ausencia de relaciones a nivel de conflictos por uso del suelo, desplazamientos de comunidades, pobreza y violencia.

Esta tendencia fue identificada por Lopera y Villagrà (2020) en un estudio sobre alfabetización climática en la formación inicial y continua de los docentes, donde se detectaron concepciones en los docentes, centradas en las consecuencias del CC en el componente biofísico. También es identificada por Chang & Pascua (2017) quienes destacan que, aunque los estudiantes y docentes reconocen la relevancia del CC, la mayoría de las percepciones y enseñanzas se centran en los aspectos ecológicos más que en los sociales.

En el estudio de Fernández-Arroyo y Rodríguez-Marín (2017), se plantea que, en un nivel intermedio de complejidad para el sistema hídrico se reconocen elementos del microcosmos o del macrocosmos. En nuestro caso, de CC se identifica que el análisis del tema ya no centra únicamente en el impacto de la problemática en los polos del planeta, sino que se comprenden las causas y consecuencias en el contexto local. Además, se asocia no solo con el sistema atmosférico, sino también con la biosfera y la hidrosfera, lo que denota una mayor complejización de la problemática a nivel biofísico.

Finalmente, con relación al nivel de complejidad III, se identificó una riqueza de elementos en las concepciones de los docentes sobre el tema, lo que denota un conocimiento informado y una comprensión de relaciones complejas entre el componente ecosistémico y social del CC. De esta manera, a nivel del componente ecosistémico, fueron visibles las relaciones que se establecen entre la problemática con la atmósfera, la biósfera, la criósfera y la hidrósfera. Asimismo, se identificaron causas y consecuencias asociadas al componente social, reflejadas en la inclusión de conceptos en las respuestas como la huella de carbono, conflictos geopolíticos, cambios en el uso del suelo, desplazamientos de comunidades y hábitos de consumo responsable.

También se mencionaron soluciones a la problemática a nivel de medidas de adaptación y mitigación al CC, y se establecieron relaciones entre el CC con la ganadería, o con la salud de las personas, lo que sugiere que los docentes se han informado de fuentes especializadas sobre el tema.

De acuerdo con la categorización de los niveles de complejidad planteada por Fernández-Arroyo y Rodríguez-Marín (2017), en este nivel est n presentes relaciones complejas en tres dimensiones: macro, meso y microcosmos. En nuestro caso, estas relaciones corresponden a las relaciones entre la problemática y los diferentes sistemas del planeta: hidrósfera, atmósfera, criósfera y biósfera, asimismo, con los componentes del ambiente: ecosistémico y social, y con las diferentes regiones del planeta afectadas por la problemática.

Aquí es preciso señalar que una complejización en la comprensión del ambiente y de la EA debe partir de la interacción de relaciones entre la sociedad y la naturaleza, tal como lo plantea Valderrama-Hernández et al. (2016) en un estudio sobre las concepciones y estrategias de los docentes en EA, en el que encontró que las concepciones complejas de los participantes se caracterizan por establecer relaciones que superan la perspectiva naturalista de la EA e incluyen dimensiones a nivel cultural, político y económico. De manera similar, González-Gaudio (2001) destaca la importancia de reconocer la estructura no lineal y articulada de los problemas ambientales, sugiriendo que el concepto de complejidad puede enriquecer significativamente el discurso de la EA al reemplazar la simple interdisciplinariedad.

4.1.5.2. Niveles de complejidad en el Conocimiento de las Dificultades de Aprendizaje de los Estudiantes. En la tabla 20 se presentan las categorías identificadas para uno de los niveles de complejidad en CDAE y su respectiva descripción.

Tabla 20.

Niveles de complejidad identificados en CDAE sobre CC.

Categorías	Nivel I	Nivel II	Nivel III
Identificación de dificultades de aprendizaje de los estudiantes	No se identifican dificultades de aprendizaje en los estudiantes ni errores conceptuales, a pesar de que los estudiantes conciben el CC como un fenómeno que afecta contextos alejados (casquetes polares-oso polar) y que se relaciona esencialmente con el aumento de la temperatura.	Se identifican los errores conceptuales más frecuentes y evidentes, como es el hecho de considerar que el CC se encuentra relacionada exclusivamente con el aumento de la temperatura y que es una problemática que afecta exclusivamente los polos y que no tiene impacto en el contexto colombiano. Identifican algunas fuentes en las concepciones de los estudiantes, como lo es el contexto escolar	Además de identificar concepciones previas como asociar el CC exclusivamente con el aumento de la temperatura y como una problemática alejada del contexto colombiano, también identifican errores conceptuales sobre la relación de la problemática en los ecosistemas y en la sociedad. Emplean su conocimiento especializado sobre el tema para identificar errores conceptuales en los estudiantes, ejemplo: la confusión entre efecto invernadero y capa de

	y los medios de comunicación.	de	ozono, la no relación entre la ganadería y el cambio climático o la confusión entre los gases efecto invernadero. También identifican que la mayoría de los estudiantes comprenden algunas consecuencias del cambio climático, pero no sus causas directas, y que tienen una perspectiva catastrófica y pesimista de la problemática. Por otra parte, identifican varias fuentes en las concepciones de los estudiantes: contexto escolar, comunitario, familiar, medios de comunicación y experiencias propias de la transformación de sus territorios.
Estrategias pedagógicas para generar cambio conceptual:	Principalmente son de corte transmisionista: información transmitida por el docente. No se encuentran dirigidas a la construcción de conocimiento crítico y reflexivo sobre la problemática, sino a la acumulación de información, a través de herramientas como: carteleras, explicaciones del docente, proyección de videos. Se plantean estrategias de corte activista: separación en la fuente de residuos, campañas para el uso eficiente del agua y al	Principalmente son de corte naturalista, asociadas a la enseñanza de las Ciencias Naturales. Si bien, están dirigidas a la comprensión del objeto de estudio, privilegian el componente biofísico de la problemática, como, por ejemplo: realización de experimentos sobre el tema, análisis de gráficos y datos estadísticos, análisis de imágenes de ecosistemas afectados, comparativo de GEI antes y después de la	Se abordan estrategias de corte constructivista y sistémicas, dirigidas a generar conocimiento crítico y reflexivo en los estudiantes y a comprender la problemática desde la interacción sociedad-naturaleza. Las estrategias se encaminan a identificar las ideas previas de los estudiantes sobre el tema, a darles un tratamiento coherente para generar un cambio conceptual, a promover la participación, el diálogo, el trabajo en equipo y la reflexión de los estudiantes. Algunas de ellas son: análisis de ciclo de vida, análisis de líneas

energía y salidas ecológicas. No se identifican las fuentes en las concepciones de los estudiantes sobre el tema.	revolución industrial, explicaciones magistrales del docente sobre diferencia entre cambio climático y tiempo atmosférico.	de tiempo, juego de roles, historias de vida, cartografía social, análisis de estudios de caso, cine foro, entrevistas a líderes ambientales, análisis de fotografías de la transformación de los territorios, entre otras.
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Elaboración propia

En el caso de los resultados obtenidos de la categorización de los niveles de complejidad en CDAE, se evidenció que en el nivel de complejidad I no se identificaron las dificultades de aprendizaje de los estudiantes ni sus errores conceptuales más frecuentes sobre CC. Este nivel de complejidad se caracteriza por la poca o nula relación de elementos pedagógicos en los docentes que den cuenta de las concepciones previas de los estudiantes, de su conocimiento cotidiano y experiencial y de la manera en qué aprenden un tópico en particular. Esto puede deberse a un conocimiento disciplinar débil de los docentes sobre el CC, que no les permite identificar los vacíos conceptuales o necesidades de aprendizaje en los estudiantes (Daehler et al., 2015; Chan & Yung 2018; Kaya et al., 2021).

García-Díaz (2004) plantea que un reduccionismo frecuente en EA es ignorar el conocimiento cotidiano presente en las concepciones de los que aprenden o considerar que esas ideas deben ser sustituidas por el conocimiento del educador. Sin embargo, según lo detectado en el cuestionario de CDAE, no siempre se ignoran las concepciones previas del estudiante, por una suerte de superioridad conceptual del docente. En muchos casos, es precisamente la falta de conocimiento sobre un tema en particular, lo que impide contar con información sólida y bases epistemológicas fuertes para abordar el conocimiento cotidiano de los estudiantes. (García-Díaz, 2004; Summers et al., 2000; Otero & Nathan, 2008; Esa, 2010).

Otra característica identificable en este nivel de complejidad, son las estrategias pedagógicas de corte transmisionista empleadas por los docentes para generar un cambio conceptual. Según Mora-Penagos (2011), estas estrategias forman parte de un modelo didáctico tradicional en EA, en el que se privilegia la transmisión de información de “verdades acabadas”

de los expertos a los aprendices, esperando con ello modificar actitudes y adquirir hábitos proambientales, sin un ejercicio reflexivo por parte de los que aprenden.

Asimismo, en este nivel se identificaron estrategias de corte activista, en las que pareciera que cualquier tipo de actividad cuenta al momento de enseñar CC. Aunque este tipo de estrategias se enmarcan en el ámbito de la EA, no necesariamente están dirigidas a abordar las concepciones previas ni las dificultades de aprendizaje de los estudiantes sobre el CC. Aquí es preciso señalar lo mencionado por García-Díaz (2004) al respecto: “las actuaciones que desarrollan las personas vinculadas a la educación ambiental responden más a unos estereotipos, rutinas y lugares comunes que a propuestas didácticas serias y fundamentadas” (p. 90).

Así pues, lo mencionado anteriormente es coherente con una de las características planteadas por Fernández-Arroyo y Rodríguez-Marín (2017) para este nivel de complejidad, en la que se hace referencia a que solo se reconocen los elementos evidentes y de percepción directa (mesocosmos), apoyados en percepciones. Es decir, los docentes en este nivel, suelen emplear estrategias pedagógicas que, según con sus percepciones y/o motivaciones, consideran que pueden impactar el aprendizaje de los estudiantes, sin realizar un análisis elaborado de su pertinencia o impacto real en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Respecto al nivel de complejidad II, es posible considerar que los docentes en este nivel, identificaron las dificultades de aprendizaje más evidentes y frecuentes en los estudiantes, relacionadas, en el caso del CC, con la concepción de la problemática exclusivamente desde el parámetro de temperatura o como un fenómeno aislado del contexto local. Fernández-Arroyo y Rodríguez-Marín (2017) indican que este nivel se caracteriza por el reconocimiento de algunos elementos del macro o microcosmos del objeto de estudio. De ahí que, para este caso, se relacionan elementos en la dimensión biofísica como la variable de temperatura y el contexto en el que se desarrolla la problemática.

Sin embargo, este nivel de conocimiento sobre la problemática no es suficiente para abordar las concepciones diversas y complejas, así como los errores conceptuales de los estudiantes sobre el tema. En un estudio de representaciones sociales de docentes sobre CC, realizado por Gallego-Torres y Castro-Montaña (2020), se encontró que poseen una idea vaga en torno al modelo científico del CC y sus elaboraciones son fruto de la popularización que se ha hecho del mismo, a través de los medios de comunicación. Así, la información llevada al aula sobre el tema y la empleada para identificar las dificultades de aprendizaje de los estudiantes carece del rigor

científico necesario para generar un cambio conceptual en ellos (Favier et al., 2021; Liu et al., 2015; Lombardi & Sinatra, 2013; Porter et al., 2012; Shepardson et al., 2009).

En cuanto a las estrategias pedagógicas empleadas por los docentes en este nivel de complejidad, la mayoría presenta un enfoque naturalista de la EA, es decir, se enmarcan en la enseñanza de las Ciencias Naturales. En un estudio cartográfico de las principales corrientes de EA en Latinoamérica, realizado por Sauvé (2004) se encontró que una de las corrientes que se presenta con mayor predominancia, es precisamente la naturalista.

Si bien, es necesario una comprensión de las problemáticas ambientales desde el componente biofísico, se requiere una complejización de las prácticas y conocimientos al momento de abordarlas, ya que en ellas confluyen dinámicas del orden cultural, político y económico (Korfiatis, 2005 y Strang, 2009). Por lo tanto, en este nivel de complejidad, es necesario que los docentes avancen en estrategias pedagógicas sistémicas que contribuyan a la comprensión del CC en su complejidad.

Finalmente, en el nivel de complejidad III, se encontró que los docentes emplean su conocimiento especializado sobre el tema para identificar ampliamente las diferentes concepciones, dificultades de aprendizaje y errores conceptuales de los estudiantes sobre el CC.

De acuerdo con la categorización de Fernández-Arroyo y Rodríguez-Marín (2017), este nivel se caracteriza por la riqueza de elementos de análisis sobre el tema de estudio, las relaciones complejas y el reconocimiento de las diferentes dimensiones (macro, meso y microcosmos) asociadas al tema.

Pues bien, en este nivel los docentes no solo identificaron las dificultades de aprendizaje más evidentes en los estudiantes, sino que también establecieron relaciones con las emociones y sentimientos de los estudiantes. Esto es fundamental, ya que una EA que privilegia una perspectiva catastrófica del CC a menudo provoca emociones intensas, como la ira y la desesperanza, las cuales pueden influir en cómo los estudiantes perciben y comprenden el CC (Lombardi & Sinatra, 2013).

Los docentes también reconocieron la diversidad de fuentes en sus concepciones y tuvieron una perspectiva sistémica sobre la problemática, comprendiendo que en muchos casos los estudiantes asocian el CC como un problema exclusivamente de la naturaleza. Asimismo, el conocimiento contextualizado de los docentes sobre el tema, permite identificar necesidades de aprendizaje en los estudiantes, facilitando una comprensión de la problemática desde una perspectiva global y local.

Ahora bien, en cuanto a las estrategias pedagógicas empleadas por los docentes en este nivel de complejidad, se identificaron estrategias de corte constructivistas, dirigidas al desarrollo de pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes. Al Respecto García-Díaz (2004) en su libro *“Educación Ambiental, constructivismo y complejidad”* plantea que el constructivismo como modelo didáctico, contribuye a que el estudiante aprenda desde la interacción social y la experiencia propia, propiciando la reorganización de las ideas, la elaboración social del conocimiento y el aprendizaje significativo. Así pues, el ambiente y la EA como dimensiones complejas del conocimiento demandan de estrategias que permitan la participación activa del educador, el diálogo con diferentes fuentes de conocimiento y la formulación de preguntas que cuestionen la realidad (Doychinova, 2023; García-Díaz, 2004; Holley & Park, 2020).

Es claro entonces, que una de las características de este nivel de complejidad es la relación del CC con estrategias pedagógicas que promueven la construcción personal y social del conocimiento y que dan sentido a la experiencia de aprendizaje en los estudiantes, al tiempo que conllevan a la comprensión de las problemáticas ambientales desde la interacción compleja entre la esfera cultural y ecosistémica.

En conclusión, los resultados obtenidos en la categorización de los niveles de complejidad de CD y CDAE revelan una diferenciación de elementos conceptuales en la comprensión del CC y su enseñanza.

En el nivel de complejidad I, se identificó una perspectiva reduccionista del CC, enfocada principalmente en una relación binaria de causa y efecto (contaminación-aumento de temperatura). Esta visión limitada refleja una deficiencia en la comprensión de las causas y consecuencias del CC en dimensiones ecosistémicas y sociales, coincidiendo con estudios previos que señalan la tendencia a considerar el impacto del CC únicamente en lugares lejanos, como los polos. La enseñanza en este nivel se caracteriza por estrategias pedagógicas transmisivas y activistas que no abordan adecuadamente las concepciones previas ni las dificultades de aprendizaje de los estudiantes.

En el nivel de complejidad II, los docentes muestran una mayor comprensión del CC, reconociendo múltiples causas del fenómeno, como el uso de combustibles fósiles, la ganadería y la deforestación. Además, identifican diversas consecuencias del CC, como la propagación de enfermedades, el aumento de la temperatura, el cambio en los patrones de precipitación y la pérdida de la biodiversidad. Sin embargo, esta comprensión aún tiende a centrarse en el

componente biofísico, sin integrar suficientemente las dimensiones sociales y económicas del CC. Las estrategias pedagógicas en este nivel muestran una predominancia de la corriente naturalista de la EA, lo que sugiere la necesidad de avanzar hacia enfoques más sistémicos que aborden la complejidad de las problemáticas ambientales.

Finalmente, el nivel de complejidad III evidencia una comprensión informada del CC, con una integración de los componentes ecosistémicos y sociales. Los docentes en este nivel identifican ampliamente las dificultades de aprendizaje y errores conceptuales de los estudiantes, estableciendo relaciones complejas y reconociendo las emociones y sentimientos asociados al CC. Las estrategias pedagógicas empleadas son de corte constructivista, encaminadas al desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

4.1.6. Diferencias significativas entre el desempeño de los docentes e información sociodemográfica

A continuación, se presentan los resultados obtenidos mediante la aplicación del estadístico de Chi cuadrado, para determinar la existencia de diferencias significativas entre los niveles de CD y CDAE sobre CC y las variables sociodemográficas relevantes asociadas a su desarrollo profesional docente.

Después de haber identificado y caracterizado dos componentes del CDC: CD y CDAE, se procedió a relacionar en términos estadísticos algunos ítems de información sociodemográfica de los docentes con el desempeño en cada uno de estos componentes, tal como se muestra en las tablas 21 y 22, respectivamente. Es importante señalar que, para los fines investigativos de esta propuesta, los cuales se centran en establecer la relación del CDC con el DPD, resulta pertinente analizar la existencia o no de diferencias significativas entre algunas características sociodemográficas asociadas a su DPD, con su desempeño en CDC. Los resultados de este apartado se constituyen a la vez en insumos para analizar los resultados de la fase cualitativa de la investigación (objetivo 3).

Los resultados en la tabla 15 indican que los ítems en los que se observaron diferencias significativas respecto al desempeño en CD fueron: la participación previa de los docentes en un curso de cambio climático, la realización de investigaciones en EA y el tipo de colegio en el que laboran (rural, urbano o expansión-urbano). Los otros ítems, que se presentan en la tabla, a pesar

de mostrar diferencias en los resultados de desempeño, no son significativos, por lo tanto, no permiten establecer una asociación directa con el desempeño en CD.

En relación con el tipo de colegio al que pertenecen los docentes, los resultados de la prueba de CD mostraron un mejor desempeño en los docentes de colegios urbanos en comparación con los docentes de colegios rurales. Entre los docentes urbanos, el 59% se ubicó en un nivel medio, el 21% en un nivel bajo y el 20% en un nivel alto. Por otro lado, entre los docentes rurales, el 70% se encontró en un nivel bajo y el 30% en un nivel alto. Estos resultados reflejan las brechas educativas existentes entre los contextos rural y urbano, no solo en términos de la calidad formativa de los docentes, sino también en la calidad educativa que pueden recibir los estudiantes.

Tabla 21.*Resultados de chi cuadrado para el cuestionario de CD*

Ítem	Categoría	Nivel de desempeño en CD			Chi tabla	p	Chi calculado	Hipótesis nula (H0)	Resultado
		Frecuencias observadas (%)							
		Bajo	Medio	Alto					
Decreto	1278	21,69	58,73	19,58	5,99	0,61	0,97	No existen diferencias significativas entre el decreto al que pertenecen los docentes y su desempeño en CD	Se acepta H0
	2277	29,41	52,94	17,65					
Participación en curso de cambio climático	Sí	3,33	55,00	41,67	5,99	2,34E-08	35,14	No existen diferencias significativas entre los docentes que participaron en el curso de cambio climático y los que no, en su desempeño en CD	Se rechaza H0
	No	30,06	58,90	11,04					
Género	Hombre	15,94	62,32	21,74	5,99	0,25	2,75	No existen diferencias significativas entre el género de los docentes y su desempeño en CD	Se acepta H0
	Mujer	25,97	55,84	18,18					
Participación en comunidades de aprendizaje	Sí	12,90	66,13	20,97	5,99	0,09	4,87	No existen diferencias significativas entre los docentes que participan en comunidades de aprendizaje y los que no, en su desempeño en CD	Se acepta H0
	No	26,71	54,66	18,63					
Nivel de formación	Pregrado	35,29	50,00	14,71	5,99	0,17	3,57	No existen diferencias significativas entre el nivel de formación de los docentes y su desempeño en CD	Se acepta H0
	Posgrado	20,63	59,26	20,11					
Años de experiencia	Menos de un año	100,00	0,00	0,00	21,03	0,07	19,81	No existen diferencias significativas entre los años de experiencia de los docentes y su desempeño en CD	Se acepta H0
	1-3 años	50,00	0,00	50,00					
	3-5 años	16,67	83,33	0,00					
	5-7 años	8,33	50,00	41,67					
	7-10 años	20,00	65,00	15,00					
	10-20 años	17,78	60,00	22,22					
	Más de 20 años	28,57	56,04	15,38					
Realización de investigaciones en educación ambiental	Sí	10,71	58,93	30,36	5,99	0,008	9,60	No existen diferencias significativas entre los docentes que han realizado investigaciones en educación ambiental y los que no, en su desempeño en CD	Se rechaza H0
	No	26,95	57,49	15,57					
Tipo de colegio al que pertenece el docente	Urbano	20,95	59,05	20,00	9,49	0,006	14,46	No existen diferencias significativas entre el tipo de colegio al que pertenecen los docentes y su desempeño en CD	Se rechaza H0
	Rural	70,00	30,00	0,00					
	Expansión/urbano	0,00	66,67	33,33					
Edad	20-25	100,00	0,00	0,00	18,31	0,20	13,49	No existen diferencias significativas entre la edad de los docentes y su desempeño en CD	Se acepta H0
	26-30	33,33	50,00	16,67					
	31-35	11,54	57,69	30,77					
	36-40	20,59	61,76	17,65					
	41-50	18,99	59,49	21,52					

Mayor de 51	28,95	56,58	14,47
-------------	-------	-------	-------

Nota: las categorías sombreadas en color naranja son aquellas en las que se evidenció mejores resultados en CD. Los resultados sombreados en azul representan las categorías en las que se rechaza la Hipótesis Nula (H0), es decir en las que se evidencian diferencias significativas.

Tabla 22.

Resultados de chi cuadrado para el cuestionario de CDAE.

Ítem	Categoría	Nivel de desempeño en CDAE			Chi tabla	p	Chi calculado	Hipótesis nula (H0)	Resultado
		Frecuencias observadas (%)							
		Bajo	Medio	Alto					
Decreto	1278	47,09	42,86	10,05	5,99	0,72	0,65	No existen diferencias significativas entre el decreto al que pertenecen los docentes y su desempeño en CDAE.	Se acepta H0
	2277	47,06	47,06	5,88					
Participación en curso de cambio climático	SÍ	26,67	58,33	15,00	5,99	8,51E-04	14,14	No existen diferencias significativas entre los docentes que participaron en el curso de cambio climático y los que no, en su desempeño en CDAE.	Se rechaza H0
	No	54,60	38,04	7,36					
Género	Hombre	39,13	47,83	13,04	5,99	0,21	3,17	No existen diferencias significativas entre el género de los docentes y su desempeño en CDAE.	Se acepta H0
	Mujer	50,65	41,56	7,79					
Participación en comunidades de aprendizaje	SÍ	35,48	51,61	12,90	5,99	0,09	4,86	No existen diferencias significativas entre los docentes que participan en comunidades de aprendizaje y los que no, en su desempeño en CDAE.	Se acepta H0
	No	51,55	40,37	8,07					
Nivel de formación	Pregrado	47,06	47,06	5,88	5,99	0,60	4,54	No existen diferencias significativas entre el nivel de formación de los docentes y su desempeño en CDAE.	Se acepta H0
	Posgrado	47,09	42,86	10,05					
Años de experiencia	Menos de un año	100,00	0,00	0,00	21,03	0,37	13,02	No existen diferencias significativas entre los años de experiencia de los docentes y su desempeño en CDAE.	Se acepta H0
	1-3 años	50,00	50,00	0,00					
	3-5 años	33,33	66,67	0,00					
	5-7 años	16,67	66,67	16,67					
	7-10 años	40,00	40,00	20,00					
	10-20 años	45,56	45,56	8,89					
	Más de 20 años	53,85	38,46	7,69					
Realización de investigaciones en educación ambiental	SÍ	33,93	51,79	14,29	5,99	0,05	5,81	No existen diferencias significativas entre los docentes que han realizado investigaciones en educación ambiental y los que no, en su desempeño en CDAE.	Se acepta H0
	No	51,50	40,72	7,78					
	Urbano	46,67	43,33	10,00	9,49	0,70	2,18		Se acepta H0
	Rural	60,00	40,00	0,00					

Tipo de colegio al que pertenece el docente	Expansión/urbano	33,33	66,67	0,00					No existen diferencias significativas entre el tipo de colegio al que pertenecen los docentes y su desempeño en CDAE.	
Edad	20-25	100,00	0,00	0,00					No existen diferencias significativas entre la edad de los docentes y su desempeño en CDAE.	
	26-30	33,33	33,33	33,33	18,31	0,007	23,87	Se rechaza H0		
	31-35	15,38	65,38	19,23						
	36-40	61,76	29,41	8,82						
	41-50	43,04	49,37	7,59						
	Mayor de 51	55,26	38,16	6,58						

Nota: las categorías sombreadas en color gris son aquellas en las cuales se evidenció mejores resultados en CDAE. Los resultados sombreados en rojo representan las categorías en las que se rechaza la Hipótesis Nula (H0), es decir en las que se evidencian diferencias significativas.

En el estudio de Bonilla-Mejía et al. (2018) publicado en el documento *¿Quiénes son los docentes en Colombia?*, al comparar el nivel educativo de los docentes se encontró que aquellos ubicados en zonas urbanas tienen en promedio mayor formación. En educación primaria, el 91.1% de los docentes urbanos poseen un título profesional, en comparación con el 75.7% de los docentes rurales. En cuanto a los docentes con posgrado, hay una diferencia de 14 puntos porcentuales a favor de los docentes urbanos. Esta diferencia es aún más pronunciada en el área de ciencias a nivel secundario. Por ejemplo, el 50.5% de los profesores de química en las ciudades tienen un posgrado, mientras que en las zonas rurales solo el 29.9% cuenta con esta formación.

Si bien algunas de estas diferencias pueden atribuirse a la falta de oportunidades para acceder a programas de formación, dadas las dificultades de cobertura y desplazamiento de los docentes, también están relacionadas con la pertinencia de dichos programas. Estos no siempre responden a las necesidades y características propias de las áreas rurales. Al respecto, el Ministerio de Educación de Colombia (MEN, 2018) señala lo siguiente: “para las zonas rurales existe un reto adicional, ya que no existen los lineamientos y orientaciones pedagógicas para el diseño de cursos de formación continua que respondan a las particularidades y retos específicos de la ruralidad” (p. 40).

Esto coincide con lo planteado por Cano y Espino (2020) quienes al hacer referencia al contexto de la educación en México consideran que la educación rural ha sido invisibilizada de los procesos institucionales de formación docente, los cuales cuentan con una oferta genérica asociada al currículo y temas transversales, que en la mayoría de los casos no responden a las particularidades y necesidades propias del contexto rural.

Otro factor que puede influir en el desarrollo profesional de los docentes de colegios rurales, así como en su nivel de conocimiento disciplinar y pedagógico en su área de desempeño, está relacionado con las barreras de infraestructura tecnológica en el contexto de la ruralidad (Kurmangaliyev, 2021; Peng et al., 2014; Williams et al., 2000).

Según un estudio del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2020), que comparó bienes y servicios de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en 49.902 sedes educativas de Colombia, de las cuales 32.411 pertenecían a las zonas rurales, se encontró que el acceso a las TIC es significativamente menor en las sedes rurales. Algunos datos que arrojó el estudio son los siguientes: acceso a internet (91.9% en sedes urbanas y 21,3% en

sedes rurales), línea telefónica (73,4% en sedes urbanas y 5,2% en rurales) y televisión (67,3% en sedes urbanas y 31,7% en sedes rurales).

Lo anterior revela un panorama poco alentador para el cierre de brechas en la calidad educativa en zonas rurales, especialmente en el contexto de la sociedad del siglo XXI, caracterizada por el flujo global de información y conocimiento a través de medios de comunicación masiva como internet, televisión, redes sociales y prensa. Esta realidad exige que los docentes se actualicen constantemente en el uso de TIC para responder a las nuevas formas de aprendizaje de los estudiantes (Barrera et al., 2018; Kurmangaliyev, 2021; Williams et a., 2000) Según Hernández-Suárez (2016), “en el ámbito académico, la formación digital y el conocimiento pedagógico sobre el uso de las TIC permiten a los docentes mejorar su práctica pedagógica y apoyan simultáneamente la adquisición de competencias por parte de los estudiantes” (p. 45)

Algunas de las competencias que plantea la UNESCO (2019) para los docentes en materia de TIC, hacen alusión particularmente, al desarrollo profesional, por ejemplo: utilizar la tecnología para interactuar con redes profesionales con miras a su propio desarrollo profesional, y construir comunidades del conocimiento y utilizar herramientas digitales para promover el aprendizaje permanente, lo cual impacta tanto el conocimiento profesional del docente como el aprendizaje de los estudiantes.

Todo lo anterior refleja un problema en términos de calidad educativa y de cierre de brechas entre zonas urbanas y rurales, con una incidencia directa en el aprendizaje y la adquisición de competencias de los estudiantes para enfrentar los desafíos globales.

Según el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2018), los jóvenes que terminan su último grado de bachillerato en las zonas rurales están en desventaja para ingresar a la educación superior en comparación con los estudiantes de zonas urbanas. A esto se suma la necesidad que tienen muchos estudiantes rurales de trabajar, lo cual limita su capacidad de optar por una carrera técnica o universitaria. Además, las zonas rurales cuentan con una menor oferta de educación media técnica y carecen de docentes técnicos calificados, lo que se refleja en procesos de formación débiles y en las pocas oportunidades que se les brindan para acceder a la educación terciaria.

Así las cosas, nos encontramos con dificultades de pertinencia y calidad en los procesos de formación docente en el contexto de la ruralidad colombiana y de barrera tecnológicas que impactan no solo el nivel de conocimiento pedagógico y disciplinar de los docentes, en contenidos

específicos como el CC, sino que pueden influir en el aprendizaje y el desarrollo de competencias por parte de los estudiantes.

Ahora bien, otro de los ítems de análisis en los que se evidenciaron diferencias estadísticas significativas en el nivel de desempeño en CD y CDAE fue la participación previa de los docentes en un curso de educación para el CC. Es importante destacar que este curso forma parte de una alianza estratégica entre la Secretaría de Educación del Distrito y la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Se lleva a cabo en modalidad Blended Learning y tiene una duración aproximada de cuatro meses. Durante el curso, se comparten recursos científicos y didácticos con los docentes para que profundicen su conocimiento sobre el tema e implementen los aprendizajes en el aula.

En el caso del cuestionario CD se encontró que los docentes que participaron en el curso presentaron un mejor nivel de desempeño (3,33% en nivel bajo, 55% en nivel medio y 41% en nivel alto) en comparación con los docentes que no participaron en el curso (30,06% en nivel bajo, 58,9% en nivel medio y 41,67 % en nivel alto). Respecto al cuestionario CDAE, también se encontró un mejor desempeño en los docentes que participaron en el curso (26,67% en nivel bajo, 58,33% en nivel medio y 15% en nivel alto) en comparación con los docentes que no participaron en el curso (54,60% en nivel bajo, 38,04% en nivel medio y 7,36% en nivel alto).

Algunos elementos destacados del curso son los siguientes: la duración de 60 horas, distribuidas entre trabajo autónomo y dirigido; la modalidad Blended Learning, que combina encuentros presenciales y virtuales; los recursos pedagógicos y científicos sobre CC disponibles en la plataforma Moodle; el trabajo en equipo de los docentes para compartir aprendizajes de cada sesión presencial y el diseño de actividades didácticas para abordar el contenido del CC en el aula, contextualizando la problemática en Colombia. Además, se destaca la integración del conocimiento científico con la pedagogía y la aplicación de los aprendizajes adquiridos en la elaboración de un proyecto práctico, desarrollado por los docentes, para ser implementado en el aula.

Este tipo de estrategias de DPD se enmarcan en lo que se denomina formación continua, la cual Aguirre-Canales et al. (2021) definen como “un proceso sistemático, consecuente y organizado en el cual los docentes en servicio participan de forma individual o colectiva en procesos de formación críticamente reflexiva propiciando el desarrollo de competencias profesionales” (p. 102).

Justamente, para que este tipo de estrategias, como lo son los cursos en temáticas específicas, tengan un impacto en el desarrollo de competencias profesionales, deben estar dirigidos a la práctica cotidiana de los docentes y a los problemas de la enseñanza y el aprendizaje (Vélaz de Medrano y Vaillant, 2011). Este es uno de los elementos característicos del curso de CC, en el que participaron los docentes. Los contenidos, recursos y metodologías que allí se abordaron, son aplicables al contexto de los colegios públicos de Bogotá y a las dificultades de aprendizaje frecuentes en los estudiantes sobre el CC.

Este curso también incorpora algunos elementos característicos del DPD en el CDC, tales como: centrarse en un tópico específico, en este caso, el cambio climático (CC), abordándolo no solo desde la perspectiva del conocimiento del contenido, sino también desde los procesos de enseñanza-aprendizaje en el aula, es decir, desde el enfoque del conocimiento pedagógico. Al respecto, varios autores coinciden en que el estudio y desarrollo del CDC debe centrarse en tópicos específicos (Abell et al., 2009; Van Driel & Berry, 2012; Kaya et al., 2021; Favier et al., 2021), ya que esto permite identificar en detalle el conocimiento previo de los docentes sobre el tema, las dificultades de aprendizaje de los estudiantes y las estrategias instruccionales dirigidas a promover un cambio conceptual.

Otra de las características del curso es que se alinea estrechamente con la práctica profesional de los docentes, brindándoles la oportunidad de reflexionar individual y colectivamente sobre los conceptos asociados al CC y las estrategias pedagógicas empleadas para su enseñanza. Además, tienen la oportunidad de desarrollar un proyecto final para aplicar los aprendizajes del curso en el contexto de los colegios donde laboran.

En este contexto, Van Driel & Berry (2012) argumentan que el desarrollo del CDC en la formación docente no debe verse como un proceso lineal en el que se transmite el conocimiento de los expertos a los docentes. En cambio, proponen un enfoque constructivista. Este enfoque debe brindar oportunidades para que los docentes compartan su conocimiento y experiencia sobre las estrategias y materiales de instrucción, y debe ser sensible a sus contextos profesionales específicos. Estos contextos están influenciados por factores como la cultura escolar, la población estudiantil, el tiempo disponible y otras características institucionales que impactan el currículo.

Continuando con los ítems que presentaron diferencias significativas con el nivel de desempeño en CD, Los resultados revelan diferencias significativas en el CD entre los docentes que han realizado investigaciones en EA y aquellos que no lo han hecho. Los docentes que han

llevado a cabo investigaciones en EA muestran un mejor desempeño en CD, con un 10,7% en nivel bajo, 58,93% en nivel medio y 30,36% en nivel alto. En contraste, el grupo de docentes que no ha realizado investigaciones presenta un 26,95% en nivel bajo, 57,49% en nivel medio y 15,57% en nivel alto.

Estos resultados sugieren que la reflexión sobre la práctica educativa tiene un impacto positivo en el desarrollo del conocimiento de los docentes. La comprensión de los problemas de aprendizaje en el aula y de las dinámicas contextuales que influyen en la enseñanza-aprendizaje, así como la práctica reflexiva, permite a los docentes desarrollar su conocimiento profesional, transformar su práctica pedagógica e influir en el aprendizaje de los estudiantes. (Carreño, 2021; Jones & Moreland, 2004; Usak et al., 2022)

Sobre esta cuestión, resulta innegable el impacto en doble vía de la investigación en el aula con el desarrollo profesional de los docentes y su conocimiento pedagógico y disciplinar del contenido. Los docentes que cuestionan la realidad educativa, reflexionan sobre ella y se actualizan para responder a los desafíos de su contexto, desarrollan una perspectiva crítica y compleja de los problemas de la educación. Esto les proporciona elementos conceptuales y didácticos para mejorar su práctica reflexiva, lo que, en esencia, deberían ser las características de un profesional de la educación (Cochran-Smith & Lytle, 1999; Vélaz de Medrano, Vaillant, 2011; Avalos, 2011 y Carreño, 2021).

Los modelos y estrategias de DPD destacan la investigación colaborativa basada en el contenido como un factor clave en la profesionalización de los docentes. Según Kedzior (2004), en la investigación basada en el contenido, "los maestros trabajan juntos para crear una comprensión más profunda de cómo sus estudiantes piensan y comprenden temas particulares" (p.3). Es decir, se trata de investigaciones que impactan el manejo del contenido y las dificultades de aprendizaje de los estudiantes, lo cual, facilita el desarrollo al CDC.

A propósito, es preciso señalar la relevancia que los estudios dan al DPD centrado en el contenido y en el aprendizaje de los estudiantes (Van Driel & Berry, 2011; Darling-Hammond et al., 2017; Evens et al., 2018a; Favier et al., 2021). Estos estudios sugieren que, en el proceso de profesionalización, los docentes construyen una comprensión del contenido y de la pedagogía que les brinda herramientas para desarrollar materiales y estrategias instruccionales que influyen en el aprendizaje de los estudiantes.

Lo planteado hasta acá, deja ver que la práctica reflexiva de los docentes y la investigación en el aula centrada en el contenido, propician una comprensión sistemática de los problemas de aprendizaje de los estudiantes, que van configurando en el docente un conocimiento del contenido y de la pedagogía, necesarios para desarrollar estrategias pedagógicas acordes al contexto y a las necesidades de los estudiantes. Es por ello, que los desafíos que nos plantea la sociedad global del conocimiento, demanda de profesores que se actualicen, investiguen y trabajen colaborativamente, para responder a los nuevos intereses y dinámicas de aprendizaje de los estudiantes, lo que en esencia configura su rol como profesional de la educación (Moutafidou et al., 2012; Vogrinc & Zuljan, 2009).

Finalmente, otro de los ítems de análisis en el que se evidenciaron diferencias estadísticas significativas, esta vez, con el desempeño de los docentes en CDAE, fue el de la edad de los docentes (tabla 22). Aquí se encontró que los docentes con mejor desempeño fueron los pertenecientes al rango de edad entre los 31 y 35 años (15,38% en nivel bajo, 65,38% en nivel medio y 19,23% en rendimiento alto). En contraste, los docentes de menor desempeño estaban en el rango de edad entre los 20 y 25 años (100% en nivel bajo) y en el rango entre 36 y 40 años (61,76% en nivel bajo, 29,41% en nivel medio y 8,82% en nivel alto). Aunque la literatura no señala diferencias en el CDC de los docentes según su edad, sí lo hace respecto a su experiencia, mostrando distinciones entre profesores noveles y experimentados.

Así, por ejemplo, en un estudio de Onslow (como se citó en Kind, 2009) sobre profesores de Química que enseñan isotopos, se encontró que los profesores noveles adoptan un modelo de enseñanza de transmisión, a diferencia de los docentes experimentados que adoptaron estrategias de tipo constructivistas, para lograr un aprendizaje significativo de los estudiantes sobre el tema.

Asimismo, Abell et al. (2009) proponen un modelo de desarrollo de CDC para profesores de ciencias basado en su experiencia, en el que hay diferentes roles, que se van adaptando gradualmente de acuerdo con su experiencia en el aula y su nivel de formación. Estos roles son: observador, aprendiz, par, instructor independiente y mentor.

Por otra parte, Candela y Viafara (2014) consideran que el CDC de los profesores experimentados, documentado y representado en estrategias como los CoRe y los PaP-er, que capturan la manera en que los docentes planifican y desarrollan un contenido en particular con sus estudiantes, puede ser útil en los programas de educación para profesores en formación.

Sin embargo, Parga-Lozano y Mora-Penagos (2014) plantean que los futuros profesores no pueden aprender directamente del CDC de los profesores expertos. En su lugar, es necesario generar propuestas formativas que respondan a los contextos específicos de los docentes, partiendo de un diseño curricular general sustentado en un CDC común.

Otro factor que puede explicar las diferencias entre profesores noveles y experimentados es el conocimiento práctico que poseen los docentes experimentados. Así lo reporta el estudio de Evens et al. (2018b), quienes evaluaron las diferencias del CDC en profesores de francés en servicio y en formación. El estudio encontró que los profesores en servicio demostraron un mayor conocimiento práctico en términos de comprensión de cómo los estudiantes aprenden y cuáles son sus necesidades específicas. Esto sugiere que la experiencia práctica en el aula mejora la capacidad de los profesores para adaptarse a las necesidades de los estudiantes.

Asimismo, en el estudio de Aydin-Gunbatar & Akin et al. (2021) en un estudio de CDC con docentes de Química, entorno a la enseñanza de reacciones químicas se encontró que los docentes experimentados, en contraste con los noveles, mostraron interacciones en más de dos componentes del CDC: el conocimiento del alumno, el conocimiento del currículo y el conocimiento de las estrategias instruccionales, en la mayoría de sus prácticas. Además, los profesores experimentados fueron más exitosos en aplicar su CDC en el aula, demostrando una mayor autoeficacia y confianza en su capacidad para enseñar el tema de estudio.

Si bien estos estudios respaldan la idea de que una mayor experiencia se relaciona con mejores desempeños en CDC, no podemos concluir que exista una relación causal directa entre estas categorías. Los datos en la tabla 21 muestran que, para el ítem de edad, los docentes mayores de 51 años presentaron un menor desempeño en CD (55,26% en nivel bajo, 38,16% en nivel medio y 6,58% en nivel alto) en comparación con los docentes de 31 a 35 años, quienes evidenciaron un mayor desempeño (15,38% en nivel bajo, 65,38% en nivel medio y 19,23% en nivel alto).

Al respecto algunos estudios han identificado que los profesores a punto de jubilarse pueden tener un menor rendimiento en comparación con sus colegas más jóvenes. Fitzpatrick & Lovenheim (2014) analizaron un programa de incentivos para el retiro temprano en Illinois y encontraron que, aunque los maestros experimentados poseen un buen nivel de conocimiento y experiencia, aquellos cercanos a la jubilación tienden a esforzarse menos en sus roles debido a una menor motivación y actualización en prácticas pedagógicas modernas. Este estudio sugiere que la

eficacia de los maestros mayores puede disminuir debido a una falta de adaptación a nuevas metodologías educativas, lo que impacta negativamente en el rendimiento estudiantil.

Por otro lado, Kim et al. (2017) investigaron los efectos de los cambios en los planes de pensiones sobre la retención de maestros experimentados en áreas de alta demanda, como las ciencias y las matemáticas. Los resultados mostraron que, a pesar de los incentivos financieros, los maestros mayores eran menos efectivos en comparación con los más jóvenes debido a la reducción de su compromiso y energía en el aula. Este hallazgo refuerza la idea de que los maestros cercanos a la jubilación pueden no estar tan motivados para implementar innovaciones pedagógicas o para mantener la misma calidad de enseñanza que sus colegas más jóvenes.

El estudio de Papay & Kraft (2015) sugiere que, a medida que los docentes se acercan a la jubilación, hay una tendencia a que la productividad se estabilice e incluso decline en algunos casos. Esto podría deberse a una combinación de factores como el desgaste profesional (burnout), la resistencia a adoptar nuevas tecnologías y métodos pedagógicos, y cambios en las demandas del rol docente que pueden ser desafiantes para los docentes más veteranos.

En conclusión, la evidencia sugiere que los profesores a punto de jubilarse presentan desafíos específicos que pueden afectar negativamente su rendimiento en comparación con profesores más jóvenes. La disminución de la motivación, la falta de adaptación a nuevas metodologías y la percepción negativa de los estudiantes contribuyen a esta disminución en la calidad de la enseñanza. Estos hallazgos resaltan la importancia de diseñar programas de desarrollo profesional y políticas de incentivos que aborden estas diferencias y promuevan una enseñanza efectiva a lo largo de toda la carrera docente (Fitzpatrick & Lovenheim, 2014; Kim et al., 2017; Papay & Kraft 2015).

En este contexto, es preciso aclarar que la intención no es establecer una relación causal directa entre la edad y el desempeño en el aula, ya que este último se ve afectado por diversos factores, incluyendo aspectos personales, profesionales y contextuales (Yariv, 2011). Sin embargo, la experiencia en el aula, más allá del mero paso del tiempo, sí guarda una relación significativa con el DPD. Esto se traduce principalmente en la adquisición de conocimientos y habilidades que permiten a los docentes ejercer una mejor labor y fortalecer su identidad profesional (OCDE, 2009; Gess-Newsome, 2015; Darling-Hammond et al., 2017).

Todo lo anterior deja ver que, en los procesos de DPD, basados en el CDC, es importante tener en cuenta como uno de los elementos fundamentales, la experiencia de los docentes en el

aula, que, en conjunto con otros factores como la participación en comunidades de aprendizaje, el trabajo colaborativo, el desarrollo de investigaciones pedagógicas y la formación continua, pueden ser potencialmente útiles en la formación de profesores noveles y en general, en el fortalecimiento de la práctica pedagógica de los profesores en ejercicio (Darling-Hammond et al., 2017; Kadji-Beltran et al., 2013; Kind, 2009). Lo anterior, por supuesto, desde una perspectiva reflexiva y crítica, que tiene en cuenta las dinámicas particulares de los contextos educativos de los docentes.

En conclusión, los resultados de la fase cuantitativa de la investigación revelan la existencia de diferencias significativas en el desempeño de los docentes en relación con diversos factores sociodemográficos. Para el caso de CD, se presentaron diferencias significativas con los siguientes ítems: participación en curso de cambio climático, realización de investigaciones en educación ambiental y el tipo de colegio al que pertenece el docente (rural/urbano).

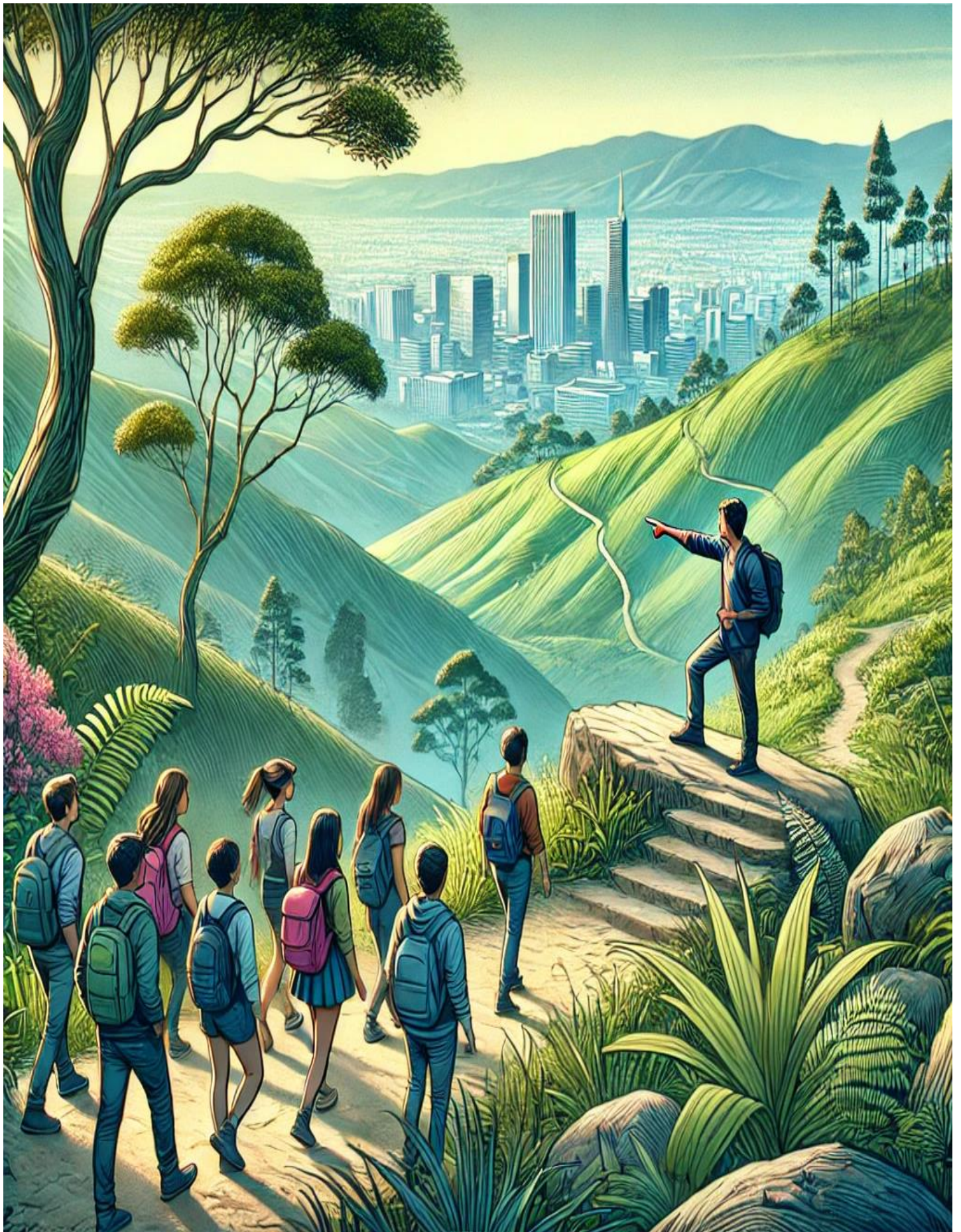
Los datos muestran que los docentes urbanos tienen mejor desempeño en el CD en comparación con sus colegas rurales, lo que señala la necesidad de promover políticas educativas que aborden las brechas formativas entre contextos urbanos y rurales. Además, la participación en cursos especializados, como el curso de educación para el cambio climático, demuestra un impacto positivo en el conocimiento y las estrategias pedagógicas de los docentes, reafirmando la efectividad de la formación continua enfocada en temas específicos y relevantes para la práctica docente.

Asimismo, la realización de investigaciones en EA se destacó como un factor estadísticamente significativo en el desempeño de los docentes en el CD. En este sentido, es factible concluir que la práctica investigativa y reflexiva del docente en torno a los problemas de la EA incide positivamente en el nivel de CD sobre el CC. Al involucrarse en la investigación, los docentes se mantienen actualizados con los avances científicos y metodológicos, lo que enriquece su conocimiento y mejora su capacidad para enseñar contenidos complejos de manera accesible y relevante para sus estudiantes.

Por otro lado, en el caso de CDAE, se presentaron diferencias significativas en relación con los ítems de participación en cursos de CC y la edad de los docentes. Estos resultados sugieren que la formación continua y la experiencia docente influyen en el desarrollo del conocimiento pedagógico, facilitando a los docentes no solo identificar las dificultades de aprendizaje de los estudiantes sobre el CC, sino también desarrollar estrategias pedagógicas pertinentes para generar un cambio conceptual sobre el tema.

Los resultados obtenidos en este apartado de la investigación constituyen un insumo valioso para el desarrollo de estrategias de DPD promovidas por la Secretaría de Educación de Bogotá. En este sentido, se debería promover y facilitar la participación en cursos de CC para la mayoría de los docentes, ya que estos cursos mejoran tanto el CD como el CDAE. Fomentar la investigación en EA es fundamental, puesto que los docentes que participan en estas investigaciones demuestran un mejor desempeño en CD. Además, estas investigaciones permiten a los docentes reflexionar sobre su práctica educativa, comprender mejor las problemáticas de aprendizaje y desarrollar estrategias pedagógicas efectivas.

Finalmente, es esencial diseñar programas de formación que consideren las particularidades de los entornos rural y urbano, así como las distintas etapas de la carrera docente, para asegurar que todos los docentes puedan beneficiarse de una formación continua y adecuada a sus necesidades específicas.



4.2. Resultados y análisis de la fase cualitativa de la investigación

A continuación, se describen los resultados obtenidos de la fase cualitativa que corresponde a la aplicación de entrevistas con expertos en EA y de los grupos focales con docentes del PRAE de los colegios públicos de Bogotá. Los resultados se dividen en tres apartados. En el primero de ellos se muestran los relacionados con la comprensión del DPD por parte de los docentes y expertos. El segundo corresponde a los elementos que emergen en la construcción de una propuesta de DPD y, finalmente, en el tercero, con base en la información de los anteriores apartados, se responde a la pregunta de investigación.

4.2.1. Comprensión sobre el Desarrollo Profesional Docente

En este apartado se agrupan las concepciones, así como los factores facilitadores y obstaculizadores relacionados con el DPD, identificados por los docentes y expertos que participaron en esta fase de la investigación.

4.2.1.1. Concepciones sobre el Desarrollo Profesional Docente. A continuación, se presentan las concepciones sobre el DPD identificadas en los docentes y en los expertos.

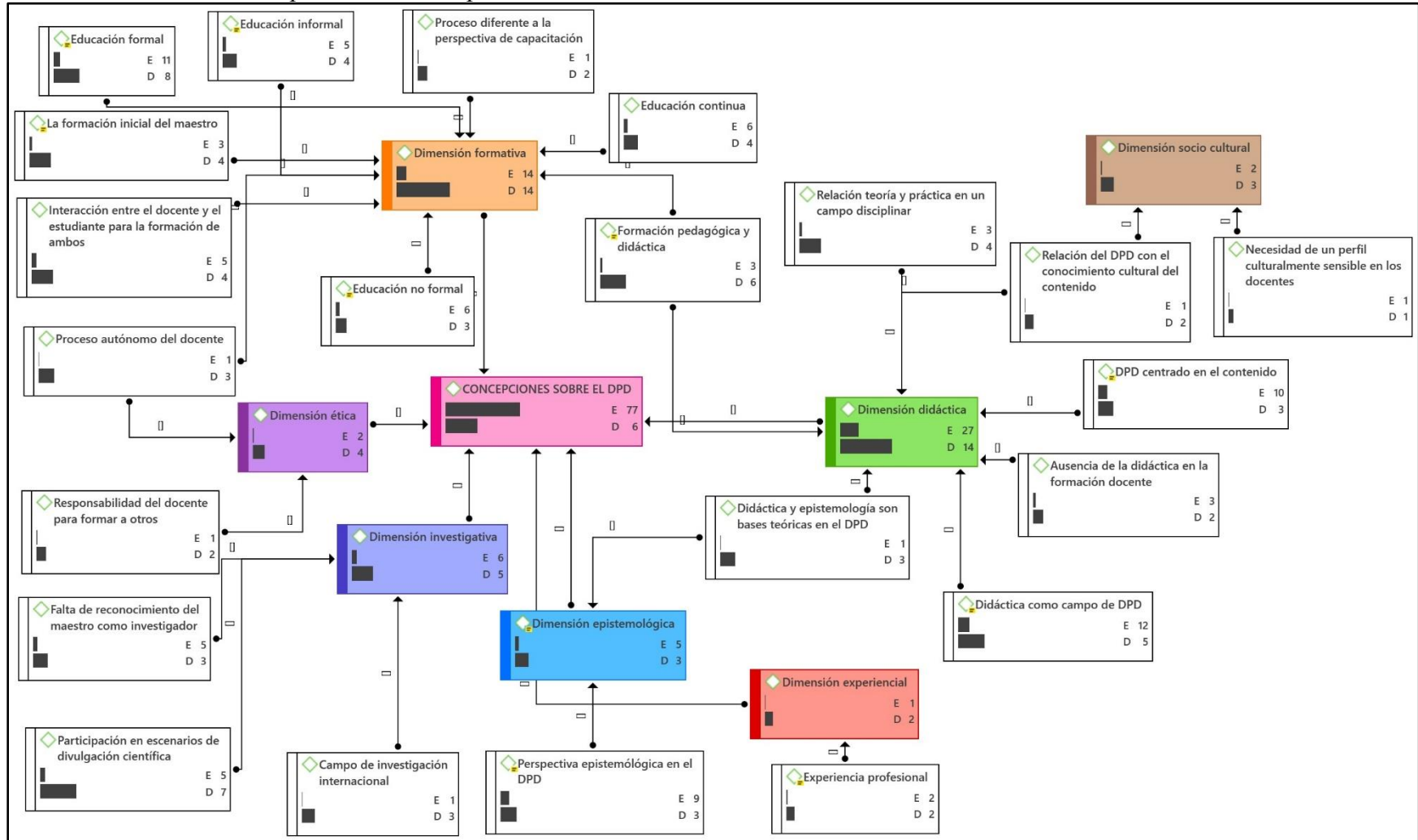
4.2.1.1.1. Concepciones de los expertos sobre el Desarrollo Profesional Docente. En la figura 23 se presenta la red semántica de las categorías detectadas en las concepciones de los expertos sobre el DPD, que, debido a su naturaleza, se agruparon en las siguientes dimensiones:

-Dimensión ética: se refiere en términos generales, al conjunto de categorías relacionadas con las actitudes y valores que rigen la práctica docente. Como ejemplo de esta dimensión se encuentra lo expresado por E1 “el desarrollo profesional docente es la responsabilidad de los docentes de formarse para formar a otros”.

-Dimensión epistemológica: acá se agruparon las categorías que enfatizan en la importancia de reflexionar sobre la naturaleza del saber y la construcción del conocimiento de la disciplina que se enseña, como base del DPD. Una de las citas que dan cuenta de lo anterior fue la de E2 “entonces, yo creo que realmente un proceso de formación docente debe hacer mucho énfasis en la naturaleza del saber”.

Figura 23.

Red semántica de las concepciones de los expertos en EA sobre DPD, obtenidas de las entrevistas.



Fuente: Red obtenida de Atlas ti, a partir de la categorización realizada por el autor.

-Dimensión socio cultural: agrupa las categorías que relacionan el DPD con el conjunto de habilidades, conocimientos o actitudes que permiten al docente comprender y responder a las necesidades del contexto de los estudiantes y dirigir, al mismo tiempo, estrategias pedagógicas que se adapten a las características socio culturales de ese contexto. Una de las citas en esta dimensión fue la de E3 “para entender el desarrollo de un docente, sobre todo, en ejercicio, tenemos que hablar que se necesita, si o si, de un perfil culturalmente sensible”.

-Dimensión experiencial: hace referencia a los conocimientos y habilidades que el docente adquiere a lo largo de su práctica docente y que están asociados con un mejor desempeño profesional en comparación con docentes sin experiencia. Una de las citas agrupadas en esta dimensión fue la de E4 “el desarrollo profesional docente para mí es la articulación entre la formación académica que se adquiere a través del pregrado y de posgrados, lo académico, más la experiencia laboral y la experiencia en otras esferas”.

-Dimensión investigativa: agrupa las categorías que evidencian que el DPD requiere de la reflexión crítica y continua de la práctica pedagógica. Esta reflexión busca abordar, desde la investigación, los problemas educativos, especialmente aquellos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje, generando así estrategias efectivas para su solución. Una de las citas relacionadas con lo anterior fue la de E2 “lo que veíamos era que si no se hacía investigación sobre la práctica se quedaban en el discurso, y luego, pues eso no implicaba que hubiera cambio en la práctica”.

-Dimensión formativa: agrupa las categorías asociadas a la concepción del DPD, desde el componente de formación profesional del maestro. En otras palabras, se relaciona el DPD con la participación del maestro en procesos de educación continua, formal, informal y no formal, que se desarrollan a lo largo de la carrera profesional y permiten al maestro mejorar su práctica educativa. Una de las citas relacionadas con lo anterior fue la de E6: “el desarrollo profesional docente, pues se refiere sobre todo a ese tipo de formación sobre todo a esa formación no conducente a título, que es muy frecuente, y que permite precisamente acercarse a información y conocimientos relevantes para la práctica”.

-Dimensión didáctica: acá se encuentran asociadas las categorías de concepciones, en las que se asume la didáctica como un campo de conocimiento propio y profesional del maestro, a partir de cual se investiga, se conceptualiza y se generan estrategias de abordaje de los problemas de enseñanza y aprendizaje, particulares al contexto educativo. Bajo este entendido, el DPD

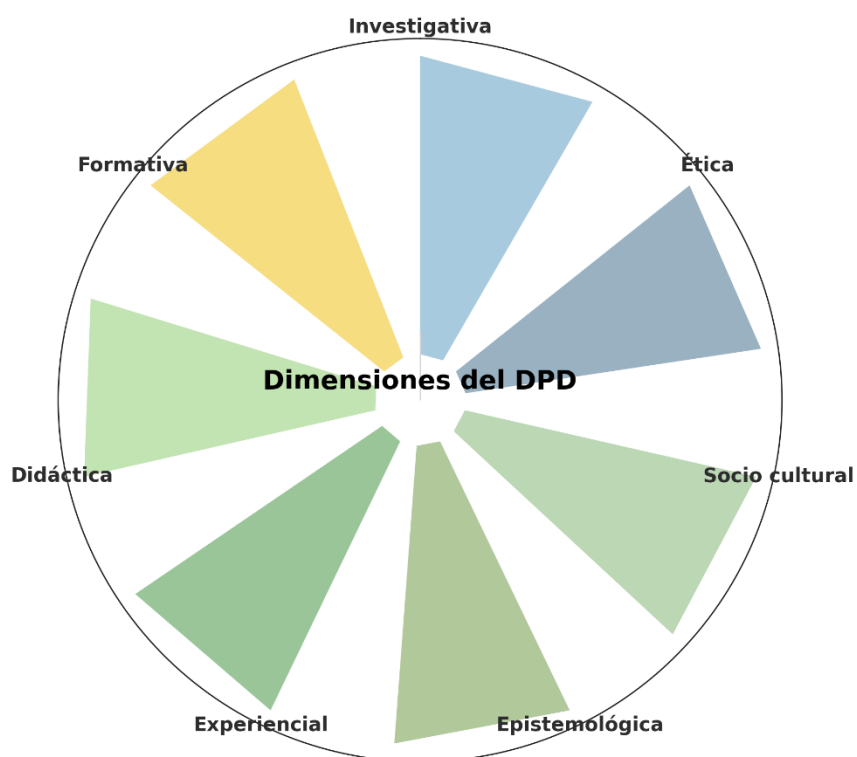
implica inherentemente un ejercicio de reflexión crítica de las teorías, conceptos y metodologías en la enseñanza.

La cita de E7 fue clasificada en la dimensión didáctica: “el desarrollo profesional docente es concebido precisamente como esa posibilidad de mejorar el desempeño del docente a partir la relación teoría y práctica en un campo disciplinar concreto, en este caso, la didáctica, para hacer parte de una comunidad académica específica, en la que se establecen criterios, principios, estrategias para mejorar la enseñanza”

En la figura 24 se hace una síntesis de las dimensiones del DPD identificadas en las respuestas de los expertos.

Figura 24.

Dimensiones del DPD identificadas en las respuestas de los expertos.



Fuente: Elaboración propia

Los resultados revelan que las dimensiones con mayor enraizamiento (E) (frecuencia del código en las citas) y mayor densidad (D) (número de relaciones entre los códigos) son la dimensión didáctica (E:21 y D:10) y la dimensión formativa (E:13 y D:12), seguidas de la

dimensión investigativa (E:6 y D:5), la dimensión epistemológica (E:5 y D:3), la dimensión ética (E:2 y D:4), la dimensión socio cultural (E:2 y D:3) y la dimensión experiencial (E:1 y D:2).

Respecto a la dimensión didáctica, las categorías que presentaron mayor enraizamiento y densidad fueron: la didáctica como campo de DPD (E:12 y D:5), seguida del DPD centrado en el contenido (E:10 y D:3).

De acuerdo con las concepciones de los expertos, la didáctica es un factor determinante en el DPD. La didáctica, como campo de profesionalización, implica una reflexión continua por parte del docente sobre su práctica y estructura conceptual en doble vía. La exploración del marco epistemológico, de las teorías y los conceptos de la disciplina que se enseña, contribuyen al mejoramiento de los métodos de enseñanza.

Por otra parte, la investigación de los problemas educativos, propios de la práctica del docente y del contexto de los estudiantes, conduce a la conceptualización y a la construcción de conocimiento que enriquecen tanto el marco epistemológico como las teorías y los conceptos de la disciplina que se enseña (Mallart, 2001; Rosales-López, 2009; Hinojosa et al., 2011; Calafell et al., 2015; Castro et al., 2018).

Si nos remitimos al concepto de DPD planteado por Valenčič Zuljan (2001) definido como “(...) el proceso de aprendizaje significativo y continuo, en el cual los docentes desarrollan sus concepciones y cambian su práctica docente”, que concuerda con lo planteado por Avalos (2011) y Darling-Hammond et al. (2017), podemos concluir que la didáctica se sitúa como un campo del DPD. Esta perspectiva demanda al docente la conexión efectiva entre la teoría y la práctica, y de una capacidad para develar emergencias en esta interacción, todo ello orientado al aprendizaje de los estudiantes. Es acá, donde podríamos afirmar que se produce un desarrollo profesional, si lo entendemos como una evolución de la relación teoría y práctica en el docente.

El DPD centrado en el contenido fue una de las categorías dentro de la dimensión didáctica, que se destacó por su enraizamiento y densidad. Según lo detectado en las entrevistas, es posible considerar que el conocimiento del contenido de la disciplina que se enseña es fundamental dentro de la profesionalización del profesorado. Así lo dejan ver las respuestas de algunos de los entrevistados. E5: “en el DPD el docente construye una posición de como asumir su enseñanza, que implica una reflexión de cómo se debe enseñar el contenido” E7: “cuando hablamos de desarrollo profesional, estamos hablando del campo didáctico, para mejorar el desempeño docente,

a partir de la relación teoría y práctica en una disciplina concreta”. E8: “la comprensión del DDP está muy relacionada con los postulados del Conocimiento Didáctico del Contenido”.

Este conocimiento no solo proporciona una base sólida para la enseñanza, sino que también ofrece indicios sobre la trayectoria profesional del docente, incluyendo su formación, postura epistemológica, creencias, así como su interés por la investigación y la actualización. Podríamos afirmar, en cierta medida, que es una fotografía de su DPD.

Así, el CDC se ha convertido en un objeto de investigación crucial tanto en el ámbito de la enseñanza y el aprendizaje (Shulman, 1986; Grossman, 1990; Magnusson et al., 1999; Loughran et al., 2012; Carlson & Daehler, 2019) como en el ámbito del DPD (Kadji-Beltran, 2013; Ernst & Erickson, 2018; Yang et al., 2018; Adams et al., 2023). En estos estudios se ha evidenciado que el DPD ejerce un impacto significativo en el CDC, y que los procesos de DPD centrados en el contenido contribuyen de manera sustancial al aprendizaje de los estudiantes.

De acuerdo con Kedzior (2004) las habilidades y la comprensión de los profesores están relacionadas con el grado en que las experiencias del DPD se centran en el contenido de la materia. El contenido actúa como plataforma epistemológica, mediante la cual los docentes indagan la realidad, conceptualizan las ideas, transforman su práctica pedagógica e impactan en el aprendizaje. Podríamos afirmar, entonces, que el CDC y el DPD son conceptos complementarios que se retroalimentan. Por un lado, las diversas estrategias de DPD alimentan el CDC, pero al mismo tiempo el CDC proporciona un escenario investigativo que le permite a los docentes buscar formas de mejorar y ajustar su práctica pedagógica, constituyendo así un entorno propicio para la profesionalización.

Por otro lado, la dimensión formativa también se destaca por su enraizamiento y densidad dentro de las concepciones de los entrevistados sobre el DPD. En esta dimensión, a su vez, las categorías que presentaron mayor enraizamiento y densidad fueron, la educación formal (E:12 y D:7), la educación continua (E:6 y D:4), la educación informal (E:5 y D:4), Educación no formal (E:5 y D:3) y la formación inicial del maestro (E:3 y D:4).

Los resultados anteriores ponen de manifiesto la importancia de la formación dentro del DPD, como una vía para adquirir conocimientos y habilidades. Esto puede ocurrir ya sea desde procesos formativos dirigidos y certificados como la educación formal, no formal y continua, o desde ejercicios de colaboración y construcción colectiva, no certificados, como pueden presentarse en los espacios de educación informal, tal como lo plantea E6: “el DPD se refiere,

sobre todo, a esa formación no conducente a un título académico, que permite acercarse a información y conocimientos relevantes para la práctica”.

No obstante, es evidente la prevalencia de relacionar el DPD con la educación formal (pregrado, maestría o doctorado). Este hallazgo coincide con lo detectado por Souto-Seijo et al. (2020), en el que se evidencia que el profesorado realiza un mayor número de actividades formales que no formales. Para el autor la predominancia de actividades formales en la formación de los docentes puede atribuirse a diversos factores. Entre ellos se incluye una mayor disponibilidad de recursos y oportunidades formativas en este ámbito, la percepción del profesorado de que este tipo de formación es más relevante o prestigiosa, y el énfasis de las políticas públicas en el tema. Por ejemplo, en el caso colombiano, se subsidian los posgrados de los docentes, lo que está vinculado con el aumento salarial. Estos factores contribuyen a que las actividades formales sean más prominentes en la formación del profesorado.

No obstante, como exploraremos más adelante en la sección de factores obstaculizadores del DPD, algunos expertos coinciden en que el DPD no debe limitarse exclusivamente a la educación formal. Aunque esta puede contribuir a la actualización del docente en diferentes temas educativos, en muchas ocasiones no tienen un impacto directo en el aprendizaje de los estudiantes, debido, entre algunos factores, al condicionamiento salarial. Tal como lo comenta E3 en una de sus intervenciones “cuando realicé mi doctorado, uno de los casos que más me llamo la atención fue el de una colega que no le interesaba la investigación, ni lo académico, porque su objetivo era obtener el diploma y pasarlo a la Secretaría de Educación para que le subieran el salario”.

Por lo tanto, es necesario reconocer otros espacios formativos dentro del ámbito de la educación informal o no formal. Aunque estos no conduzcan a la obtención de un título, a menudo surgen debido a un interés genuino y a la motivación de transformar la práctica pedagógica.

4.2.1.1.2. Concepciones de los docentes sobre el Desarrollo Profesional Docente. En la figura 25 se presenta la red semántica de las categorías detectadas en las concepciones de los docentes sobre el DPD. Estas concepciones se agruparon según las características de la población que participó en los grupos focales. Cabe señalar que, como se explicó en el capítulo de la metodología, se realizaron tres grupos focales con docentes que habían participado en la primera fase de la investigación y que obtuvieron un desempeño clasificado como alto, medio y bajo en el CDC sobre CC. De esta manera, la red semántica muestra las concepciones de los docentes, que participaron en el grupo focal, con desempeño alto (GFA), medio (GFM) y bajo (GFB).

Respecto al grupo focal GFA se encontró con mayor enraizamiento y densidad, la categoría de educación formal (E:12 y D:7) (DPD concebido desde la dimensión formativa) seguida de categorías asociadas con la dimensión didáctica, tales como la relación entre teoría y práctica en un campo disciplinar (E:3 y D:3), el DPD para el desarrollo de habilidades en los estudiantes (E:2 y D:2), la reflexión sobre la enseñanza (E:1 y D:2), la habilidad para la transposición didáctica (E:1 y D:1) y el desempeño en la práctica docente (E:1 y D:1).

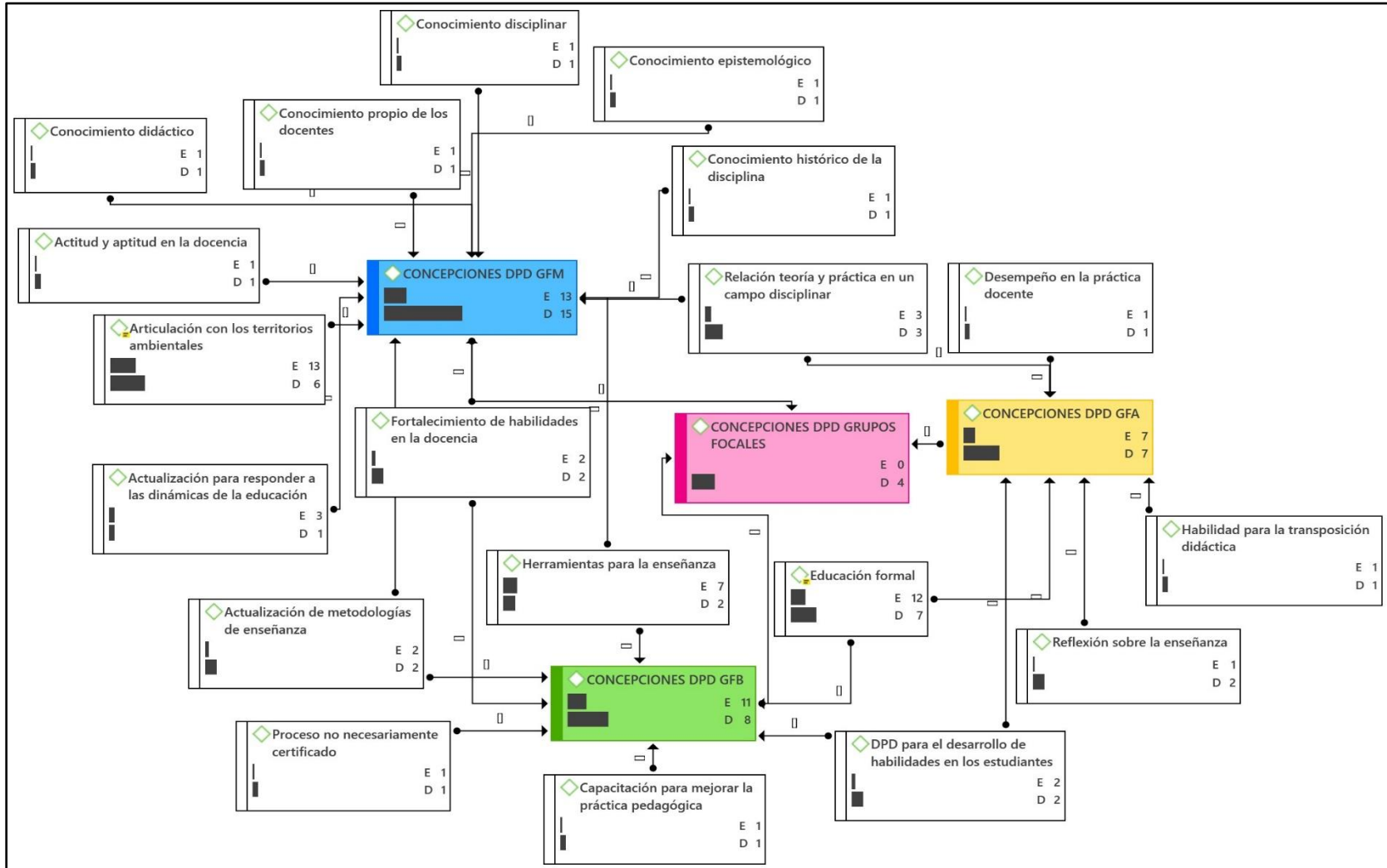
En el grupo focal GFM se encontró un mayor número de categorías (13), en comparación con el grupo focal GFA (7) y GFB (11). Dentro del GFM, la categoría que presentó mayor enraizamiento y densidad fue la articulación con los territorios ambientales (E:13 y D:6), asociada con la dimensión socio cultural. Las otras categorías del GFM exhibieron un comportamiento similar en enraizamiento y densidad; no obstante, es posible agruparlas en dimensiones de categorías.

La dimensión didáctica fue la que evidenció mayor número de categorías: fortalecimiento de habilidades en la docencia (E:2 y D:2), conocimiento didáctico (E:1 y D:1), conocimiento propio de los docentes (E:1 y D:1) y conocimiento disciplinar (E:1 y D:1). En la dimensión formativa se encuentran las categorías: actualización para responder a las dinámicas de la educación (E:3 y D:1) y actualización de metodologías de enseñanza (E:2 y D:2). La dimensión epistemológica contiene las categorías: conocimiento epistemológico (E:1 y D:1) y el conocimiento histórico de la disciplina (E:1 y D:1).

Finalmente, en la dimensión ética se encuentra la categoría de actitud y aptitud en la docencia (E1 y D1).

Figura 25.

Red semántica de las concepciones de los docentes sobre el DPD, obtenidas a partir de los grupos focales



Fuente: Red obtenida de Atlas ti, a partir de la categorización realizada por el autor.

En el caso de las concepciones del GFB sobre DPD, se identificó con mayor frecuencia la categoría de educación formal (E:12 y D:7), asociada a la dimensión formativa. En esta misma dimensión también se encontraron las categorías: un proceso no necesariamente certificado (E:1 y D:1) y capacitación para mejorar la práctica (E:1 y D:1). Dentro de la dimensión didáctica, la categoría que evidenció mayor enraizamiento y densidad fue la de herramientas para la enseñanza (E:7 y D:2). Otras categorías en esta dimensión incluyeron: el fortalecimiento de habilidades en la docencia (E:2 y D:2), el DPD para el desarrollo de habilidades en los estudiantes (E:2 y D:2) y la actualización de metodologías de enseñanza (E:2 y D:2).

Analizar las concepciones de los docentes sobre el DPD puede dar valiosas pistas sobre las implicaciones que tienen en su práctica educativa y el rol de los educadores. Según Richard (1996), las concepciones son el resultado de las teorías docentes en constante evolución, las cuales reflejan las filosofías personales de la enseñanza de cada maestro. Dichas concepciones se desarrollan a partir de la experiencia en la enseñanza y el aprendizaje, la formación docente recibida y las propias creencias y valores personales del educador.

Según Dejene (2020) en el ámbito de la formación docente, es fundamental dirigir el enfoque del cambio hacia las creencias si el objetivo es preparar a los maestros para adoptar un enfoque más constructivista en la enseñanza.

Tal como se indicó, en las concepciones del DPD en el grupo focal de docentes con un desempeño alto (GFA), las categorías detectadas estuvieron asociadas principalmente a la dimensión formativa (educación formal) y a la dimensión didáctica, al igual que en el grupo focal de desempeño bajo (GFB). Sin embargo, algo para destacar es que las categorías en el GFA revelaron una concepción de la didáctica como una reflexión de la enseñanza, que pone el foco en la interacción de teoría y práctica.

En contraste con el GFB, en el que, las categorías sugieren una comprensión de la didáctica desde una perspectiva instrumental o práctico artesanal. Así, el DPD en el GFA se orienta hacia la construcción de conocimiento sobre la práctica docente, mientras que en el GFB se dirige a adquirir herramientas para la enseñanza.

Según García-García (2018), la didáctica instrumental se centra en el diseño de estrategias y técnicas de enseñanza, y se basa en el supuesto de que el aprendizaje se produce mediante la transmisión de información. En contraste, la didáctica situada prioriza la conceptualización, la

reflexión y la construcción de conocimiento en la práctica del docente y en el contexto de los estudiantes.

Estas diferencias pueden explicar, en cierta medida, las disparidades en los niveles de CDC sobre el CC entre ambos grupos. Una perspectiva del DPD centrada en la adquisición de herramientas o información para enseñar un contenido puede conducir a un conocimiento poco reflexivo sobre el tema. Por ejemplo, la intervención de una de las docentes del GFB da cuenta de lo anterior, D1GFB: “el DPD son todas aquellas situaciones de aprendizaje de los docentes para poderlo replicar con los estudiantes”, denota una concepción del DPD como un proceso instrumental.

En contraposición, una perspectiva reflexiva del DPD privilegia el interés por cuestionar, indagar, conceptualizar y dialogar con el contenido, adaptándolo a las necesidades del contexto y a las dificultades de aprendizaje de los estudiantes. En resumen, promueve un conocimiento más complejo del contenido. Como es el caso de la respuesta de una de las docentes del GFA, D4GFA: “es el desarrollo de habilidades en los docentes para hacer una transposición didáctica, para conocer o identificar qué contenidos se necesitan en la actualidad, entonces es ir adaptándonos a los cambios”.

En lo que respecta a lo identificado en el GFM, se destaca que la categoría más enraizada fue la de articulación con los territorios ambientales, asociada a la dimensión socio cultural. Una categoría que no se presentó en los otros dos grupos. De esta manera hay una perspectiva del DPD orientado a la capacidad del docente para dialogar con el contexto y contribuir en su transformación. DGFM2 “el DPD es el interés de no conformarnos con lo que ya tenemos, sino es ir más allá, para resolver en colectivo las problemáticas ambientales, entonces es cómo el docente se prepara para contribuir a la sociedad”

En relación con la dimensión didáctica del DPD, al igual que en GFA, las categorías identificadas se centran en la reflexión sobre la enseñanza. Desde esta perspectiva, la didáctica se concibe como el escenario donde se entrelazan el pensamiento y la acción, y donde la construcción del conocimiento se desprende tanto de marcos teóricos conceptualizados y organizados como de la práctica docente en sí (Asprelli, 2011). De manera similar a GFA, esta concepción podría ayudar a explicar, al menos en parte, el nivel de CDC sobre el CC entre los docentes de GFM. Aunque su comprensión no se caracteriza por la complejidad de las relaciones en torno al tema, sí evidencian elementos básicos de análisis a nivel disciplinar y pedagógico.

La categoría de formación surgió como un elemento destacado en las concepciones de los tres grupos focales respecto al DPD. No obstante, se observan disparidades en la modalidad de formación adoptada. En GFA y GFB, la formación está ligada a la educación formal, enfatizándose en los estudios académicos a nivel de pregrado o posgrado. La intervención de D3GFA da cuenta de lo anterior: “el DPD es la capacidad que tenemos de poner en la práctica todos nuestros conocimientos que hemos logrado en el pregrado, especialización y posgrado”.

En contraste, en el GFM, la dimensión formativa dentro del DPD se concibe más como una actualización de elementos teórico-prácticos para abordar las necesidades de enseñanza y aprendizaje, representando así una perspectiva del DPD desde la educación continua. Aquí encontramos una de las citas mencionadas por D1GFM “resulta que la educación es muy dinámica y requiere que todos los días estemos actualizándonos, porque la población cada año cambia”

Aunque en la educación formal las oportunidades formativas están estructuradas en contenido y formato, con una duración y objetivos específicos (Souto-Seijo, 2020), es crucial señalar que el DPD no debería limitarse a este tipo de formación. En cambio, debería integrar estrategias complementarias de educación no formal e informal (Colom, 2005; Mok, 2011; Souto-Seijo, 2020; y Celik et al. 2021). En este sentido, el DPD se enriquecería al incorporar aprendizajes y habilidades provenientes de entornos informales y colaborativos. Esta perspectiva permitiría adaptarse de manera más efectiva a las necesidades y contextos siempre cambiantes en el ámbito educativo. A diferencia de la rigidez estructurada de la educación formal, el DPD al incorporar diversas modalidades de formación, podría ofrecer una respuesta más flexible y dinámica a los desafíos presentes en la educación contemporánea.

Diversas estrategias de DPD aplicadas fuera del ámbito de la educación formal, han evidenciado un impacto positivo en el desarrollo de conocimientos y habilidades de los docentes, mediante el desarrollo de cursos de corta duración, dirigido a los docentes, complementados con un proceso de mentoría (Kadji, 2013 y Ernst & Erickson, 2018) y mediante la promoción de comunidades de aprendizaje de docentes (Yang et al., 2018 y Jie et al., 2021)

La concepción del DPD desde distintas modalidades de formación podría arrojar indicios sobre los resultados obtenidos en el CDC de los docentes en relación con el CC. Es importante destacar que mi intención no radica en establecer una conexión directa entre las concepciones sobre el DPD y el nivel de conocimiento sobre el CC, dado que diversas variables pueden influir en estas diferencias. Sin embargo, las creencias de los docentes actúan como un filtro de

conocimiento que impacta en su comportamiento y en sus decisiones acerca de qué y cómo enseñar (Vélaz y Vaillant, 2011; Duque et al., 2014 y Adams et al., 2023).

En este contexto, los docentes con bajo desempeño en el CDC mostraron una concepción del DPD centrada en la educación formal, focalizada en la capacitación para adquirir herramientas didácticas. Esta orientación podría explicar la presencia de un conocimiento poco reflexivo y crítico sobre los contenidos de EA. Por ejemplo, en los resultados del objetivo No 1 de esta investigación, se detectó que los docentes con un nivel de complejidad bajo sobre el CC, asocian el fenómeno principalmente con el aumento de la temperatura y no se reconoce su impacto en los contextos locales, lo cual pone en evidencia una falta de conocimiento crítico sobre la problemática.

Este aspecto puede obedecer a una perspectiva instrumental del DPD (adquirir información para replicarla en el aula, sin una adaptación curricular o cuestionamiento del contenido que se enseña). Es decir, el aprendizaje generado es estático y no hay interés de complejizarlo desde procesos investigativos o desde su interacción con el contexto.

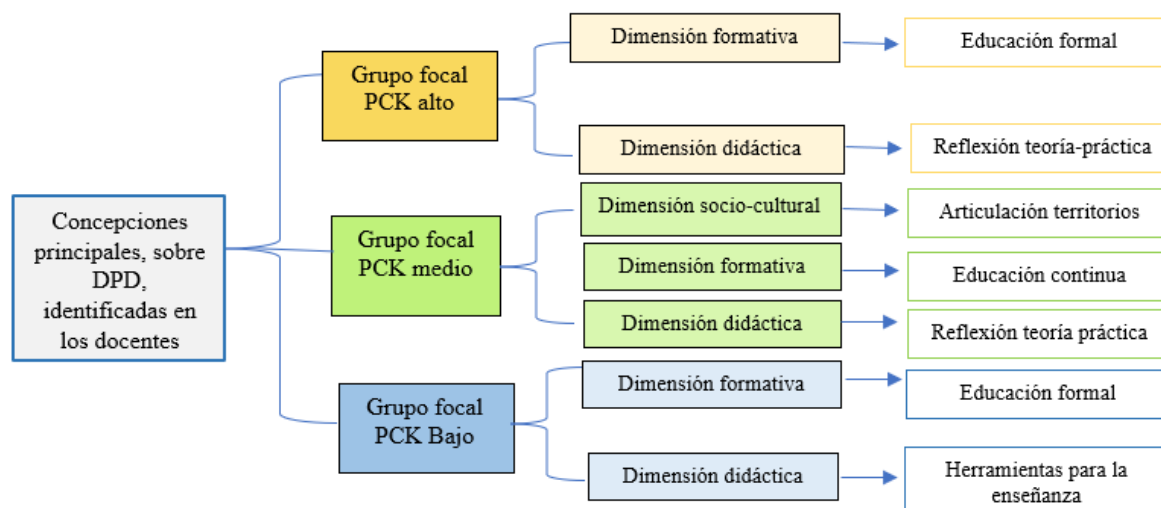
En el caso de los docentes con desempeño alto, también mostraron una concepción del DPD vinculada a la educación formal. No obstante, en este caso, la formación se dirige hacia la reflexión sobre la enseñanza, lo cual podría influir en un conocimiento más complejo de los contenidos que enseñan. Por ejemplo, los docentes con un nivel de desempeño alto en CD sobre CC, en la primera fase de la investigación, comprenden que el CC se encuentra asociado a dinámicas ecosistémicas y sociales, y que producto de esta interacción emergen, entre otros, conflictos por el uso del suelo, desplazamiento de comunidades, e inseguridad alimentación. Lo cual denota un conocimiento reflexivo sobre el contenido.

Por último, los docentes con un desempeño medio en el CDC asociaron el DPD con la educación continua, sugiriendo así un interés por actualizarse en contenidos relacionados con la educación ambiental. Este interés podría indicar un nivel de complejidad en temas como el CC, que requiere un pensamiento abstracto y actualizado debido a la constante evolución de las investigaciones y los avances tecnológicos destinados a su solución (Clausen, 2018; Favier et al., 2021).

En la figura 26 se presenta una síntesis de las principales dimensiones del DDP, con sus respectivas categorías, identificadas en los docentes que participaron en los tres grupos focales.

Figura 26.

Síntesis de las principales dimensiones del DPD, identificados en los docentes según su desempeño en CDC, sobre CC.



Fuente: Elaboración propia

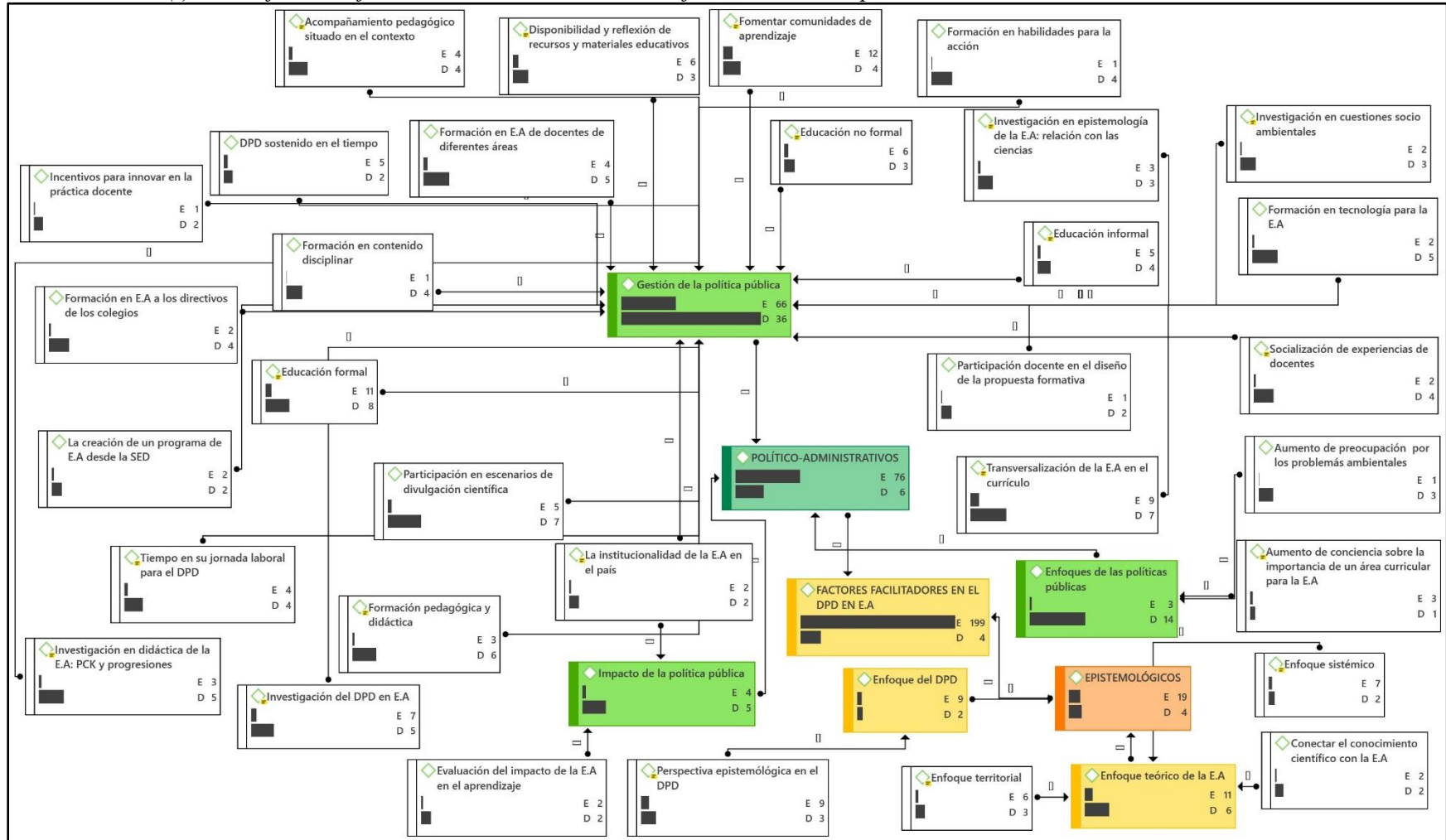
4.2.1.2. Factores facilitadores del Desarrollo Profesional Docente. A continuación, se presentan las concepciones sobre los factores facilitadores en el DPD, identificadas en los docentes y en los expertos.

4.2.1.2.1. Factores facilitadores identificados por los expertos. En las Figuras 27 y 28 se presentan las redes semánticas de las categorías detectadas en las concepciones de los expertos sobre los factores facilitadores del DPD. Dada la amplitud de las categorías, se elaboraron dos redes independientes. Las categorías se clasificaron en:

-Factores Individuales: creencias, actitudes y competencias de los docentes que inciden en su desarrollo profesional. Un ejemplo de la cita en esta categoría fue la de E6 “yo creo que hay un interés cada vez más mayor en estos temas ambientales por parte de los docentes. Creo que es un tema cultural. En Colombia hay una sensibilidad por lo ambiental y eso está chévere. Hay motivación en los docentes, y ese es como el disparador”.

Figura 27.

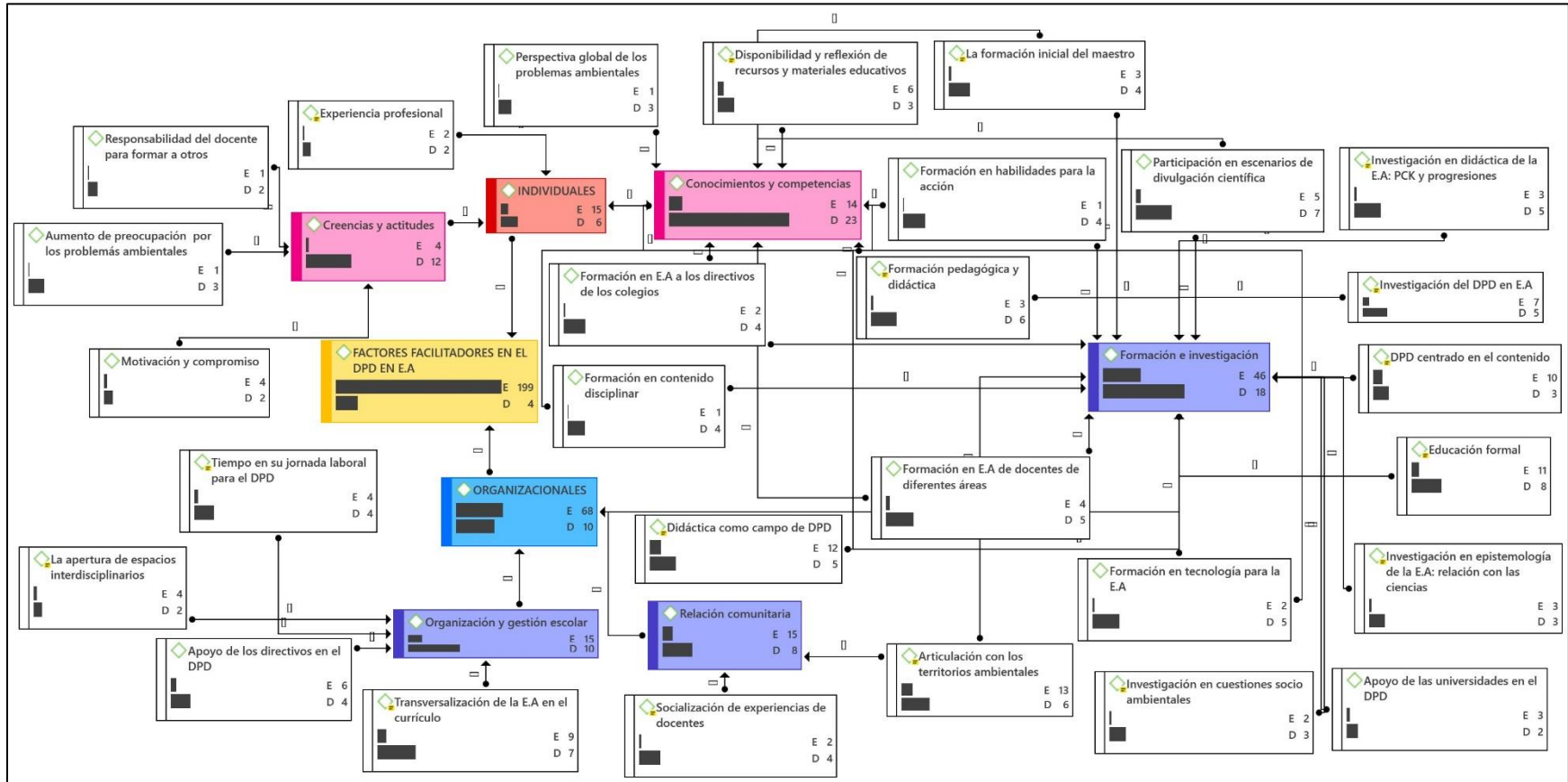
Red semántica (I) de los factores facilitadores en el DPD, identificados en los expertos.



Fuente: Red obtenida de Atlas ti, a partir de la categorización realizada por el autor

Figura 28.

Red semántica (II) de factores facilitadores en el DPD, identificados en los expertos



Fuente: Red obtenida de Atlas ti, a partir de la categorización realizada por el autor

-Factores organizacionales: condiciones y recursos que las organizaciones educativas ofrecen para el DPD. La cita de E3 hace parte de esta categoría “otro aspecto facilitador sería el hecho que, dentro de la gestión institucional interna, de los colegios, haya horas para el desarrollo de los proyectos, que los docentes las usen de la mejor manera o no las usen, no quiero encontrarme en esa discusión, pero es necesario que se te otorguen horas dentro de tu horario laboral”.

-Factores Político-administrativos: enfoques y gestión de las políticas públicas, a nivel de sistema educativo, que inciden en el DPD. La cita de E6 es un ejemplo de esta categoría “debo reconocer lo que ha venido haciendo la Secretaría de Educación, con el hecho de tener una oficina encargada de la educación ambiental, para mi es un avance en términos políticos y burocráticos, esto para mi es un facilitador, porque le estamos dando la importancia dentro de la dimensión política”.

-Factores epistemológicos: paradigmas y enfoques educativos que influyen en la concepción de la EA y que orientan las prácticas pedagógicas en este ámbito. Un ejemplo de las categorías agrupadas en esta categoría, lo encontramos en las citas de E1 “yo quisiera hablar de la formación para la comprensión de lo ambiental, desde la visión sistémica y la comprensión del mundo como complejo que es” y de E2 “yo creo que un proceso de formación docente debe hacer mucho énfasis en la naturaleza del saber”.

Los resultados muestran que las subcategorías con mayor enraizamiento (E) y mayor densidad (D) son los factores político-administrativos (E:80 y D:10) y los factores organizacionales (E:73 y D:10), seguidos de los factores individuales (E:21 y D:6) y los factores epistemológicos (E:21 y D:4). Con relación a los factores político-administrativos, se identificaron, a su vez, tres subcategorías, gestión de la política pública (E:71 y D:36), impacto de la política pública (E:4 y D:5) y enfoques de la política pública (E:3 y D:14).

En los factores asociados a la gestión de la política pública, las categorías con mayor enraizamiento y densidad fueron: fomentar comunidades de aprendizaje (E: 12 y D:4), apoyo para cursar programas de educación formal (E:11 y D:8) y la transversalización de la E.A en el currículo. Otras categorías que también se destacaron fueron: el apoyo para la investigación en DPD en EA (E:7 y D:5), el apoyo para participar en procesos de educación no formal (E:6 y D:3), la disponibilidad y reflexión de materiales educativos (E:6 y D:3), el apoyo para participar en procesos de educación informal (E:5 y D:4), el acompañamiento pedagógico situado en el contexto (E:4 y D:4) y destinar tiempo para el DPD en la jornada laboral de los docentes (E:4 y D:4).

Fomentar las comunidades de aprendizaje desde la gestión de la política pública educativa se perfila como un elemento importante para el DPD. Estos espacios brindan a los educadores la oportunidad de colaborar, deconstruir y co-construir conocimiento, compartir experiencias y aprender mutuamente. En este proceso, se desarrollan habilidades en los docentes y se estructuran estrategias pedagógicas que tienen una relación directa con el aprendizaje de los estudiantes (Saso, et al. 2006; Osorio, 2016; Arango-Martínez, 2017 y Ernst & Erickson, 2018). Un ejemplo concreto lo encontramos en el estudio de Jie et al. (2021), donde un programa de DPD basado en talleres sobre CC fomentó la interacción y el trabajo colaborativo entre el profesorado. Esto, a su vez, generó mayor confianza para abordar temas desafiantes como el CC en el aula.

Al respecto E7 menciona “mientras que un profesor de colegio no haga parte de una comunidad de aprendizaje y que esa comunidad este articulada con un grupo de investigación de una universidad, es difícil hablar de DPD, ya que el profesor termina quedándose en actividades rutinarias del aula, sin ninguna innovación o transformación de su práctica, por eso las comunidades de aprendizaje son fundamentales en el DPD”.

La promoción activa de las comunidades de aprendizaje por parte de la política pública educativa, a través de medidas como la asignación de recursos para su establecimiento, y el reconocimiento del trabajo docente en las mismas, representa una apuesta estratégica por la innovación educativa, la profesionalización docente y el aprendizaje de los estudiantes. Si bien, pueden implicar una inversión más significativa de recursos en comparación con alternativas como los cursos de corta duración, su impacto potencial es considerablemente mayor, ya que propician aprendizajes y cambios en las prácticas pedagógicas que perduran en el tiempo (Ze Men, 2023; Ohayon, 2023; Paletta & Alimehmeti, 2023; Saso et al., 2006).

Otras categorías que destacaron por su frecuencia en las concepciones sobre los factores facilitadores incluyeron el apoyo para participar en procesos de educación formal, no formal e informal. Previamente, se había observado que estos tres tipos de formación estaban estrechamente relacionados con las concepciones de los participantes sobre el DPD. Por lo tanto, resulta coherente que también estén vinculados como factores facilitadores.

La formación docente emerge como una estrategia central en el ámbito del DPD, en la cual la gestión de la política pública a cargo de entidades como secretarías y ministerios de educación puede generar un impacto directo. Diversos estudios respaldan la idea de que la formación docente influye tanto en la reflexión y transformación de la práctica educativa como en la calidad del

aprendizaje de los estudiantes, lo que justifica su posición central en las políticas de DPD (Vélaz de Medrano y Vaillant, 2009; Avalos, 2011; Ries, 2016; Darling-Hammond, et al., 2017; Gil, 2018).

No obstante, y tal como lo habíamos anotado anteriormente en el análisis de las concepciones sobre el DPD, es importante que la política pública no se enfoque exclusivamente en la educación formal. En lugar de ello, debería adoptar un enfoque integral que incluya estrategias de educación no formal e informal. La educación formal, pese a su alto costo en la inversión pública, no siempre logra el impacto deseado en la mejora de la calidad educativa.

A menudo, los programas de formación abordan enfoques y contenidos generales sobre educación, pedagogía y disciplinas, necesarios pero insuficientes para satisfacer las necesidades de los docentes en la mejora de su práctica pedagógica y el aprendizaje de los estudiantes, en un contexto de enseñanza específico (CEPAL, 2005). Además, el interés de los docentes en estos programas no siempre se vincula con la mejora de su práctica, sino que puede estar condicionado principalmente por consideraciones salariales (Herrera, 2019; McChesney & Aldridge, 2019; Zhang et al., 2021).

En este contexto, la inclusión de otras estrategias de DPD en la política pública, vinculadas a la educación no formal e informal, como programas de educación continua, cursos de corta duración, mentorías, comunidades de aprendizaje, el acompañamiento pedagógico situado y la investigación en el aula, podrían tener un impacto más significativo en la mejora de la calidad educativa. Sobre esto, E8 menciona “yo he propuesto las escuelas itinerantes de formación ambiental, propuse que hubiera unas escuelas en territorio, porque no todos harán maestría, no todos harán doctorado, entonces están escuelas serían importantes para el diálogo entre expertos, academia y comunidad, y así desarrollar investigaciones aplicadas a los currículos de los colegios y las necesidades de los territorios”.

Tal como lo demuestran las investigaciones de Kadji Beltran et al. (2013), Ernst & Erickson (2018), Yang et al. (2018), Jie et al. (2021) y Favier et al. (2021). Estas alternativas podrían justificar la relación costo/beneficio de la inversión del presupuesto público y demostrar resultados tangibles en el aprendizaje de los estudiantes,

En cuanto a la transversalización de la EA en el currículo, aspecto que también se destacó por su frecuencia, en la categoría de gestión de la política ambiental, 6 de los 8 participantes en las entrevistas coincidieron en que la complejidad del ambiente y de los problemas ambientales exige

la convergencia de diferentes áreas del conocimiento y saberes en la escuela. Esto, a su vez, demanda cambios estructurales en el currículo, que permitan superar el enfoque asignaturista y naturalista, tan predominante en la EA.

Esta perspectiva se enmarca en una epistemología ambiental característica de la posmodernidad, la cual supera la concepción biofísica y antropocéntrica de la modernidad. El ambiente se interpreta, entonces, como un sistema en el cual interactúan sociedad y naturaleza (Sauvé, 1999; González L. de G, 2004; Leff, 2007; Àngel-Maya, 2013; Carrizosa-Umaña, 2018). Desde esta perspectiva, la comprensión de la realidad trasciende las fronteras disciplinares, abriendo paso a la confluencia de saberes diversos, la interacción de los elementos que integran los sistemas, las emergencias que en ellos surgen, el conocimiento contextualizado y el pensamiento en red.

La mayoría de los entrevistados coinciden en que la institucionalización de los PRAE como proyectos pedagógicos transversales en los colegios del país, reglamentados por la Ley General de Educación 115 de 1994 y el Decreto 1743, contribuye al DPD. Esta institucionalización crea un contexto que fomenta el diálogo y la colaboración entre docentes de diversas áreas del conocimiento, lo que puede llevar a una mayor complejización de la EA. Un ejemplo de lo anterior es la cita de E3 “un facilitador del DPD es la reconfiguración y el análisis estructural de los currículos, orientado a la ambientalización de las áreas que estén por fuera de las ciencias, esto fomenta la construcción de redes entre los maestros, con interés diferentes y conocimientos diversos de su contexto”

Sin embargo, para el entrevistado E7, el abordaje transversal de la EA en el ámbito escolar ha sido un factor obstaculizador en el DPD. Esto se debe a que no exige un conocimiento profesional específico de los docentes de diferentes áreas y niveles (educación inicial, primaria y bachillerato) que forman parte del PRAE. Al ser un proyecto transversal, cualquier docente puede participar, independientemente de si tiene o no conocimiento en EA.

Como consecuencia, los docentes recurren a un conocimiento "artesanal" e intuitivo en EA, enfocado en la realización de actividades que, en muchos casos, no generan aprendizajes significativos en los estudiantes. En palabras del entrevistado: “el PRAE es un terreno de todos y de nadie al mismo tiempo”. Por lo tanto, sugiere que la EA demanda la confluencia de dos áreas principales: las Ciencias Naturales y las Ciencias Sociales

Para el entrevistado E5, la plataforma idónea para el desarrollo profesional de los docentes de E.A es el ámbito de las Ciencias Naturales. En este contexto, se hace uso de modelos científicos, como el modelo de ser vivo proveniente de la Biología, así como el modelo de nicho ecológico derivado de la Ecología. Este último modelo destaca las interacciones entre lo natural y lo antrópico. En consecuencia, al situar la EA dentro del ámbito didáctico de las Ciencias Naturales, se propicia el desarrollo de un conocimiento profesional de los docentes que se desempeñan en esta área. Además, esta orientación facilita el progreso de los aprendizajes en los estudiantes, evitando así prácticas activistas, etéreas y vacuas, tan comunes en la EA.

Nos encontramos entonces con tres perspectivas diferentes sobre el abordaje de la EA en la escuela: la transversalidad, la bi-disciplinariedad, confluencia de las Ciencias Naturales y las Ciencias Sociales y la uni-disciplinariedad (Ciencias Naturales). Independientemente de la perspectiva que se adopte, es fundamental que la política pública, impacte en el desarrollo del conocimiento profesional de los educadores que trabajan en esta área y promueva espacios de reflexión y de trabajo colaborativo entre los docentes.

Dentro de la categoría de factores facilitadores del DPD, desde la gestión de la política pública, se incluyen aspectos como el apoyo para la investigación en EA, el acompañamiento pedagógico que realizan las entidades gubernamentales, situado en el contexto de los colegios, la disponibilidad de recursos y materiales en EA dentro de los colegios, y la asignación de un tiempo específico para el DPD, en la jornada laboral de los docentes.

Estos factores, que son características programáticas del DPD y que podríamos catalogar, también, como factores externos, pueden influir en características individuales del DPD, tales como el valor intrínseco, que se refiere al disfrute o interés que el profesor tiene por el tema, el valor de utilidad, que se refiere a si el programa de DPD se relaciona con sus objetivos profesionales, y las percepciones de costo que el profesor puede tener respecto a lo que tendrá que sacrificar para participar en un programa de DPD. (Ennes, et al. 2021).

En el ámbito político-administrativo, se identificaron dos categorías adicionales como facilitadoras del DPD: el enfoque de las políticas públicas y su impacto. En cuanto al enfoque de las políticas, los participantes E4 y E6 consideran que la creciente preocupación por los problemas ambientales y el mayor protagonismo de la EA en el currículo escolar facilitan el interés de los docentes por participar en procesos de DPD en esta área.

En cuanto a los impactos de la política, dos participantes señalan que contar con una Política Nacional y Distrital de Educación Ambiental y los PRAE como estrategia en los colegios facilita la disponibilidad de recursos para el DPD. Además, consideran que evaluar el impacto de estos instrumentos políticos en el aprendizaje de los estudiantes puede ser un factor facilitador, al promover la investigación docente y el interés por generar estrategias de mejoramiento.

Al respecto, Goe et al. (2012) analizan la relación entre el enfoque y el impacto de las políticas en el DPD. Por ejemplo, indican que una política enfocada en la evaluación docente puede impulsarlo, ya que define los criterios y estándares para evaluar el desempeño docente, proporcionando a los maestros una comprensión clara de las expectativas. La evaluación también ayuda a identificar las áreas de mejora, permitiéndoles enfocar su DPD en las más relevantes.

En cuanto a los factores facilitadores en el ámbito organizacional, se encontraron categorías similares a las de los factores político-administrativos, relacionadas con la formación y la investigación. Sin embargo, en este ámbito, el enfoque facilitador se centra en el apoyo que las organizaciones educativas brindan a los docentes en ejercicio. Este apoyo se concreta en la formación docente, tanto formal como no formal e informal, y en el acompañamiento en los procesos de investigación que adelantan los maestros en el aula.

Esta categoría fue la que mayor enraizamiento y densidad (E:46 y D:18) presentó entre los factores organizacionales. La mayoría de los participantes coincidieron en que la interacción de los colegios con procesos investigativos y formativos en comunidades académicas y de educación no formal, incentiva a los docentes a buscar nuevas formas de abordar los problemas educativos y a reflexionar sobre su práctica pedagógica. Un ejemplo de lo anterior es la cita de E8: “es urgente el diálogo entre las universidades y los colegios, en doble vía, las universidades deben ir a los colegios, para hacer investigación en el contexto propio del aula, y los docentes, desde su experiencia en el aula, deben hacer parte de los grupos de investigación de las universidades, esto nos ayudaría a construir conocimiento, desde la relación teoría-práctica”.

Dentro de la dimensión organizacional, también se destaca la subcategoría relacionada con la didáctica como campo del DPD (E:12 y D:5). Para la mayoría de los participantes, la didáctica se posiciona como el núcleo del DPD, entendido como un proceso en el cual la reflexión constante sobre el contenido enseñado conduce a la conceptualización, investigación y adaptación de teorías y métodos en la enseñanza.

Este enfoque implica la necesidad de una actualización continua de las teorías y métodos de enseñanza por parte de los docentes. Por lo tanto, la formación e investigación en didáctica emerge como un componente transversal esencial en el DPD. En este ámbito, el CDC ha ganado relevancia como un facilitador del DPD, como lo corroboran estudios recientes, entre ellos, los de Evens (2018a), Yang et al. (2018), Lee et al. (2018) Adipat et al. (2023) y Adams (2023), en los que se evidencian que los programas de DPD que hacen énfasis en el CDC en áreas específicas del conocimiento, contribuyen a cambios sustanciales en la comprensión de la materia que se enseña y en los métodos de enseñanza.

La categoría de relación comunitaria (E:16 y D:9) se destaca como otro de los factores organizacionales identificados. En todas las entrevistas realizadas, se evidenció de manera consistente que esta relación se percibe como un elemento facilitador del DPD. Los participantes coinciden en que la conexión de los docentes con el entorno, especialmente con los territorios ambientales de la ciudad, conlleva a una indagación constante sobre las problemáticas locales. Asimismo, se establece como un entorno propicio para la investigación y la interacción del contenido ambiental con el contexto.

La interacción de los docentes con las dinámicas y las problemáticas de los territorios, sitúa el conocimiento profesional del docente en un contexto, que lo lleva a conceptualizar sobre el fenómeno de estudio y a abordarlo como campo de enseñanza. Lo anterior, es particularmente importante en áreas como la EA, en las que se pone el foco sobre la interacción sociedad-naturaleza, como campo de conocimiento (Sauvé, 1999; González-Gaudiano, 2001; García- Díaz, 2004 y Leff, 2007).

Al respecto, el aprendizaje basado en el lugar (PBL, por sus iniciales en inglés), contribuye al DPD, tal como lo han evidenciado las investigaciones de Meichtry & Smith (2007), Chinn, (2012) y Sheppard et al. (2019), en los que se ha encontrado en concreto, que a través del PBL, los profesores profundizan en el conocimiento del contenido del área que enseñan, desarrollan habilidades de investigación, colaboración y reflexión crítica y facilitan el aprendizaje de los estudiantes. Este enfoque implica un cambio en el rol del docente, quien pasa de ser un mero transmisor de conocimiento a un guía que acompaña a los estudiantes en su proceso de aprendizaje (Sheppard et al., 2019).

Por otra parte, en el ámbito de los factores organizacionales, merece atención la categoría de organización y gestión escolar (E: 15 y D:10), que engloba subcategorías como el apoyo de los

directivos y la asignación de tiempo en la jornada laboral de los docentes para el DPD Según Ennes et al. (2021), estos factores, catalogados en su investigación bajo la categoría de "apoyo de la administración", constituyen elementos motivadores para la participación de los docentes en programas de DPD.

Dichos factores pueden adoptar diversas formas, como apoyo verbal, financiero, asignación de tiempo o incluso la expectativa de participar en oportunidades específicas de formación. Resulta relevante destacar que estos elementos son, en algunos casos, más influyentes que los requisitos del distrito y pueden incidir en la percepción del valor y la utilidad que el docente atribuye al programa, así como en sus consideraciones sobre los costos asociados (aquello a lo que están dispuestos a renunciar). (Enns et al., 2021; Fang et al., 2021; OCDE, 2009; Sims et al., 2021; Zhang et al., 2019)

Además, se identificó la apertura de espacios interdisciplinarios en las escuelas como un factor facilitador en este ámbito, respaldando así la idea presentada por investigadores como King & Newmann (2000), Kedzior (2004), Darling-Hammond et al. (2017), y Marynowski et al. (2021), quienes destacan esta característica como fundamental en el DPD. El trabajo interdisciplinario no solo tiene potencial en la transformación de la práctica docente, sino que también desempeña un papel importante en la reducción del aislamiento, el aumento de la motivación por la enseñanza y la construcción de un sentido de pertenencia a una comunidad educativa cohesionada.

La cita de El da cuenta de lo anterior “la escuela debe dar apertura al diálogo interdisciplinar. No es posible seguir respondiendo a las necesidades del contexto y a los desafíos en el aprendizaje, desde estructuras fragmentadas. El profesor necesita del diálogo con sus colegas, del intercambio de ideas, para construir conceptos, para transformar lo que hace y transformarse a sí mismo. Es desde acá que podemos decir que la escuela es una comunidad educativa”.

Pasando ahora a los factores facilitadores, a nivel individual, estos se agruparon en tres categorías. La primera de ellas se refiere a los conocimientos y competencias (E: 15 y D: 23), que los docentes han adquirido en su formación profesional, o que son necesarios que adquieran, en campos como la didáctica, el contenido disciplinar y la tecnología. También se encuentra la perspectiva global que los docentes tienen sobre las problemáticas ambientales, el desarrollo de habilidades en EA y la reflexión sobre los recursos y materiales. Todo lo anterior actúa como un bucle de retroalimentación, en el que el dominio de cierto tipo de conocimientos y competencias, propician la reflexión y la investigación en la práctica docente, y son a la vez una plataforma para

la generación de nuevos conocimientos que entran en diálogo con los conocimientos previamente adquiridos.

En el modelo de conocimiento profesional del docente, basado en CDC de Gess-Newsome (2015), la autora plantea que los conocimientos previos de los docentes actúan como amplificadores y filtros del conocimiento profesional del docente. Los docentes con conocimientos de contenidos profundos y altamente estructurados tienen el potencial de beneficiarse de experiencias de profundización de contenidos de manera diferente que los docentes con conocimientos limitados o conceptos erróneos.

La segunda categoría detectada corresponde a la creencias y actitudes de los docentes (E:5 y D: 12). Acá se encuentran subcategorías como la motivación y el compromiso frente al DPD y la responsabilidad que asume para formar a otros. Las creencias actúan como un filtro del conocimiento de los docentes y orientan su práctica (Vélaz de Medrano, 2011; Duque et. al 2014, Gess-Newsome, 2015 y Clausen, 2018). La cita de E6 se asocia con lo anterior “yo creo que hay un interés en los docentes cada vez más por los temas ambientales. Creo que también es por un tema cultural en Colombia, donde hay una sensibilidad por lo ambiental, y eso esta chévere, digamos están buscando estrategias, buscando herramientas y eso es un facilitador, digamos el hecho de que exista motivación es un disparador de la práctica”.

Al respecto el estudio de la OCDE (2009) "Teaching Practices, Teachers' Beliefs and Attitudes" proporciona evidencia de que las creencias y actitudes de los profesores son un factor importante en la calidad de la enseñanza. En concreto se evidencia que los profesores que tienen una alta autoestima profesional son más propensos a utilizar prácticas de enseñanza innovadoras. Asimismo, quienes tienen un fuerte sentido de desarrollo profesional son más propensos a reportar altos niveles de satisfacción profesional, con un impacto directo en el rendimiento de los estudiantes (Yang, et al., 2018).

Finalmente, dentro de esta categoría de factores individuales, también se encuentra la experiencia profesional (E:2 y D:2). Dos de los entrevistados, consideran que la experiencia del docente en el aula es un facilitador de su DPD. Se espera que, a medida que el docente acumula más experiencia, desarrolle un conocimiento más estructurado de la materia que enseña, lo que repercute en una mejora en las habilidades de gestión del aula, planificación curricular y evaluación del aprendizaje, en comparación con los docentes novatos.

Según Gess-Newsome (2015), mientras los docentes veteranos pueden aprovechar oportunidades de desarrollo profesional para adquirir nuevas ideas y habilidades, los profesores novatos pueden estar tan distraídos por cuestiones relacionadas con la gestión del aula que sus intenciones de introducir nuevas prácticas en el aula pueden verse frustradas.

Es preciso aclarar que no se busca establecer una relación causal directa entre la experiencia docente y el desempeño en el aula, ya que este último se ve afectado por factores diversos, incluyendo aspectos personales, profesionales y contextuales (Yariv, 2011). De hecho, existen casos de docentes con amplia experiencia que no muestran interés en actividades de DPD (OCDE, 2009 y Gess-Newsome, 2015). Sin embargo, la experiencia en el aula, más allá del mero paso del tiempo, sí guarda una relación significativa con el DPD.

Esto se traduce principalmente en la adquisición de conocimientos y habilidades que permiten a los docentes ejercer una mejor labor y fortalecer su identidad profesional (OCDE, 2009; Gess-Newsome, 2015; Darling-Hammond et al., 2017). La cita de E4 se relaciona con lo anterior “la experiencia profesional en el aula del docente, más la experiencia académica, definitivamente es un facilitador de su desarrollo profesional. El hecho de estar en una continua búsqueda de mejorar su práctica, de adaptar estrategias, de aprender de lo que le salió bien y no tan bien con los estudiantes y de investigar, todo es una ganancia para el profesor, lo alimenta y lo ayuda a mejorar”.

Traslademos, ahora, el acento a los factores facilitadores del DPD a nivel epistemológico. En esta categoría con E:21 y D:4, se encontraron a la vez, las subcategorías enfoque teórico de la E.A (E:11 y D:6) y enfoque del DPD (E:21 y D:4). La perspectiva epistemológica en los procesos de DPD, de acuerdo con el estudio de Erixon & Hansson (2023) ayuda a los docentes a pasar del discurso cotidiano y profesional (utilizado en su trabajo y comunidad) al discurso académico (esperado en la educación superior).

Al comprender la naturaleza del conocimiento y del saber, los docentes pueden articular sus posiciones y participar en una reflexión crítica durante los programas académicos. Este puente entre discursos permite un aprendizaje más profundo y un mayor compromiso con la investigación y la teoría. Sin embargo, para Smith (2018) estas no son creencias filosóficas per se; más bien, son los entendimientos individuales que los maestros tienen sobre la naturaleza del conocimiento y el saber, que sustentan y guían sus acciones y que se conocen como epistemologías personales.

Ejemplo de lo anterior, lo encontramos en la cita de E1: “la epistemología es un facilitador del DPD. No podemos olvidar que el maestro construye unos marcos conceptuales que estructuran su práctica y que se fortalece a medida que investiga y e interactúa con otros docentes, con la comunidad, con los estudiantes, con los saberes del territorio. Si no hay esa construcción conceptual, no hay DPD. Por eso es indispensable anclar el DDP a la epistemología”.

Además, desde una perspectiva sociocultural, se entiende que el conocimiento se construye en el flujo de significado entre personas conocedoras, como los maestros que participan en una comunidad de práctica o una comunidad discursiva. En este contexto, los maestros pueden desarrollar su epistemología personal a través de programas de DPD que fomentan el diálogo sobre la naturaleza del conocimiento y el proceso de conocer. En síntesis, al comprender la naturaleza del conocimiento y los procesos de construcción de este, los maestros pueden reflexionar críticamente sobre sus propias prácticas pedagógicas y las teorías educativas subyacentes. Esto les permite evaluar y adaptar sus enfoques de enseñanza al contexto del aprendizaje de los estudiantes (Smith, 2018; Mataka, et al. 2019; Fowler et al. 2022; Lammssaari, et al, 2022).

En la subcategoría del enfoque teórico de la EA se observó que el enfoque territorial y sistémico de la EA fue mencionado con mayor frecuencia por los entrevistados. El enfoque territorial implica que la EA en el contexto escolar debe adaptarse a las características específicas de los entornos ambientales locales y aprovecharlos como espacios para la investigación y el aprendizaje. Este escenario de aprendizaje es un facilitador del DPD, tal como lo expresa E3: “el enfoque territorial de la EA ayuda al DPD, en el sentido que el territorio es donde se encuentran los problemas y las preguntas de investigación para desarrollar toda una propuesta didáctica de EA”.

Lo anterior se respalda, por ejemplo, en un estudio realizado por Meichtry & Smith (2007), donde se encontró que un programa de DPD basado en el entorno local tuvo un impacto significativo en la confianza de los docentes en diversas áreas curriculares, especialmente en el uso de recursos comunitarios, la realización de investigaciones de campo y la enseñanza de temas relacionados con cuencas hidrográficas. Además, en un estudio llevado a cabo por Ernst & Erickson (2018), se encontró que un curso de DPD centrado en una cuenca hidrográfica, seguido de un año de mentoría, tuvo impactos significativos en la confianza y las competencias para enseñar este contenido a los estudiantes.

Sobre el enfoque sistémico ya nos habíamos referido previamente al abordar los factores facilitadores a nivel de gestión de la política pública, particularmente en el factor de la transversalización de la EA como facilitador del DPD. El enfoque sistémico implica abordar la EA desde la interacción sociedad-naturaleza. De ahí la importancia de una convergencia de disciplinas y saberes en torno a las problemáticas ambientales, lo que también podríamos llamar la transversalización de la EA en el currículo. Sobre la cual, ya habíamos analizado su relación con el DPD.

Finalmente, es posible concluir que se han identificado diversos factores facilitadores del DPD, incluyendo categorías político-administrativos, institucionales, individuales y epistemológicos. Si bien, fue necesario separarlos para analizar en detalle sus relaciones con el DPD, entre ellos hay todo un mecanismo de retroalimentación que configuran el DPD como un sistema. Lo cual fue evidente, al encontrar categorías en una dimensión, que también hacían parte de otra, como en el caso de la categoría de formación, que se detectó tanto en los factores político-administrativos como en los factores organizacionales de la escuela. Ya que, si bien, desde la gestión de la política se brindan recursos para el acceso a la formación docente, la escuela es, al mismo tiempo, un escenario de formación para los docentes.

A manera de ejemplo, para comprender el mecanismo de retroalimentación entre las diferentes dimensiones que conforman el sistema de DPD, lo podemos evidenciar en el enfoque de la **política pública**.

En el contexto colombiano, la Ley general de Educación 115 de 1994, reunió en una misma área obligatoria del plan de estudios, las Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Esto ha implicado, que, en la **organización curricular** de los colegios, quienes participan en los procesos de EA sean, en su mayoría, docentes del área de Ciencias Naturales. Lo cual ha influido en la **creencia** que el DPD en EA, debe ser dirigido, principalmente a los docentes de Ciencias Naturales, y que, a nivel **epistemológico**, el marco teórico-práctico de la enseñanza de las Ciencias sea el mismo para la EA. Es importante señalar que este mecanismo no es secuencial, sino que cada una de las dimensiones puede ser al mismo tiempo insumo y producto de las otras.

Finalmente, se concluye que la diversidad de categorías detectadas en los factores facilitadores nos deja ver que el DPD supera la dimensión formativa, sobre todo el ámbito de la educación formal, con el que se relaciona frecuentemente el DPD. Un entendimiento del DPD de manera sistémica, desde ámbitos como la didáctica, la epistemología, la organización y gestión

escolar y el enfoque de las políticas públicas, son esenciales en la estructuración de propuestas de DPD dirigida a áreas de conocimiento como la EA, que demandan de una perspectiva compleja en el contexto de la enseñanza y el aprendizaje.

En la Tabla 23 se sintetizan las principales categorías, asociadas a los factores facilitadores en el DPD, detectadas en las entrevistas con los expertos.

Tabla 23.

Síntesis de los principales facilitadores del DPD, identificados por los expertos

Dimensiones	Categorías	Subcategorías
Político-administrativos	Gestión de las políticas	Fomentar las comunidades de aprendizaje Apoyo financiero a la educación formal
	Organización y gestión escolar	Transversalización de la EA en el currículo Apoyo de los directivos Tiempo en su jornada laboral para el DPD
Organizacionales	Formación e investigación	Didáctica como campo de DPD Oferta de programas de educación formal en EA
	Relación comunitaria	Articulación de la escuela con los territorios ambientales
	Conocimientos y competencias	Didáctica como campo de DPD
Individuales	Creencias y actitudes	Motivación y compromiso
	Epistemológicos	Enfoque teórico de la E.A
Enfoque del DPD		Perspectiva epistemológica en el DPD

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.2.2. Factores facilitadores identificados por los docentes. los factores facilitadores del DPD, mencionados por los docentes en los grupos focales, se categorizaron de acuerdo con las características de los grupos (niveles de desempeño en CDC sobre CC). Los resultados se presentan en la figura 29.

En el grupo focal de desempeño alto (GFA) Los factores que presentaron mayor enraizamiento y densidad fueron: la transversalización de la EA en el currículo (E9 y D7), el apoyo para la educación continua (E:6 y D4), el apoyo de los directivos (E6 y D4) y el trabajo colaborativo (E:6 y D4)

En el caso del grupo focal con desempeño medio (GFM), las categorías con mayor enraizamiento y densidad fueron el apoyo de los directivos (E:6 y D:4) y la participación en

escenarios de divulgación científica (E:5 y D:7). Por su parte, en el grupo focal con desempeño bajo (GFB), las categorías fueron la articulación con los territorios ambientales (E:13 y D:6) y el trabajo colaborativo (E:6 y D:4). No profundizaremos en analizar cada una de las categorías detectadas en los tres grupos focales, puesto que, en el anterior apartado sobre las concepciones de los expertos sobre este mismo tema, se presentó el análisis respectivo. Lo importante acá es dilucidar las diferencias entre estos grupos respecto a los factores facilitadores que han incidido en su DPD.

En el GFA se detectó un mayor número de factores facilitadores, en comparación con los otros grupos, que hacen parte de diferentes ámbitos, como la gestión de la política pública (transversalización de la EA en el currículo y el apoyo de la educación continua), gestión escolar (apoyo de los directivos y trabajo colaborativo) y la relación interinstitucional. En este sentido, se infiere que en este grupo existe una perspectiva más compleja sobre el DPD, posiblemente vinculada a una participación más extensa en procesos de DPD previos, lo que les ha permitido identificar estos factores basándose en su experiencia.

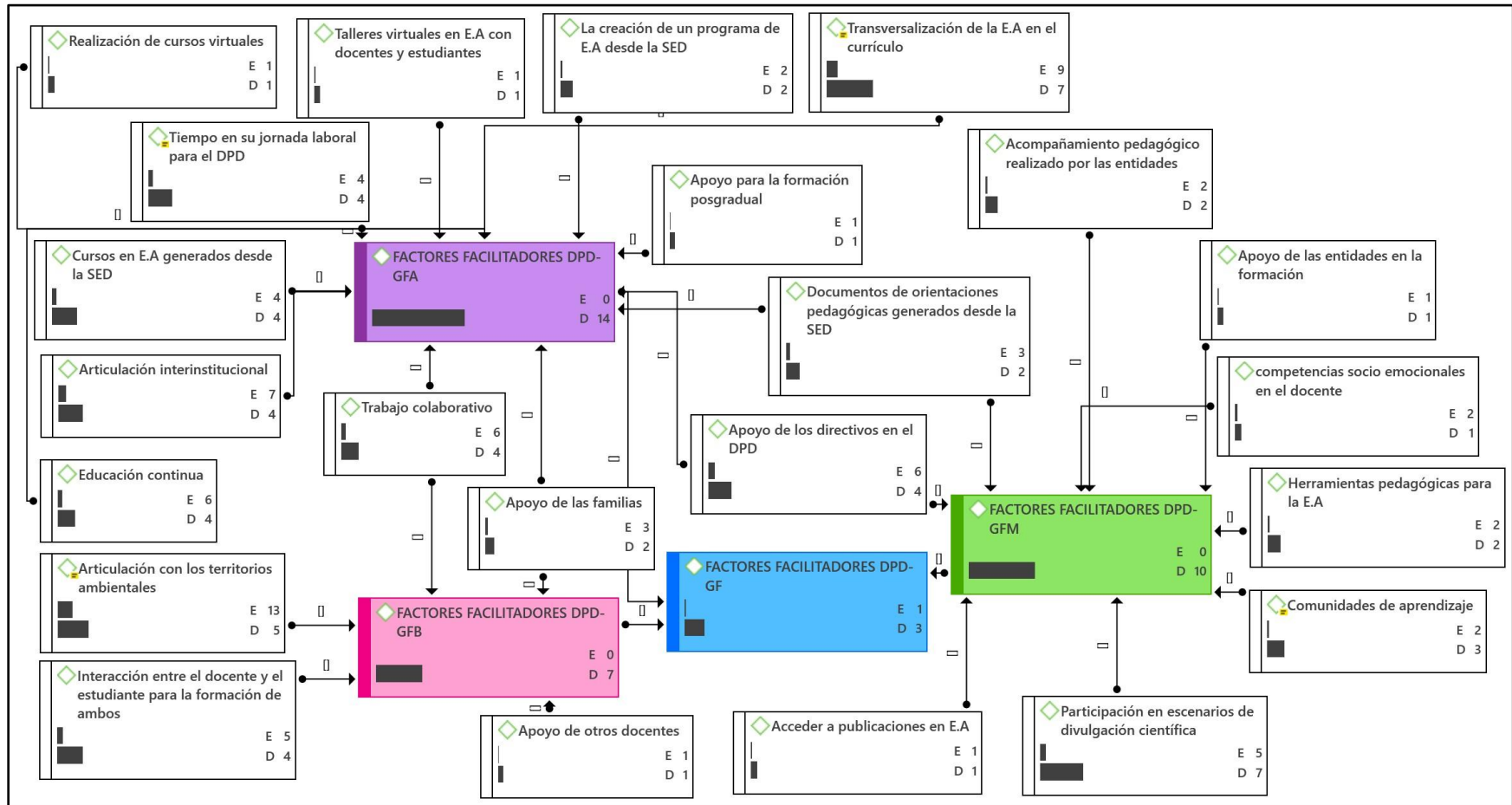
En este grupo, resalta el énfasis que los docentes ponen en la transversalización de la EA en el currículo como un facilitador del DPD. Consideran que la institucionalización del PRAE, como estrategia de la Política Nacional de Educación Ambiental, facilita el diálogo entre diferentes saberes y disciplinas. No obstante, reconocen que aún hay camino por recorrer en la implementación práctica de esta iniciativa. Es evidente que, en su mayoría, los proyectos ambientales siguen siendo liderados por los docentes del área de Ciencias Naturales. Este panorama coincide con el diagnóstico del estado de los PRAE en algunas regiones de Colombia, documentado por Alape y Rivera (2016), Burgos (2017), y Bustamante et al. (2017).

En este grupo también se destaca el énfasis en la educación continua, como facilitador del DPD. Un aspecto que no se evidenció en los otros dos grupos. De hecho, en GFM y GFB, la formación como facilitador apenas se menciona o no se aborda en absoluto. Lo cual puede dejar en evidencia que para los docentes del GFA, no es posible concebir un proceso de DPD sin participar en estrategias de educación continua, que les permita actualizar sus conocimientos profesionales y desarrollar una práctica pedagógica acorde a los desafíos cambiantes en el contexto de la enseñanza.

Uno de los elementos que puede explicar el énfasis de los docentes del GFA en la educación continua como facilitador del DPD radica en que muchos de ellos ya han culminado programas de educación formal, como maestrías y doctorados.

Figura 29.

Red semántica de los factores facilitadores en el DPD identificados en los docentes.



Fuente: Red obtenida de Atlas ti, a partir de la categorización realizada por el autor

En la actualidad, estos docentes se encuentran más interesados en participar en programas de educación continua para actualizar sus conocimientos y competencias en el campo profesional, tal como se evidencia en la intervención de D3GFA: “yo culminé mi maestría hace 3 años, y no tengo pensado en hacer un doctorado. Por el momento, lo que me interesa es participar en cursos como el de cambio Climático, que dicta la Academia Colombiana de Ciencias, porque la verdad no conozco mucho del tema, y este es un tema que requiere que los docentes estemos actualizados”

Como se mencionó anteriormente, al analizar los resultados de los grupos focales sobre las concepciones de los docentes acerca del DPD, la educación continua debe ser una estrategia importante en el DPD. Las políticas gubernamentales no deben pasarla por alto, ya que beneficia a un grupo de docentes que no se encuentran interesados en participar en programas de educación formal, pero que tienen una motivación genuina para actualizarse profesionalmente y mejorar en su práctica.

En el GFM, resalta la categoría del apoyo de los directivos, un facilitador del DPD ya identificado en las entrevistas. Sin embargo, un aspecto a resaltar es la importancia de que las estrategias de DPD se orienten tanto a docentes como a directivos. El aprendizaje docente depende, en parte, de la comprensión de la enseñanza y el aprendizaje por parte de los administradores (Kirsten, 2020). Esta hipótesis se apoya en el estudio de Song (2008), que encontró una correlación positiva entre la participación del director en el DPD y la participación docente en programas de desarrollo profesional.

Un ejemplo de lo anterior lo encontramos en la cita de D4GFM “es importante que desde la Secretaría de Educación también se inviten a participar a los directivos, porque finalmente son ellos quienes toman decisiones en la gestión escolar” y en la cita de D6GFM “de nada sirve que nos inviten a cursos o capacitaciones si el rector no entiende la importancia de estos procesos. En varias ocasiones he tenido que desistir de participar, porque no me alcanza el tiempo y el rector no me da el permiso para asistir”.

Dentro de este grupo, también se destaca la categoría del apoyo administrativo para la participación en eventos de divulgación científica, tales como congresos, seminarios, coloquios y foros, tanto en términos de apoyo económico como de disponibilidad de tiempo.

Estos encuentros representan una estrategia importante para compartir experiencias e investigaciones entre los docentes, y adquieren mayor relevancia cuando se utilizan como medios de aprendizaje e intercambio de experiencias, alejándose de la mera transmisión de información

en la que el docente adopta un rol pasivo como simple espectador (Ghimire, 2020; Rodríguez et al., 2020; Ohayon, 2023). Según Darling Hammond et al. (2017), esta perspectiva de capacitación en el DPD a menudo no logra el impacto deseado debido, entre algunos factores, a que no está estructurada dentro de un programa sostenido en el tiempo.

Los dos factores mencionados anteriormente están más relacionados con el apoyo de la administración para el DPD que con factores individuales o de responsabilidad directa de los docentes, en contraste con el GFA, en el que se destacaron la educación continua y el trabajo colaborativo. Esto deja en claro que, en el GFM, los facilitadores son más externos que internos. Aunque contar con políticas públicas en DPD y el respaldo de los administradores es fundamental, también es importante considerar la motivación, la actitud y el compromiso de los docentes, para que los apoyos externos realmente tengan el impacto deseado, como se muestra en el estudio de la OCDE (2009).

Dirigiendo ahora nuestra atención hacia los resultados del GFB, la categoría que más sobresalió fue la articulación con los territorios ambientales, relacionada con la educación basada en el lugar (EBL), la cual ya habíamos mencionado al referirnos a las concepciones de los expertos sobre los factores facilitadores. Otras categorías que también se destacaron fueron la interacción entre el docente y el estudiante para la formación de ambos, así como el trabajo colaborativo.

Un aspecto notable en este grupo de docentes es la relevancia que le otorgan al trabajo experiencial en su DPD, utilizando estrategias como la EBL y fomentando la interacción con otros docentes y con los estudiantes, lo cual no se observó en los otros dos grupos. La cita de D5GFB es un ejemplo de lo anterior “lo que me facilita mi DPD es el trabajo en campo que realizo con mis estudiantes. Llevarlos al humedal, aprender en vivo y en directo”. Respecto a esto, el trabajo experiencial y colaborativo puede contribuir a que los docentes se sientan más motivados y comprometidos con su labor (Meichtry y Smith, 2007; Ernst & Erickson, 2018; Lowenstein et al., 2018).

Otro aspecto notable en este grupo es la ausencia de factores relacionados con el apoyo para la formación profesional o la investigación en el aula. Aunque esta característica no puede considerarse determinante en el nivel de CDC de los docentes, es posible que la baja frecuencia de esta categoría en las concepciones de los docentes del GFB se deba a su escasa participación en este tipo de estrategias. Esto, a su vez, puede influir en una falta de dominio conceptual y

pedagógico de los contenidos que se enseñan (Adams et al., 2023; Barut & Wijaya, 2020; Weber & Mofield, 2023).

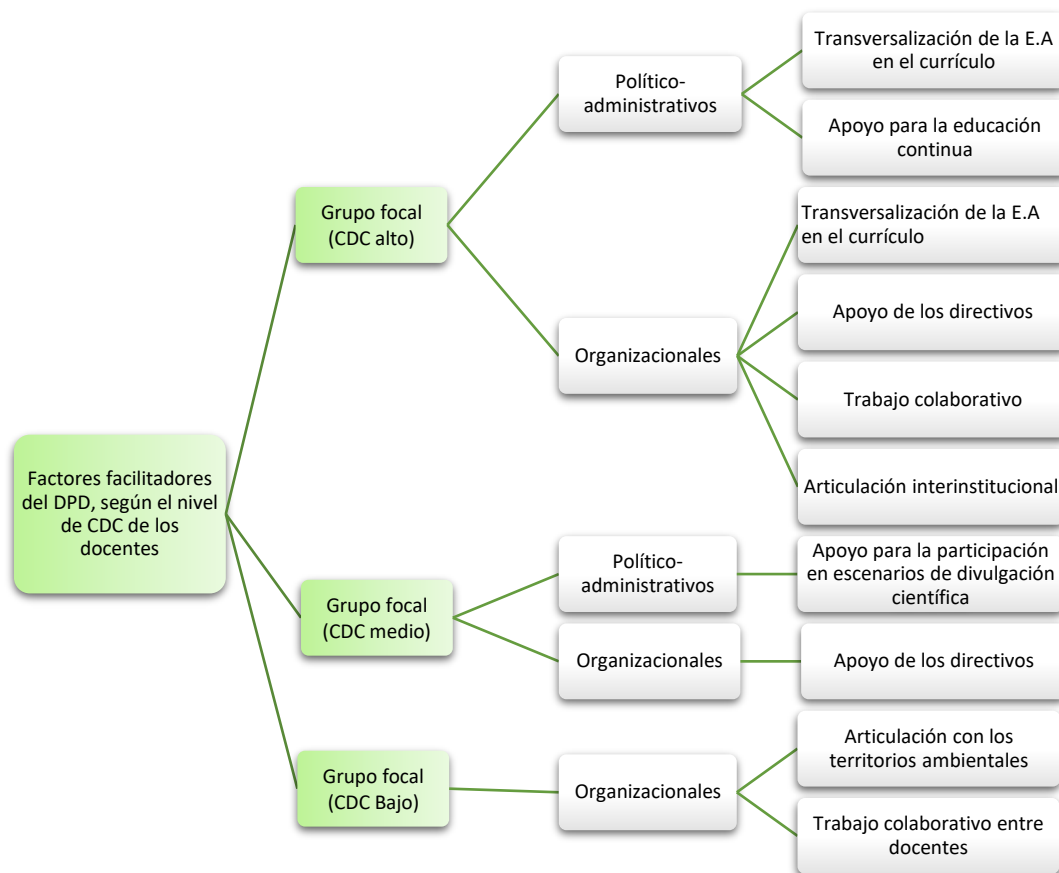
En cierto sentido, esto podría explicar el bajo nivel de CDC de los docentes sobre CC en comparación con los docentes del GFM y GFA, en los que se destacaron categorías como el apoyo para la educación continua y la participación en eventos de divulgación científica, que pueden estar incidiendo en una mayor comprensión, a nivel disciplinar y pedagógico del contenido.

En síntesis, se identificó que los factores facilitadores del DPD varían según el nivel de desempeño del CDC de los docentes. En la figura 30 se presentan las principales categorías asociadas a cada grupo de docentes. En el GFA, se destaca la transversalización de la EA, la importancia de la educación continua y el trabajo colaborativo entre docentes. En el GFM, el apoyo de los directivos y la disponibilidad de tiempo y recursos para la participación en eventos de divulgación científica son fundamentales. En el GFB, la articulación con los territorios ambientales, el trabajo colaborativo entre docentes son los principales facilitadores.

La frecuencia con la que cada categoría aparece en las respuestas de los docentes podría explicar, en cierto modo, la experiencia o no de los docentes en diferentes estrategias de DPD en torno al CC, y el nivel de conocimiento sobre el tema.

Figura 30.

Síntesis de los principales facilitadores del DPD, mencionados por los docentes en los grupos focales.



Fuente: Elaboración propia

4.2.1.3. Factores obstaculizadores del Desarrollo Profesional Docente. A continuación, se presentan los factores obstaculizadores en el DPD, identificados en los expertos y en los docentes.

4.2.1.3.1. Factores obstaculizadores identificados por los expertos. En las Figuras 31 y 32 se ilustran las redes semánticas de las categorías detectadas en las concepciones de los expertos sobre los factores obstaculizadores del DPD. Para facilitar el análisis, debido a la amplitud de las categorías, se elaboraron dos redes independientes. Es importante destacar que los factores obstaculizadores se enmarcan en las mismas dimensiones que se identificaron para los factores facilitadores. Por lo tanto, para evitar redundancia, no se ahondará en la explicación de cada

dimensión. Sin embargo, se presentarán algunos ejemplos de citas textuales agrupadas en cada dimensión, seguidos de un análisis de los aspectos relevantes que se desprenden de los factores identificados.

-Factores Individuales: E8 “Un discurso muy acrítico [en el docente], o sea, lo que diga la cartilla, lo que diga el libro, lo que diga el indicador o lo que diga la Secretaría de Educación sobre lo que se debe hacer, pero no hay procesos propios”

-Factores organizacionales: E6 “Hay un tema sobre esos otros espacios informales que tienen que ver con el desarrollo profesional que ocurre dentro de las comunidades de aprendizaje y es que los colegios no tienen comunidades aprendizaje porque no hay espacio, porque los maestros pasan todo el día sin hablar con otro docente. Entonces creo que el sistema no tiene previsto que sus docentes hablen más allá de una semana al año. Eso no funciona”.

-Factores Político-administrativos: E2 “el desarrollo profesional de los docentes, específicamente en el campo de la educación ambiental, ha tenido un sesgo, y es que quienes se han formado, han sido profesores, en su mayoría, de Ciencias Naturales. Somos los profesores de Biología y Química, a quienes se nos atribuyó de alguna forma el compromiso y la responsabilidad de la educación ambiental”.

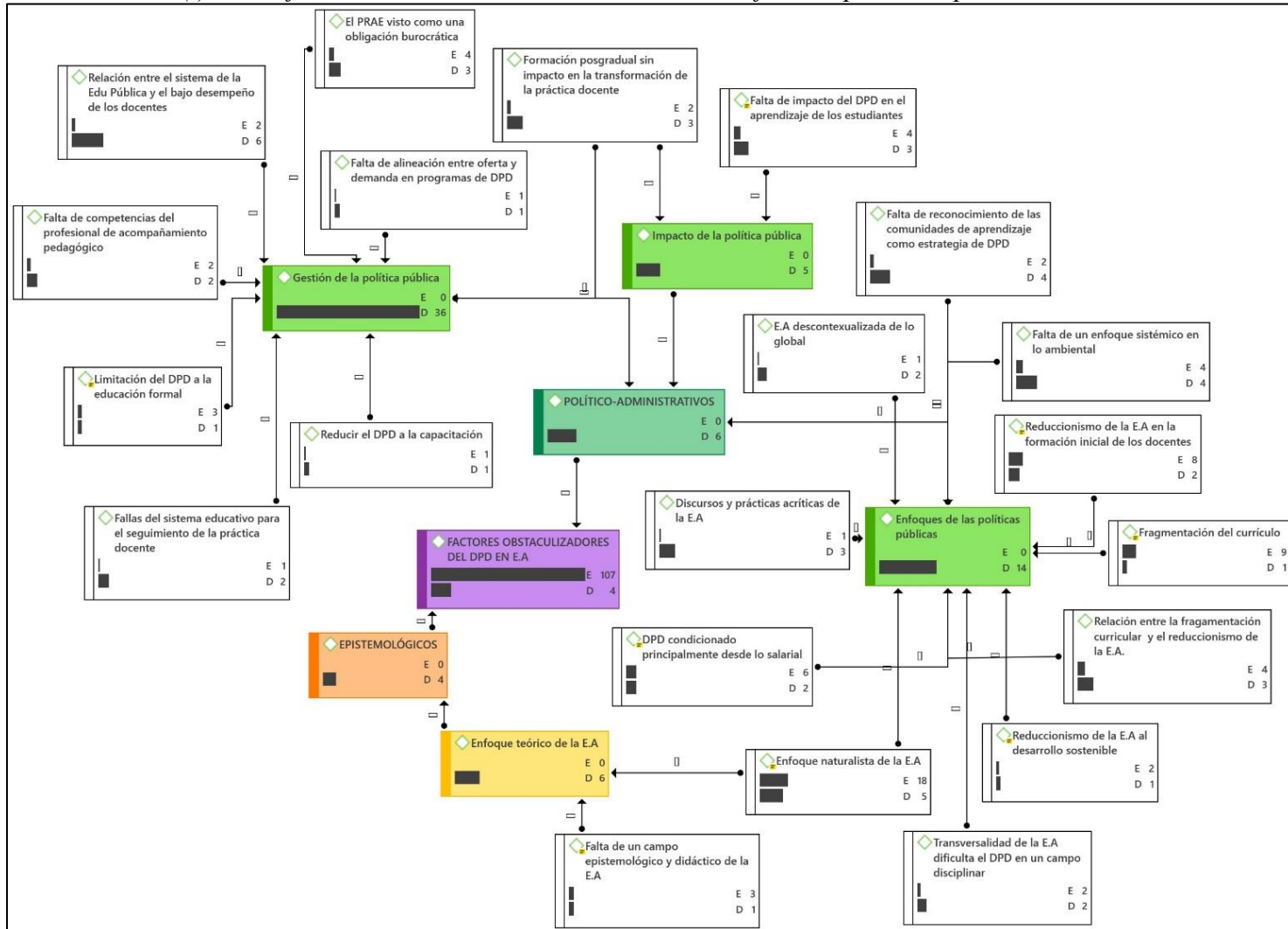
-Factores epistemológicos: E7 “la intuición de que el conocimiento epistemológico de la ciencia se puede trasladar al campo ambiental, es una intuición horrible. Y lo otro es que se ha mitificado que la educación ambiental es de todo el mundo y que todo el mundo sabe del asunto. Es un mito horroroso la transversalidad de la educación ambiental”.

Los resultados muestran que las subcategorías con mayor enraizamiento (E) y mayor densidad (D) son los factores político-administrativos (E:76 y D:6) y los factores organizacionales (E:68 y D:10), seguidos de los factores individuales (E:15 y D:6) y los factores epistemológicos (E:19 y D:4).

Con relación a los factores político-administrativos, se identificaron, a su vez, tres subcategorías, gestión de la política pública (E:66 y D:36), impacto de la política pública (E:4 y D:5) y enfoques de la política pública (E:3 y D:14).

Figura 31.

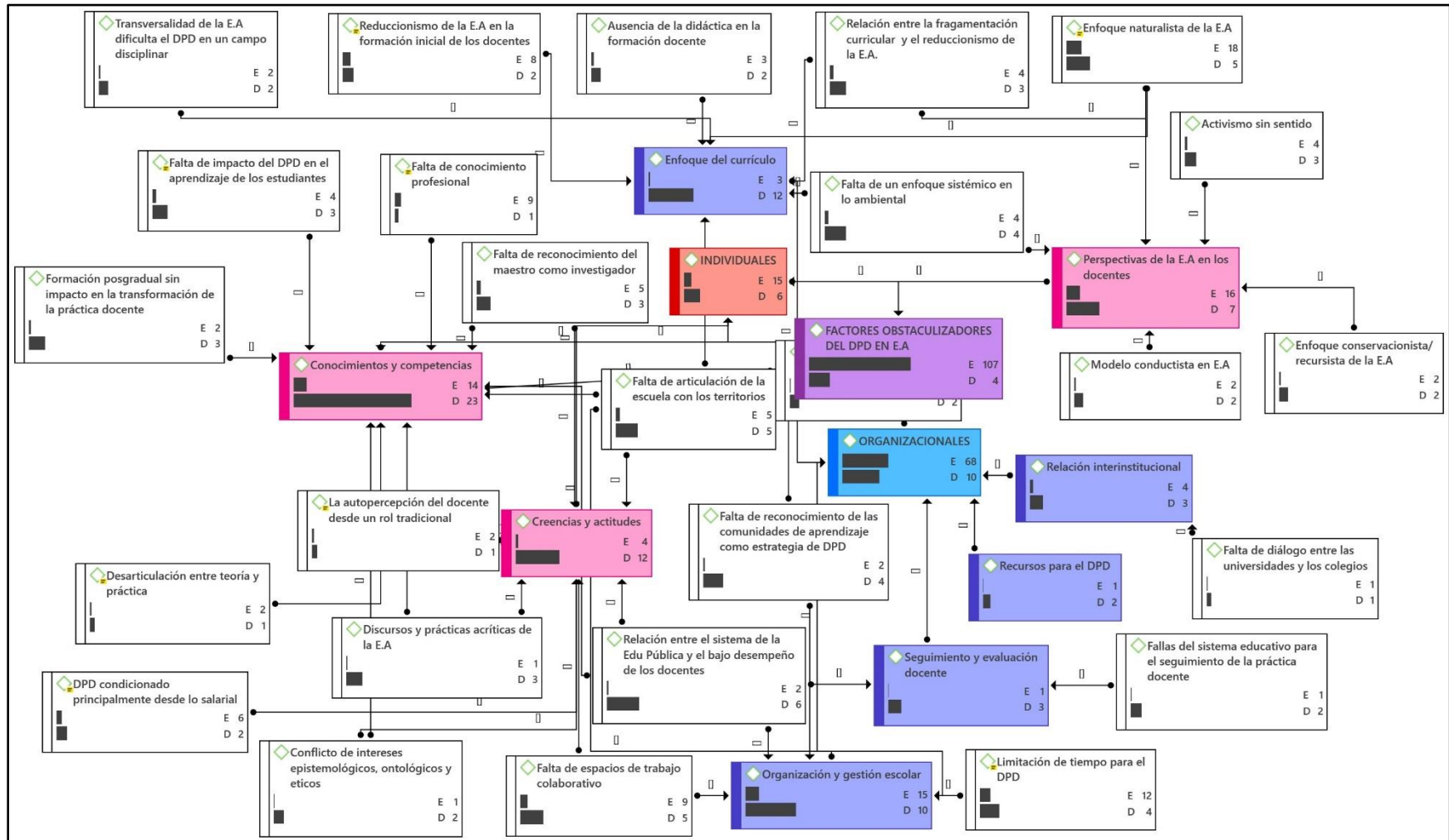
Red semántica (I) de los factores obstaculizadores del DPD, identificados por los expertos.



Fuente: Red obtenida de Atlas ti, a partir de la categorización realizada por el autor

Figura 32.

Red semántica (II) de los factores obstaculizadores del DPD, identificados por los expertos.



Fuente: Red obtenida de Atlas ti, a partir de la categorización realizada por el autor

En cuanto a los factores vinculados a la gestión de la política pública, se observa que la categoría con mayor enraizamiento y densidad es el PRAE visto como una obligación burocrática (E:4 y D:3). Según los entrevistados, la EA dentro del ámbito escolar, suele ser interpretada por los docentes como una responsabilidad adicional, dado que implica la ejecución de actividades inherentes al PRAE fuera de su jornada laboral habitual. Además, se percibe como una obligación, ya que los docentes deben presentar reportes sobre las actividades realizadas para cumplir con distintos instrumentos normativos en materia ambiental. Este contexto desmotiva la participación de los profesores en actividades adicionales para su desarrollo profesional en este ámbito.

Kim (2019) evidenció que el aumento de la carga administrativa en los profesores reduce el tiempo dedicado a la instrucción, planificación de clases y evaluación, impactando negativamente el desempeño docente. Este hallazgo coincide con Cheng & Monroe (2010), quienes encontraron que la obligación de participar en programas de EA puede generar reacciones negativas en los maestros de primaria, ya que se sienten abrumados por el cumplimiento de estándares y objetivos de rendimiento estudiantil. Se identificó además que los docentes sin experiencia o familiaridad con la enseñanza de Ciencias Naturales y EA enfrentan desafíos adicionales y podrían requerir un mayor apoyo.

Lo anterior resalta la importancia de considerar las barreras burocráticas en los procesos de DPD impulsados desde la política educativa, con el propósito de diseñar estrategias que promuevan el enfoque de la EA como un campo didáctico en lugar de percibirlo como una carga administrativa. Promover la colaboración entre docentes y facilitar el intercambio de experiencias y recursos relacionados con la EA puede ser fundamental para fortalecer su compromiso y motivación en esta área.

Esto podría lograrse mediante la creación de redes de profesores, grupos de trabajo o comunidades de práctica. Lo anterior es coherente con lo expresado por E3: “una de las grandes dificultades en el desarrollo profesional de los docentes de educación ambiental, es que los profesores ven el PRAE como una obligación (...). Por eso la importancia de que el PRAE sea un proyecto realmente transversal”

En cuanto a la dimensión del enfoque de la política pública, se observa la presencia de enfoques de la EA y del DPD que son obstaculizadores del DPD. Se destaca, en primer lugar, el enfoque naturalista de la E.A (E: 18, D: 5), el cual la restringe al ámbito ecosistémico y a la enseñanza de las Ciencias Naturales (Sauvé, 2004). Asimismo, la fragmentación del currículo en

las escuelas (E: 9 y D: 1) dificulta la integración de la EA con otras áreas del currículo, lo que conlleva a una perspectiva reduccionista del ambiente y sus problemáticas, en los docentes y estudiantes (García-Díaz, 2004).

La cita de E8 da cuenta de lo anterior “en la escuela hemos sido incapaces de poner en práctica esa esencia tan bonita de los PRAE, su transversalidad, su conexión con diferentes disciplinas y diferentes formas de ver el mundo (...) eso obstaculiza cualquier proceso de DPD, porque limita el diálogo de los profesores, los encasilla en una mirada disciplinar del ambiente”.

Otro aspecto relevante es el reduccionismo de la EA en la formación inicial de los docentes (E: 8 y D: 2), en el cual se privilegia una perspectiva naturalista de la EA, siendo común que la EA se incluya únicamente en los planes de estudio de licenciaturas en Ciencias Naturales. Esto se vincula con los lineamientos políticos y los instrumentos normativos en materia educativa, que agrupan a las Ciencias Naturales y la EA dentro de una misma área del conocimiento.

Los enfoques de EA que limitan su alcance a lo ecosistémico y lo asocian mayormente con las Ciencias Naturales, junto con la fragmentación del currículo y el reduccionismo en su inclusión en la formación inicial de docentes, pueden limitar una perspectiva compleja en los docentes sobre las problemáticas ambientales (García-Díaz, 2004, y Leff, 2007). Además, adoptar una epistemología del ámbito ambiental exclusivamente desde una perspectiva científica podría desmotivar a los docentes de otras áreas a participar en procesos de Desarrollo Profesional Docente (DPD) en este campo (Iacob, 2013).

Por último, es importante mencionar el DPD condicionado por aspectos salariales (E: 6 y D: 2). Es común que los docentes accedan a programas de educación posgradual subsidiados por el gobierno, con el principal incentivo de avanzar en el escalafón docente y mejorar sus condiciones salariales (Fuentes et al., 2023; Gu et al., 2023; Pham et al., 2020). Aunque es cierto que el DPD se relaciona también con las condiciones de vida del docente (Vélaz de Medrano, 2011), es importante que desde la política se realice un seguimiento y una evaluación del impacto de este tipo de estrategias en el mejoramiento de la calidad educativa (OCDE, 2009).

Además, cuando el DPD está condicionado principalmente por incentivos salariales, existe el riesgo de que los docentes participen por motivaciones externas en lugar de un interés genuino por el mejoramiento profesional, lo que puede impactar negativamente en la calidad educativa y en la capacidad de los docentes para abordar adecuadamente los desafíos ambientales en su práctica pedagógica. Tal como lo expresa E5 en su cita “en mis cursos me he encontrado con

docentes que hacen su maestría en enseñanza de las ciencias, y que pertenecen a áreas como Humanidades, y hacen esta maestría porque no había otra opción y necesitan el título para ascender en el escalafón (...). Por supuesto esto en poco impacta su práctica, y los estudiantes, quienes deberían ser los beneficiados de todo esto, siguen con sus problemas de aprendizaje”.

Otra de las categorías detectadas en la dimensión político-administrativa, es el impacto de la Política pública. Para los expertos, la falta de impacto del DPD en el aprendizaje de los estudiantes (E:4 y D:3) y la formación posgradual sin impacto en la transformación de la práctica docente, también son factores obstaculizadores del DPD. Tal como lo habíamos anotado anteriormente, esto puede estar relacionado con la motivación de los docentes de realizar estudios posgraduales por un mejoramiento salarial, sin que ello necesariamente implique un impacto positivo en la enseñanza ni en el aprendizaje de los estudiantes.

Sin embargo, es importante señalar que, con lo anterior no se desconoce que hay otros factores que pueden influir en el impacto de los programas de DPD en el mejoramiento de la calidad educativa, tales como la calidad de los programas de formación de los docentes, las condiciones de trabajo en las escuelas y el apoyo que reciben los docentes de sus colegas y de la administración. (UNESCO, 2019). Respecto a lo anterior, se resalta lo mencionado por E8: “acá tampoco se trata de echarle la culpa al docente de los problemas de la educación ambiental. Yo conozco profesores del PRAE, que son muchos, con una capacidad enorme para trabajar en el territorio y generar propuestas serías. Muchos de ellos intentan hacer algo, con lo poco que tienen. Además, no se nos puede olvidar que el profesor también es producto de un sistema, que lo lleva a tener unas creencias y a adoptar unos roles determinados”.

Abordando ahora los factores organizacionales, se destaca que los relacionados con la organización y gestión escolar son los más relevantes, específicamente la falta de tiempo para el DPD (E:12 y D:4) y la falta de espacios de trabajo colaborativo (E:9 y D:5). Estas barreras, que pertenecen al ámbito de la gestión administrativa de la escuela, influyen directamente en el DPD (Lee et al., 2018; Celik et al., 2021 y Marynowski et al., 2021). Cuando los administradores educativos no asignan suficiente tiempo para actividades de desarrollo profesional, los docentes pueden sentirse abrumados por sus tareas diarias y tienen dificultades para comprometerse plenamente con su crecimiento profesional.

Lo anterior fue claro con la cita de E1 “creo que uno de los principales obstáculos en el desarrollo profesional de los docentes, es la falta de tiempo para participar en programas de

formación o vincularse a grupos de investigación. Esto depende en gran medida de la gestión directiva. Si un rector no entiende la importancia del DDP, va a ser muy difícil ganar estos espacios” y también en la cita de E:4 “Los directores escolares deberían organizar y hacer seguimiento a espacios de diálogo y trabajo colaborativo entre los docentes. Hay muchas estrategias de desarrollo profesional, que no necesariamente implica ausentarse de su sitio de trabajo para ir a recibir una capacitación”.

Además, la falta de apoyo a estrategias de trabajo colaborativo entre docentes puede generar sentimientos de desvalorización y desmotivación, lo que podría afectar la satisfacción laboral, el sentido de pertenencia a la comunidad escolar y, en última instancia, la calidad del trabajo docente y el clima escolar en general (UNESCO, 2019).

En el ámbito individual, la categoría de conocimientos y competencias se destaca como un factor clave que obstaculiza el DPD. Dentro de ella, encontramos dos subcategorías relevantes: la falta de conocimiento profesional y la falta de reconocimiento del docente como investigador.

La falta de conocimiento profesional, (E: 9 y D:1) dificulta la innovación y actualización de las prácticas pedagógicas, limita la capacidad de respuesta a las necesidades cambiantes del alumnado y desmotiva la participación en actividades de DPD. Tal como lo expresa E7 “un factor que obstaculiza el DPD es la falta de un conocimiento didáctico de los docentes que trabajan en educación ambiental, muchos de ellos acuden a un conocimiento artesanal e intuitivo sobre los contenidos. Si uno mira en la práctica, son pocos las experiencias en esta área, que tienen una propuesta didáctica sería para construir conocimiento sobre los problemas ambientales”.

Asimismo, la de E4: “la falta de un conocimiento profesional en educación ambiental, genera es un activismo, el hacer por hacer, sin reflexionar o cuestionar que de todo eso que se hace, realmente tiene una ganancia pedagógica. Eso finalmente termina es agotando a los docentes y a los mismos estudiantes”.

La falta de reconocimiento del docente como investigador (E:5 y D:3) genera baja autoestima profesional, desinterés por la generación de conocimiento pedagógico y una percepción de la docencia como una actividad rutinaria sin posibilidades de desarrollo intelectual. (Felix, 2019). La cita de E2 es un reflejo de lo anterior: “lo que me sorprende es la falta de investigación en los profesores. No puedo concebir que un docente no investigue, que no aprenda de su propia práctica, que no cuestione aquello que le salió bien y no tan bien en el aula. Algo que, si me preocupa y también me entristece, es el agotamiento y la falta de motivación de los docentes por

investigar. Son como autómatas: este año vamos a ver la célula, sus partes, su funcionamiento. Y nos hemos quedado ahí, en dictar unos temas, sin investigar cómo es que aprenden los estudiantes”.

Tanto la falta de conocimiento del contenido como la falta de reconocimiento del docente como investigador impactan negativamente el DPD. Cuando los docentes no se sienten valorados como profesionales capaces de contribuir al conocimiento en su campo, la probabilidad de que se comprometan con actividades de DPD que demanden tiempo y esfuerzos adicionales, disminuye. Tal como se evidencia en la cita de E2 “es muy difícil que un profesor investigue sino tiene un compromiso fuerte por su profesión, sino tiene una motivación por mejorar lo que hace”.

Sin embargo, la barrera no solo se origina en la percepción externa, sino también en la autopercepción del docente sobre su rol. Algunos docentes se conciben como meros transmisores de información o cuidadores de los estudiantes (OCDE, 2009), sin considerar la importancia de la actualización de conocimientos, la construcción de conocimiento crítico y reflexivo en los alumnos, la reflexión sobre la práctica y la teoría, el mejoramiento de la enseñanza y, en última instancia, el mejoramiento de la calidad educativa. Revertir esta situación es un desafío que requiere un trabajo conjunto desde diferentes frentes. A nivel de política, se deben crear oportunidades para promover la investigación entre los docentes. A nivel organizacional, es necesario fomentar espacios de diálogo y trabajo colaborativo, y a nivel individual se requiere un compromiso continuo del docente con su desarrollo profesional.

Otra de las categorías que también se destacó como factor obstaculizador a nivel individual, fueron las creencias y actitudes, en la que la subcategoría DPD condicionado principalmente desde lo salarial, fue la que tuvo mayor relevancia (E: 6 y D:2). Sobre este aspecto ya nos habíamos referido anteriormente, sin embargo, lo importante acá es señalar que el compromiso ético del docente por la profesión debe ser la base de su labor (Seery, 2008; Sabbagh, 2009 y Strike & Soltis, 2015). Si bien un mejor salario es una aspiración legítima para cualquier trabajador, no puede ser el único motor para desarrollarse profesionalmente.

Finalmente, se resalta dentro de la categoría de factores epistemológicos, la subcategoría de la falta de un campo epistemológico y didáctico de la EA como factor obstaculizador del DPD. Esto lleva a que los docentes, en algunos casos, recurran a un conocimiento intuitivo o artesanal para abordar la materia. Las actividades que se realizan, como la celebración de fechas ambientales, campañas de manejo de residuos o salidas ecológicas, que, si bien pueden tener un

valor pedagógico, no siempre entrañan la complejidad de la EA y de sus procesos didácticos (García, 2004).

La cita de E7 se relaciona con lo anterior “la educación ambiental no tiene una epistemología propia. Esto lleva a que los docentes, con el cuento de la transversalidad del PRAE, hagan cualquier cosa”. También, hay quienes piensan que la epistemología de las Ciencias Naturales se puede trasladar a la educación ambiental. Esto es otro horror”.

La ausencia de un campo epistemológico y didáctico en EA dificulta el diálogo entre teoría y práctica, y limita la construcción de un conocimiento profesional docente en esta área. (García-Díaz, 2004). Como resultado, la EA se reduce a prácticas superficiales, sin un impacto significativo en el aprendizaje de los estudiantes ni en la generación de cambios en sus actitudes y hábitos frente a los problemas ambientales. Sin embargo, E7 plantea que “en vista de este vacío epistemológico y didáctico, en mi grupo de investigación hemos venido trabajando en el concepto de cuestiones socioambientales (CSA), relacionado en parte, con el de cuestiones socio-científicas, como una posibilidad didáctica para investigar y construir conocimiento ambiental”

La educación basada en CSA aprovecha la naturaleza ética, política y cultural de las problemáticas ambientales, como el CC y la pérdida de la biodiversidad biológica, y la importancia de la participación en la toma de decisiones ciudadanas responsables, conectando así el campo de la didáctica con la vida de los estudiantes (Mora-Penagos, 2019).

Si bien la EA ha experimentado un crecimiento notable desde sus inicios en la década de 1970 (Calafell et al., 2015), aún queda un camino por recorrer para consolidarla como un área del conocimiento robusta e institucionalizada. Este proceso exige un esfuerzo conjunto desde el ámbito político y académico, con el objetivo de fortalecer la formación docente y la investigación en didáctica de la EA y generar cambios significativos en la estructura curricular de los colegios y las universidades (Guevara-Herrero et al., 2023; Pérez-Martín y Esquivel-Martín, 2022; Roldán-Arcos et al., 2022).

En resumen, el análisis de las redes semánticas revela que los factores obstaculizadores del DPD en el contexto de la E.A están intrínsecamente ligados a dimensiones individuales, organizacionales, político-administrativas y epistemológicas. Los resultados indican que los factores político-administrativos y organizacionales son los que presentan mayor enraizamiento y densidad, seguidos de los factores individuales y epistemológicos.

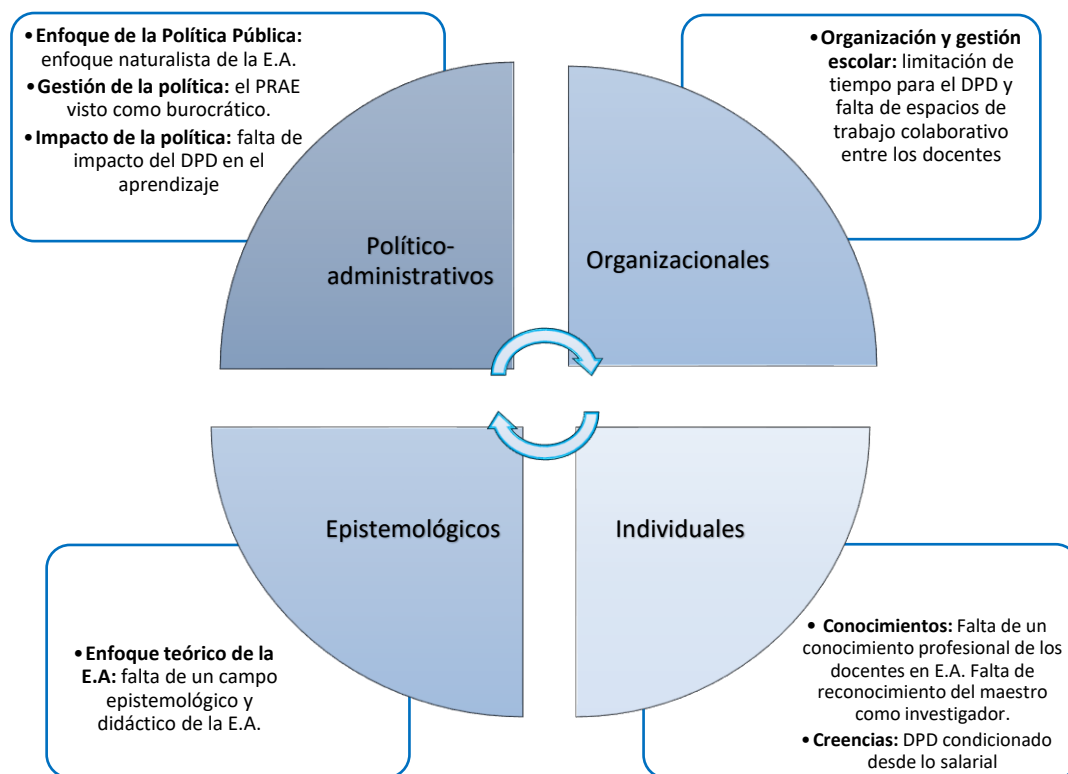
Al igual que lo enunciado en los factores facilitadores del DPD, es posible considerar que las dimensiones identificadas como factores obstaculizadores del DPD interactúan y se retroalimentan, potenciando muchas de las barreras que han dificultado la construcción de un campo didáctico e investigativo en educación ambiental y de un conocimiento profesional de los docentes que se desempeñan en esta área.

Superar estas dificultades demanda de cambios profundos en la política pública, particularmente en la manera en que se concibe la EA como un complemento de las Ciencias Naturales. A nivel organizacional, es fundamental brindar apoyo a los docentes en términos de tiempo y espacios estructurados para el trabajo colaborativo. A nivel individual, se requiere un fuerte compromiso por parte de los docentes para transformar sus creencias, actitudes y conocimientos, permitiéndoles identificarse como profesionales de la EA. Finalmente, a nivel epistemológico, es necesario que las investigaciones contribuyan a situar a la EA con una epistemología y didáctica propias.

En la figura 33 se hace una síntesis de la agrupación por dimensiones de las categorías identificadas como factores obstaculizadores del DPD, a partir de las respuestas de los expertos. Se aclara que, debido a la amplitud de la información, se incluyeron solamente las categorías que se destacaron por su enraizamiento y densidad.

Figura 33.

Síntesis de los principales obstaculizadores del DPD, identificados por los expertos.



Fuente: Elaboración propia

4.2.1.3.1. Factores obstaculizadores identificados por los docentes. Los factores obstaculizadores del DPD, mencionados por los docentes en los grupos focales, se categorizaron de acuerdo con las características de los grupos (niveles de desempeño en el CDC sobre cambio climático). Los resultados se presentan en la figura 34.

En el grupo focal de desempeño alto (GFA) los factores que presentaron mayor enraizamiento y densidad fueron: el enfoque naturalista de la E.A (E:18 y D:5), limitación del tiempo para el DPD (E:12 y D:4), falta de apoyo de los directivos (E:9 y D:5) y burocracia en la gestión de proyectos de E.A (E: 7 y D:3).

Las categorías mencionadas también se destacaron en las concepciones de los expertos sobre los factores obstaculizadores del DPD. El enfoque naturalista de la EA fue uno de los más enraizados dentro de la categoría de enfoque de la política pública. Asimismo, la limitación del tiempo para el DPD y la falta de apoyo de los directivos, sobresalieron en la categoría de factores organizacionales. Por su parte, la burocracia en la EA se destacó en la categoría de gestión de la

política pública. Cabe señalar que estos factores ya se fueron objeto de análisis en el apartado anterior, sobre los factores obstaculizadores identificados en los expertos.

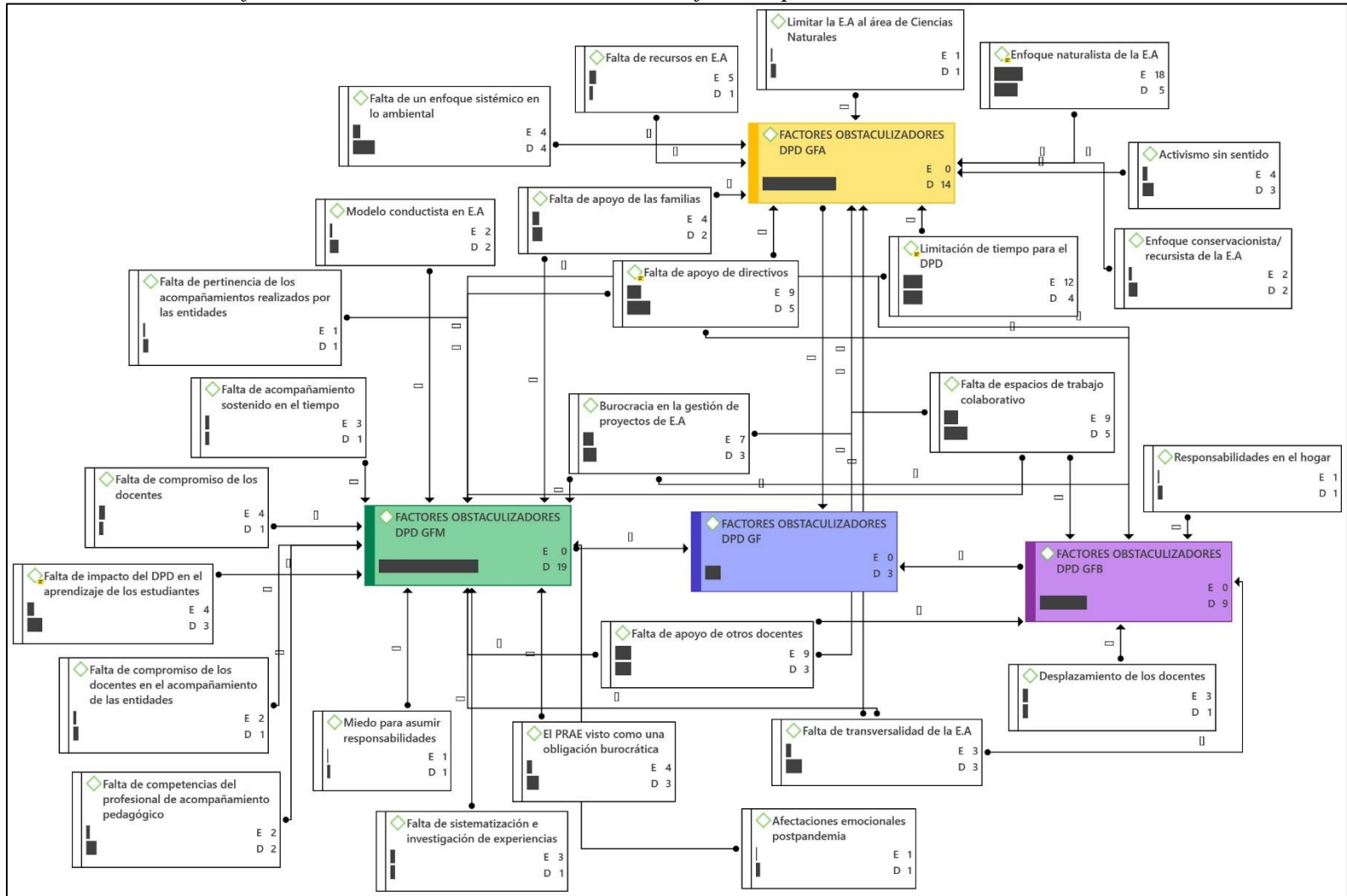
Un aspecto importante que resalta en el grupo GFA es la presencia de categorías que reflejan un cuestionamiento crítico hacia la EA escolar, ya sea promovida por políticas públicas o por la propia práctica y conocimientos de los docentes que trabajan en este ámbito. Los docentes identifican factores obstaculizadores del DPD, como “el activismo sin sentido”, un ejemplo lo encontramos en la cita de D2GFA “algo que obstaculiza nuestro DPD, es pensar que la EA es hacer por hacer, esa actividad tan tremenda que uno ve en los colegios y que al final, no desafía al profesor intelectualmente”. D4GFA “sin embargo ese activismo, en muchos casos es promovido por la institucionalidad, por las políticas, las normas. Cada año se inventan algo para celebrar a nivel ambiental. Quienes formulan desde sus escritorios todas esas políticas, no se han puesto a pensar si hay un saldo pedagógico en los estudiantes, si con eso se mejora la EA”.

El enfoque naturalista, también se identificó como un obstaculizador, un ejemplo se encuentra en la cita de D7GFA “pero esa actividad de la que habla la compañera, también es producto de la responsabilidad que se le ha dado al área de Ciencias Naturales de encargarse de la EA (...) los profesores terminan haciendo cualquier actividad para celebrar el día del árbol, de la tierra, del agua, de los humedales, en fin”. También la cita de D1GFA “Además, esa idea de que la EA es una responsabilidad de los profesores de Ciencias termina agotando a los maestros. El año pasado, por ejemplo, un profesor me dice, profe usted que es del PRAE por qué no hace algo por ese árbol que se está secando, como si el cuidado de la naturaleza no fuera responsabilidad de todos”.

Lo anterior deja ver que en GFA hay una reflexión de factores obstaculizadores del DPD, no solo a nivel externo (organizacionales) sino también aquellos de la esfera epistemológica. Asimismo, sugiere una comprensión compleja sobre el DPD y la trayectoria que han tenido en procesos formativos. Este nivel de comprensión puede influir en su conocimiento de la EA y, en cierto modo, puede explicar el desempeño alto que obtuvieron en las pruebas de CDC sobre CC.

Figura 34.

Red semántica de los factores obstaculizadores del DPD, identificados por los docentes



Fuente: Red obtenida de Atlas ti, a partir de la categorización realizada por el autor

En el caso del GFM las categorías que se destacan como factores obstaculizadores del DPD son la falta de espacios de trabajo colaborativo (E:9 y D:5), la falta de apoyo de otros docentes (E:9 y D:3), la falta de impacto del DPD en el aprendizaje de los estudiantes (E:4 y D:3) la falta de compromisos de los docentes (E:4 y D:1) y el PRAE visto como una obligación burocrática. A diferencia de GFA, acá encontramos categorías que reflejan una posición crítica frente al rol del docente en su DPD.

Si bien, como lo habíamos explicado con anterioridad, los factores externos como el enfoque y la gestión de las políticas públicas, así como el apoyo de los administradores, desempeñan un papel preponderante en el DPD, no se puede desconocer que factores individuales como la falta de compromiso por parte de los docentes o la falta de interés en que su práctica tenga un impacto en el aprendizaje de los estudiantes, representan barreras significativas que afectan el DPD y, en última instancia, la calidad de la educación.

El compromiso del profesorado se ha identificado como un elemento esencial para el avance de la enseñanza, estableciendo una distinción entre aquellos educadores que ven su labor meramente como un empleo y aquellos que se muestran preocupados y apasionados por el potencial de su labor educativa (Bolívar, 2013). Esta dimensión del compromiso no solo refleja la identidad profesional del docente, sino que también integra competencias cognitivas y emocionales en su práctica pedagógica. Para mantener la motivación y el entusiasmo en su labor, es esencial que los docentes mantengan un compromiso constante y una pasión por su trabajo (Day & Gu, 2012).

Se reconoce ampliamente que el compromiso y la dedicación continua de los docentes con sus estudiantes y su aprendizaje son factores importantes para desarrollar esta pasión por la enseñanza. Los educadores apasionados no solo inspiran a sus estudiantes, sino que también promueven un entorno de aprendizaje colaborativo y un buen clima escolar, fundamentales para el desarrollo académico y personal de los alumnos (Jusoh & Ismail, 2021; Manla, 2021; Mart, 2014; Öngel & Tabancali, 2022). Esta dedicación y compromiso también se reflejan en la búsqueda constante de nuevas estrategias pedagógicas que faciliten el aprendizaje de los estudiantes (Altun, 2017).

En cuanto al GFB, las categorías que se destacaron fueron la limitación de tiempo para el DPD (E:12 y D:4), la falta de espacios de trabajo colaborativo (E:9 y D:5) y la falta de apoyo de otros docentes (E:9 y D:3). Estas categorías, que también sobresalieron en los otros dos grupos

focales y en las concepciones de los expertos sobre el tema, ya han sido objeto de análisis previo. Sin embargo, lo importante para señalar acá, es la concentración de estas categorías en la dimensión organizacional.

Para este grupo de docentes, los principales factores obstaculizadores en su DPD se asocian a la gestión escolar de la institución en la que laboran, en términos de espacios y de tiempo para su profesionalización. La cita de D5GFB se relaciona con lo anterior “lo que a mí me ha dificultado mi desarrollo profesional es la falta de tiempo para participar en todas esas invitaciones que nos hacen desde la Secretaría de Educación. La rectora no me da permiso de asistir en mi jornada laboral, y en la tarde tampoco puedo asistir, porque tengo dos niños pequeños, que no puedo dejar solos”.

Estos aspectos, que pueden facilitar u obstaculizar el DPD, inciden en la motivación de los docentes para participar en actividades formativas que contribuyan a mejorar su práctica pedagógica (Lee et al., 2018; Marynowski et al., 2021 y Celik et al., 2021).

No obstante, al igual que en GFA no se observan factores obstaculizadores, a nivel individual, en su DPD. Cabe señalar que, dentro de los factores facilitadores del DPD detectados en el GFB, tampoco fueron evidentes categorías a nivel individual, ni categorías asociadas con el apoyo para la formación profesional o la investigación en el aula. Este hallazgo coincide, con lo detectado en los factores facilitadores del DPD, para este grupo de docentes. En esencia, no se identificó ninguna categoría que sugiriera una falta de compromiso de los docentes con el DPD, ni con la falta de apoyo o interés en su propia formación profesional.

Parece ser, entonces, que en este grupo de docentes se hace poco énfasis en la importancia de sus propias creencias, conocimientos, competencias y motivaciones personales como factores que pueden facilitar o dificultar su DPD. Esto puede incidir, hasta cierto punto, en la falta de un conocimiento profundo sobre la disciplina que enseñan. La investigación sugiere que la falta de autoeficacia y motivación personal puede limitar el desarrollo profesional de los docentes, afectando negativamente su competencia y desempeño (Krulj et al., 2023; Sahach, 2021; Shankar et al., 2020).

Además, el desarrollo de competencias profesionales de los docentes depende en gran medida de su motivación continua y de su disposición para el aprendizaje permanente (Hermoso & Brobo, 2023). Un aspecto que no debería obviarse al explicar el bajo desempeño en CDC que mostró este grupo de maestros, sobre CC.

A manera de conclusión, las categorías detectadas en los docentes sobre los factores obstaculizadores del DPD, muestran diferencias según el nivel de CDC de los docentes. En el grupo con CDC alto se hace énfasis en categorías de tipo organizacional y epistemológico. Esta última dimensión en los docentes refleja una postura crítica frente a la naturaleza del conocimiento en EA, producto de experiencias previas en DPD. Hay que recordar que, en la fase cuantitativa de esta investigación, la participación previa de los docentes en cursos de CC y el desarrollo de investigaciones en el aula, exhibieron diferencias significativas en el nivel de desempeño de CDC

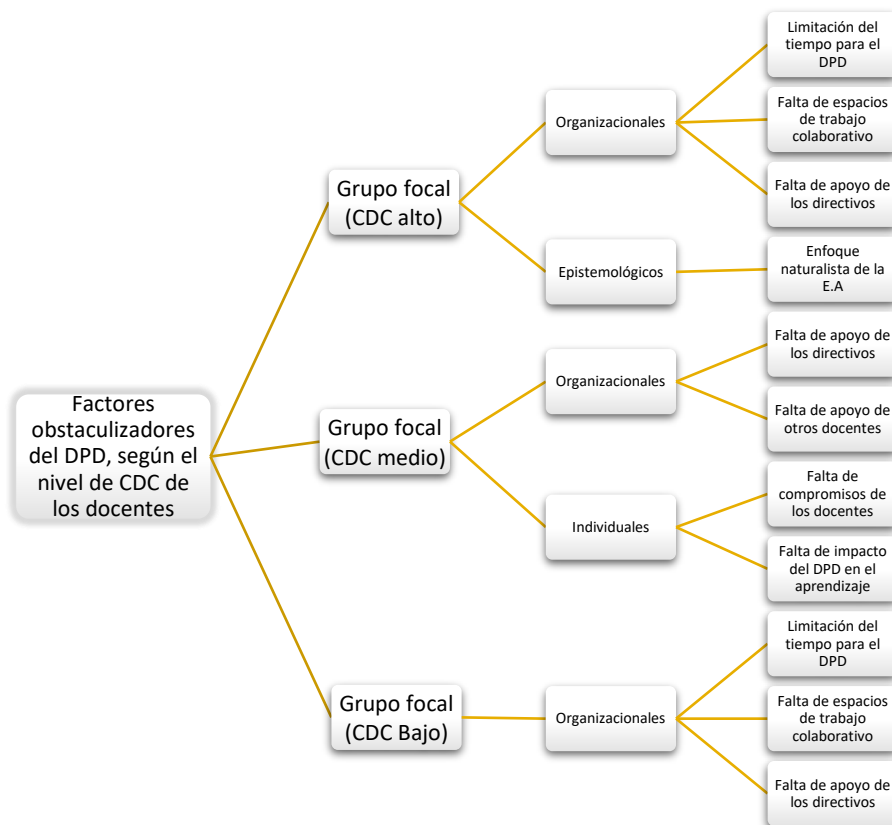
En el caso del GFM se evidencian categorías también de tipo organizacional; sin embargo, en este grupo, a diferencia de GFA y GFB, se detectan categorías de tipo individual, asociadas con la falta de compromiso de los docentes respecto a su propio DPD y con la falta de impacto del DPD en el aprendizaje de los estudiantes, lo cual sugiere una perspectiva crítica del DPD, y en cierto modo, podría develar el interés de este grupo de docentes por participar en procesos de DPD, motivados por el compromiso profesional de impactar en el aprendizaje de los estudiantes.

Respecto al GFB se identifican categorías de tipo organizacional, como la falta de apoyo de los directivos y la falta de tiempo para su DPD. Sin embargo, no se identifican categorías a nivel individual que demuestren una postura crítica frente al compromiso de los docentes en su propio DPD. Este aspecto podría estar relacionado con la participación débil de este grupo de docentes en estrategias de DPD, como los cursos de educación continua y el desarrollo de investigaciones en el aula, tal como se identificó en la fase cuantitativa de esta investigación.

En la figura 35 se presenta una síntesis de los principales factores obstaculizadores del DDP, agrupados en categorías, de acuerdo con el nivel de CDC de los docentes sobre cambio climático.

Figura 35.

Síntesis de los Principales obstaculizadores del DPD, identificados por los docentes.



Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Elementos identificados en la construcción de una propuesta de Desarrollo Profesional Docente

En este segundo apartado de los resultados de la fase cualitativa, se presentan los elementos identificados por los docentes y expertos en la construcción de una propuesta de DPD. Estos elementos surgen de las concepciones de los participantes, así como de los factores que dificultan y facilitan el DPD.

4.2.2.1. Elementos identificados por los expertos. A partir de las respuestas de los expertos se identificaron algunos elementos para tener en cuenta en la construcción de una propuesta de desarrollo profesional para los docentes de EA de los colegios públicos de Bogotá,

que son presentados en la figura 36. De acuerdo con la naturaleza de las categorías identificadas, los elementos fueron clasificados en conceptuales, estratégicos y operativos:

Elementos conceptuales: se refieren a los fundamentos teóricos que sustentan la propuesta. Definen la naturaleza, el enfoque y los principios que la guiarán. Dentro de este nivel, las categorías que presentaron mayor enraizamiento y densidad fueron: didáctica en EA como campo en el DPD (E:12 y D:5), perspectiva epistemológica en el DPD (E:9 y D:3), investigación del DPD en EA (E:7 y D:5), enfoque sistémico de la EA (E:7 y D:2) y enfoque territorial de la EA (E:6 y D:3). Estas categorías ya habían sido objeto de análisis previo. No obstante, lo importante a destacar en este apartado, son sus implicaciones en la construcción de la propuesta.

En este contexto, la didáctica emerge como un elemento esencial para tener en cuenta en la elaboración de la propuesta de DPD. Tal como lo señala E5 “es importante que una estrategia de DPD le permita al profesor investigar sobre los modelos didácticos en EA, para generar conocimiento científico sobre el aprendizaje de los estudiantes en esta área. Este campo ha sido poco explorado y se requiere de manera prioritaria. Los problemas ambientales avanzan y la escuela no está respondiendo a estas necesidades”. La cita de E4 también se relaciona con lo anterior “un proceso de DPD debería trabajar sobre los aspectos didácticos de la EA, antes que dotar al maestro de recursos y herramientas, es esencial comprender como se construyen los conceptos en EA, cómo se investigan los procesos de aprendizaje en los estudiantes en el marco de unos contenidos socioambientales”.

Una estrategia plausible para su integración consiste en adoptar un enfoque de DPD centrado en el contenido, particularmente dirigido al CDC en temas relacionados con la EA, incluyendo el CC. Esta perspectiva ha sido respaldada por investigaciones previas, como las llevadas a cabo por Kadji-Beltran (2013), Erns & Erickson (2018), Ennes et al. (2021), Jie et al. (2021) y Favier et al. (2021), que han demostrado que los programas de DPD centrados en el CDC han contribuido a mejorar los conocimientos y competencias de los docentes en estos contenidos específicos.

Los estudios de estos investigadores emplearon estrategias de DPD enfocadas al CDC de los docentes en contenidos ambientales, las cuales incluyeron cursos de educación continua, comunidades de aprendizaje, mentoría, estudios de lección de clase y educación basada en el lugar.

Este tipo de estrategias pueden considerarse dentro de una propuesta de DPD orientada desde la Secretaría de Educación del Distrito, ya que fomentan un aprendizaje colectivo entre los docentes y una interacción con las dinámicas del entorno local. Particularmente, la armonización de un contenido ambiental en un contexto específico contribuye al desarrollo de conocimiento crítico y reflexivo y de habilidades para actuar frente a las problemáticas ambientales que hacen parte de la escuela (García-Díaz, 2004 y Mora-Penagos, 2019).

Además, estos procesos formativos deben fomentar una postura epistemológica en relación con la EA, permitiendo a los docentes contextualizar el contenido dentro de la interacción sociedad-naturaleza y conceptualizar las emergencias que surgen en este ámbito. Tal como lo expresa E3 “un proceso de DPD, debe permitirle al maestro de EA entender que la naturaleza del conocimiento en EA se basa en la conexión del sistema sociedad y del sistema naturaleza y desarrollar en torno a él, toda una propuesta didáctica estructurada en la enseñanza y el aprendizaje”.

Esta perspectiva se relaciona estrechamente con el enfoque sistémico de la EA, previamente analizado. Por consiguiente, un programa de DPD enfocado en el CC debe promover el diálogo entre las Ciencias Sociales y las Ciencias Naturales, con el fin de abordar el contenido desde una perspectiva compleja que fomente la construcción de un conocimiento crítico y reflexivo sobre los diversos factores asociados con esta problemática.

Pasando ahora a los **elementos estratégicos**, los cuales se refieren a las orientaciones que guían la implementación y sostenibilidad de la propuesta. Estos elementos delimitan las rutas de acción y las decisiones clave que permiten materializar los objetivos del desarrollo profesional docente en un contexto específico

Acá encontramos que las categorías con mayor enraizamiento y densidad fueron: articulación con los territorios ambientales (E:13 y D:6), fomentar las comunidades de aprendizaje (E:12 y D:4), transversalización de la EA en el currículo (E:9 y D:7) y apoyo de los directivos en el DPD (E:6 y D:4).

El enfoque territorial es fundamental para adaptar el contenido a las características y necesidades propias del contexto de la institución educativa. Este enfoque no solo crea un escenario de aprendizaje e investigación para el docente, sino que también convierte las dinámicas y problemáticas del entorno en temas de investigación que requieren un diálogo continuo entre la escuela y el territorio. (Champollion, 2015). Así lo expresa E2: “el territorio es un escenario ideal

para la formación del docente. No se nos olvide que es allí donde surgen los problemas de investigación reales para la enseñanza y el aprendizaje. Por ejemplo, el CC es un contenido que debe ser trabajado desde los territorios y no tanto desde contextos alejados para el estudiante, como en el caso de los polos, que no conocen”

En este sentido, es fundamental que una propuesta de DPD en EA se enfoque en contextualizar el contenido dentro de un entorno específico. En el caso del CC es importante abordarlo desde su impacto en los territorios ambientales que forman parte de las comunidades educativas, tales como humedales, ríos, quebradas y cerros, así como desarrollar estrategias para su adaptación y mitigación. El estudio de Brandt (2022) resalta la importancia de que los programas de DPD, especialmente en el contexto de la EDS se enfoquen en las conexiones personales de los estudiantes. Esto implica vincular el contenido del curso con escenarios de enseñanza del mundo real. Al hacerlo, se fomenta un aprendizaje más significativo y se motiva a los estudiantes a aplicar lo que han aprendido en situaciones reales.

Asimismo, una estrategia de DPD basada en el lugar implica incorporar la mentoría y el acompañamiento pedagógico a los docentes desde su práctica en el aula, lo que permite evaluar y retroalimentar, *in situ*, la forma en que los docentes abordan este tipo de contenidos. Tal como lo señala E4 “un enfoque contextual del DPD, implica que las estrategias de acompañamiento de la Secretaría lleguen hasta la escuela. Es muy diferente hacer una capacitación en un auditorio en el que se invitan a los profesores del PRAE de todos los colegios, a realizar un acompañamiento situado, que permita evaluar y hacer seguimiento al trabajo de los docentes”.

En cuanto a la categoría de las comunidades de aprendizaje, que previamente fueron objeto de análisis y destacadas como una categoría principal en las respuestas de los entrevistados, es esencial que un programa de DPD promovido por la Secretaría de Educación de Bogotá, diseñe programas de formación colaborativa entre los docentes, promueva la creación de redes de investigación docente, fomente el intercambio de experiencias, establezca programas de mentoría en el ámbito educativo y utilice herramientas y plataformas tecnológicas para facilitar el intercambio de información.

Estos elementos comunes en la caracterización de las comunidades de aprendizaje, descritos en las publicaciones de Wood (2007), Lou y Wood (2010), y Peña (2023), están alineados con el enfoque Deweyano de la profesionalización docente. Este enfoque, basado en las ideas del filósofo y educador estadounidense John Dewey, enfatiza en la reflexión sobre la práctica, la

colaboración entre docentes, la investigación, la autonomía y la responsabilidad, como fundamentos para la profesionalización.

Las comunidades de aprendizaje tienen un impacto positivo en el DPD pues proporcionan un espacio donde los docentes pueden reflexionar sobre su práctica, compartir estrategias pedagógicas y recibir apoyo emocional. La colaboración dentro de estas comunidades permite a los docentes desarrollar nuevas habilidades, mejorar sus prácticas de enseñanza y mantenerse actualizados con las innovaciones educativas.

Además, el sentimiento de pertenencia y apoyo que se genera en estos entornos puede aumentar la motivación y la satisfacción laboral de los docentes, lo cual es esencial para su crecimiento profesional y bienestar personal. Estas comunidades no solo promueven un aprendizaje continuo y autónomo, sino que también fomentan una cultura de colaboración y confianza que puede transformar positivamente la dinámica escolar y la calidad de la educación (Driel & Berry, 2012; Valencia-Valbuena, 2019; Vélaz de Medrano y Vaillant, 2011; 2019; Yang et al., 2018).

Sobre la importancia de las comunidades de aprendizaje en una propuesta de DPD en EA, es oportuno mencionar algunas de las citas de los entrevistados. E8 “una comunidad de aprendizaje bien estructurada, en la que realmente los profesores se comprometan, llega a ser una estrategia interesante de DPD. Pero se necesita de un acompañamiento de la Secretaría, al menos iniciando, para que se gane un espacio institucional en el colegio, y ya después caminan solas”. E3 “uno revisa la literatura sobre DPD y va a encontrar que se habla mucho de comunidades de aprendizaje, y eso es porque realmente funcionan. Cuando un profesor tiene la oportunidad de trabajar colaborativamente, de investigar con sus colegas, créame que el profesor innova y sale de la rutina de dictar clases”.

En relación con la categoría de transversalización de la EA se reconoce la importancia de que este campo del conocimiento, dentro del contexto escolar, se integre de manera interdisciplinaria y atraviese todo el currículo educativo. Por lo tanto, es fundamental que una propuesta de DPD esté dirigida a docentes de diversas áreas del conocimiento y de diferentes niveles escolares, debido a que generalmente el público objetivo en las estrategias de DPD en EA se limita a los docentes del área de Ciencias Naturales. Si bien la Ley General de Educación 115 de 1994 establece las Ciencias Naturales y la Educación Ambiental como área de conocimiento obligatorias (artículo 23), el Decreto 1743 de 1994 enfatiza que la EA debe ser transversal.

La transversalidad de la EA, desde los PRAE, como anotamos previamente, no siempre ha tenido los impactos deseados. Es frecuente encontrar docentes de diversas áreas y niveles escolares que recurren a un conocimiento intuitivo para liderar procesos formativos en EA, lo que a menudo conduce a un activismo característico de este tipo de procesos sin lograr impactos significativos en el aprendizaje de los estudiantes. Por lo tanto, es necesario que una propuesta de DPD en este ámbito considere esta dificultad y fomente la participación de docentes de distintas áreas del conocimiento.

Finalmente, entre los elementos estratégicos para la construcción de una propuesta de DPD, se destaca la categoría de apoyo por parte de los directivos. Los expertos consideran esencial contar con el respaldo de los directivos y coordinadores de los colegios, no solo para autorizar el tiempo dedicado a programas de DPD, sino también para crear espacios dentro de las instituciones que fomenten el trabajo colaborativo, la investigación, la articulación interinstitucional y la transversalidad de la EA. Para ello, se requiere un liderazgo comprometido por parte de los directivos en la gestión de estos espacios, así como en el seguimiento y evaluación de las iniciativas implementadas. La cita de E6 da cuenta de lo anterior “Una de las primeras acciones que debe hacer la Secretaría en una propuesta de DPD, es invitar a los rectores, y comprometerlos para que gestionen los espacios en los colegios, si eso no se hace es muy difícil que los profesores se sientan motivados”.

En este sentido, es relevante priorizar a los directivos como una población objetivo en la propuesta de DPD. Esto implica identificar los beneficios del DPD para mejorar la calidad educativa de los colegios, socializar las diversas estrategias de DPD, y las competencias directivas necesarias para promover el DPD y para gestionar los espacios de trabajo dentro de los colegios. Además, la propuesta debería incluir un plan de seguimiento y evaluación del apoyo brindado por los directivos en las diferentes estrategias de DPD implementadas en las instituciones.

Centrando ahora la atención en los **elementos operativos**, los cuales se refieren a las acciones concretas y los mecanismos prácticos que permiten la ejecución de la propuesta de DPD, se destacan: ofertar, desde la Secretaría de educación de Bogotá, programas de educación formal (E:12 y D:7), disponibilidad y reflexión de recursos y materiales educativos (E:6 y D:3), ofertar programas de educación continua (E:6 y D:4) y participación de los docentes en escenarios de divulgación científica (E:5 y D:7).

En cuanto a la oferta de programas de DPD en el ámbito de la educación formal, aunque la Secretaría de Educación de Bogotá ha avanzado significativamente en el apoyo económico a los docentes para la realización de estudios de posgrado en diversas áreas del conocimiento, es necesario evaluar el impacto de estas estrategias en el aprendizaje de los estudiantes y en la mejora de la calidad educativa. Actualmente, no se disponen de estudios por parte de la entidad que arrojen luz sobre este aspecto y permitan identificar áreas de mejora para asegurar que la inversión de recursos públicos se traduzca efectivamente en una mayor calidad educativa. Por lo tanto, es fundamental que la propuesta de DPD contemple una fase de evaluación de las diversas estrategias lideradas tanto por la entidad como por las instituciones educativas.

En relación con la categoría de disponibilidad y reflexión de recursos y materiales educativos, es esencial que la propuesta de DPD considere el acceso a recursos y materiales por parte de los docentes de E.A. Algunos de los recursos que se identificaron en las respuestas fueron:

- Documentación pedagógica: documentos de orientaciones pedagógicas en E.A
- Recursos tecnológicos como acceso a plataformas de gamificación, placas micro bit y software de simulación.
- Recursos investigativos como acceso a publicaciones de investigación en E.A.
- Recursos formativos como la divulgación de cursos virtuales ofrecidos por instituciones académicas u organizaciones internacionales, entre otros.

Estos recursos son esenciales para promover el DPD y el aprendizaje de los estudiantes. Una propuesta de DPD debe garantizar el acceso a estos recursos y fomentar la reflexión crítica sobre ellos, ya que tienen el potencial de enriquecer las prácticas pedagógicas y elevar la calidad educativa. No obstante, el acceso por sí solo no es suficiente. Es importante que los docentes reflexionen sobre la pertinencia, utilidad y aplicación de los recursos en el aula para asegurar su efectividad en el contexto educativo (Kilag, & Sasan 2023; Sims et al., 2021). Tal como lo menciona E5 “la herramienta o recurso por sí sola no genera ese proceso de formación en el individuo, por sí sola no facilita la comprensión de un fenómeno, entonces en el DPD, para mí, prima la reflexión sobre ese recurso, que permita entender por qué ese recurso se debe incluir como estrategia didáctica”.

De acuerdo con lo anterior es necesario que en una propuesta de DPD se incorpore una etapa formativa que facilite la adaptación y el uso de los recursos en el contexto educativo

específico. Esta etapa formativa debe considerar las necesidades y características de los docentes, así como las particularidades del contexto educativo en el que se implementarán los recursos.

En lo que respecta a la categoría de educación continua, es fundamental que la propuesta de DPD incluya el respaldo de la Secretaría de Educación de Bogotá para financiar cursos de educación continua destinados a docentes vinculados a la entidad. Estos cursos, de corta duración (máximo 3 meses), en alianza con universidades, Academias, centros de investigación, se centrarían en contenidos específicos de EA, como el CC. Así lo plantea E4 “La Secretaría debería seguir fomentando cursos prácticos, experienciales y útiles para la práctica del maestro, como el que está haciendo en cambio climático con la Academia Colombina de Ciencias. He escuchado muy buenas referencias de este curso, por parte de los docentes, dicen que los contenidos y prácticas que se manejan, realmente les dan herramientas para la enseñanza”.

Sin embargo, la mera realización del curso no es suficiente; es necesario proporcionar un seguimiento y una mentoría a los docentes para garantizar que el proceso contribuya efectivamente a transformar la práctica pedagógica y mejorar el aprendizaje de los estudiantes (Kadji-Beltran et al., 2013; Jie et al., 2019 y Favier et al., 2021).

Por último, otra categoría identificada entre los elementos operativos a considerar en la elaboración de una propuesta de DPD es la participación de los docentes en eventos de divulgación científica, como congresos, seminarios, foros y coloquios. Con el objetivo de optimizar los recursos de la entidad, sería viable establecer alianzas con universidades y centros de investigación para facilitar la participación de los docentes en estos espacios, ya sea como asistentes o como ponentes.

Al respecto, E2 menciona “es muy importante el apoyo que se le pueda brindar a los docentes para la participación en eventos de divulgación científica (...) el ser profesionales de la educación, implica estar actualizándose constantemente en estos espacios” E6 “un médico, por ejemplo, debe estar actualizándose para entender cómo funciona un aparato o qué ha salido de nuevo en investigación médica, así mismo el profesor debería hacerlo”.

En conclusión, la construcción de una propuesta de DPD para los docentes de EA debe considerar una perspectiva integral que articule los elementos conceptuales, estratégicos y operativos. En el ámbito conceptual, la propuesta debe basarse en fundamentos teóricos como la didáctica de la EA, el enfoque sistémico y el enfoque territorial. Además, es fundamental centrar el DPD en el contenido, particularmente desde el marco del CDC.

En cuanto a los elementos estratégicos, se enfatiza la articulación con los territorios ambientales, la promoción de comunidades de aprendizaje y la transversalización de la EA en el currículo, así como el apoyo de los directivos en el DPD. Estas estrategias son fundamentales para un aprendizaje colaborativo y contextualizado de los docentes. La promoción de comunidades de aprendizaje no solo facilita el intercambio de experiencias y el desarrollo de prácticas pedagógicas innovadoras, sino que también fomenta una cultura de colaboración y apoyo mutuo entre los docentes, esenciales para el DPD.

Por último, los elementos operativos se centran en la oferta de programas de educación formal y continua, la disponibilidad de recursos educativos y la participación en eventos de divulgación científica. Estos aspectos garantizan el acceso a recursos y oportunidades de formación que inciden en el fortalecimiento de la práctica pedagógica de los docentes. La combinación de estos elementos operativos asegura que los docentes no solo tengan acceso a información y recursos relevantes, sino que también puedan aplicarlos de manera efectiva en sus contextos específicos, promoviendo así una enseñanza de calidad y un aprendizaje significativo para los estudiantes.

4.2.2.1. Elementos identificados por los docentes. En la figura 37 se presentan los elementos identificados, en cada uno de los grupos focales con docentes, para la construcción de una propuesta de DPD. El grupo de alto desempeño (GFA) se centró en la transversalización de la EA en el currículo (E:9 y D:7) y la participación en la divulgación científica (E:5 y D:7). El grupo de desempeño medio (GFM) priorizó la formación de docentes de diferentes áreas (E:4 y D:5) y el acompañamiento contextualizado (E:4 y D:4). El grupo de bajo desempeño (GFB) se enfocó en la transversalización de la EA en el currículo (E:9 y D:7), el enfoque territorial (E:6 y D:3) y la articulación interinstitucional (E:5 y D:4).

Aunque previamente habíamos analizado cada una de estas categorías, lo relevante en estos resultados radica en las diferencias entre los grupos. Por ejemplo, tanto en los grupos GFA como GFB se identificó la categoría de transversalización de la EA en el currículo. Para estos grupos de docentes resulta fundamental que la EA no se restrinja únicamente al ámbito de las ciencias naturales, sino que, al ser un área transversal, pueda enriquecer la comprensión de los docentes y estudiantes sobre los problemas ambientales.

No obstante, en el GFA otra de las categorías que se destaca es la participación en eventos de divulgación científica, lo que denota un interés por mantener actualizado su conocimiento en el ámbito de la EA. Tal como menciona D6GFA “uno quisiera participar en congresos internacionales o nacionales para socializar las investigaciones que se hacen en el aula, pero se encuentra con la falta de apoyo para asistir, ya sea porque no hay apoyo económico o no hay permisos para asistir. La Secretaría y los rectores deberían prestarle más atención a esto, porque la calidad educativa no se mejora, si el docente no investiga y no se actualiza”.

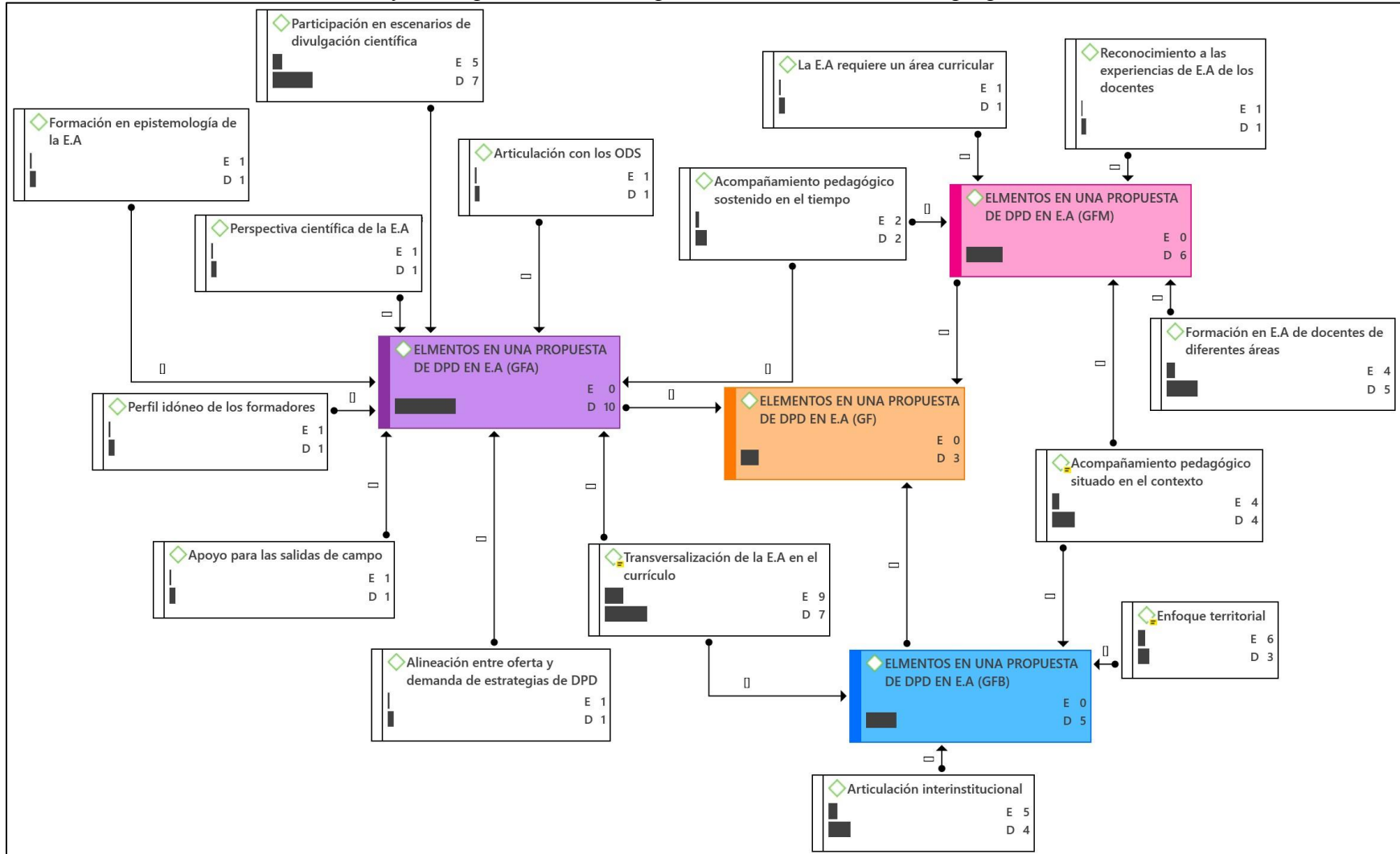
En el caso del grupo GFB, se destacan categorías como el enfoque territorial y la articulación interinstitucional, las cuales ya habían sido resaltadas en la discusión sobre los factores facilitadores del DPD. Esto deja claro que, para este grupo de docentes, el DPD está influenciado más por factores externos que internos, como la necesidad de mejorar sus conocimientos y competencias en EA.

Por otro lado, en el grupo GFM también se resaltan categorías relacionadas con elementos externos, como el acompañamiento pedagógico contextualizado. Tal como lo menciona D7GFM “el acompañamiento pedagógico que realiza la Secretaría de Educación en nuestros colegios, me ha parecido muy pertinente. Los profesionales nos ayudan a darle una estructura al PRAE de acuerdo con las necesidades de la institución.” Esto implica que la Secretaría de Educación del Distrito debería continuar con los acompañamientos pedagógicos en las escuelas y contribuir en el mejoramiento de la práctica pedagógica de los docentes.

Además, se destaca la categoría de formación en EA para docentes de diferentes áreas, ya que consideran que la responsabilidad de la EA no debe recaer exclusivamente en los docentes de Ciencias Naturales. Así lo indica D3GFM “es necesario que las convocatorias que realizan desde la Secretaría de Educación, para participar en eventos o cursos ambientales no sea solo para los del área de Ciencias. Si se quiere que el PRAE sea transversal, pues se debe comenzar con el ejemplo desde la entidad”.

Figura 37.

Red semántica de los elementos identificados por los docentes, para la construcción de una propuesta de DPD



Fuente: Red obtenida de Atlas ti, a partir de la categorización realizada por el autor

A partir de estos hallazgos, se observa que la mayoría de las categorías identificadas en los grupos focales están en sintonía con las encontradas en las entrevistas con expertos en EA. Sin embargo, en los grupos focales se identificaron principalmente categorías a nivel operativo y estratégico, y no a nivel conceptual, lo cual puede atribuirse a la experiencia investigativa de los expertos, sobre este tema en particular. Una categoría que destacó en los grupos focales y que no había sido resaltada en el análisis de resultados de las entrevistas con expertos, es el acompañamiento pedagógico contextualizado.

Es fundamental que la propuesta de DPD considere esta categoría como un elemento clave, que puede integrarse con los procesos de mentoría. De esta manera, los cursos o programas de educación continua pueden complementarse con mentorías adaptadas al contexto específico de los docentes y orientadas al fortalecimiento de la práctica pedagógica del docente.

Los resultados de esta fase de la investigación también evidencian la necesidad de considerar las concepciones, intereses y necesidades de los docentes en la construcción de una propuesta de DPD para garantizar su efectividad. Cuando los programas de DPD se alinean con las percepciones y expectativas de los docentes, se promueve una mayor participación y compromiso en los procesos de formación. Estudios han demostrado que la inclusión de estas perspectivas permite que los docentes se sientan valorados y más dispuestos a adoptar nuevas prácticas pedagógicas (Grierson & Woloshyn, 2013; Shriki & Lavy, 2012; Wyatt & Ončevska Ager, 2016). Este enfoque bottom-up facilita que los docentes integren los aprendizajes en sus contextos específicos, mejorando así la calidad de la enseñanza y el aprendizaje.

Los programas de DPD que consideran los intereses y necesidades de los docentes tienden a ser más efectivos en el desarrollo de sus competencias profesionales. La identificación y respuesta a estas necesidades permiten diseñar programas más relevantes y contextuales, aumentando la probabilidad de éxito en su implementación. Según Toom (2016), los docentes que participan en programas que reflejan sus intereses y necesidades muestran una mayor motivación y disposición para aplicar nuevas estrategias en el aula. Esto no solo mejora la práctica docente, sino que también impacta positivamente en el rendimiento estudiantil y en el clima escolar.

Además, la consideración de las necesidades de los docentes en las propuestas de DPD contribuye a una profesionalización más sostenible. Las políticas educativas que integran estas dimensiones facilitan un desarrollo profesional más significativo y alineado con las realidades del aula. Según Allen y Penuel (2015), los docentes que perciben coherencia entre sus necesidades

profesionales y los programas de DPD están más inclinados a adoptar e implementar cambios en su práctica educativa. En esta misma línea Drewes et al. (2018) consideran que los programas de DPD diseñados en función de las necesidades de los docentes mejoran su autoeficacia y su capacidad para enseñar temas complejos como el CC. Esto se debe a que dichos programas consideran los desafíos específicos que enfrentan los docentes al enseñar estos contenidos.

Los resultados de esta investigación constituyen un insumo importante para la Secretaría de Educación de Bogotá, ya que proporcionan una base empírica y contextualizada para la construcción de propuestas de DPD en EA, centradas en el CDC sobre temas críticos como el CC.

Mediante la realización de grupos focales con docentes, se identificaron diversos elementos clave para la construcción de una propuesta de DPD en EA. Estos elementos revelaron las necesidades específicas de desarrollo profesional según el nivel de CDC de los participantes, resaltando al mismo tiempo la importancia de diseñar programas de DPD que no solo aborden contenidos pertinentes, sino que también se enfoquen en cómo estos contenidos son enseñados por los docentes.

En este contexto, los resultados proporcionan una línea base sobre el conocimiento de los docentes en relación con el CC y sobre cómo lo enseñan. Esta información es fundamental para la Secretaría de Educación de Bogotá, ya que orienta las estrategias de DPD en contenidos relevantes como el CC, sobre el cual persisten diversos desafíos en los procesos de enseñanza-aprendizaje, tal como se ha evidenciado a lo largo de esta investigación. Finalmente, en la figura 38 se hace una síntesis de las principales categorías identificadas para la construcción de una propuesta de DPD, tanto en los expertos como en los docentes.

Figura 38.

Elementos identificados en la construcción de una propuesta de DPD en EA

Elementos conceptuales	Elementos estratégicos	Elementos operativos
<input type="checkbox"/> Didáctica como campo de DPD	<input type="checkbox"/> Transversalización de la E.A en el currículo	<input type="checkbox"/> Ofertas de programas de educación formal
<input type="checkbox"/> Perspectiva epistemológica del DPD	<input type="checkbox"/> Articulación interinstitucional	<input type="checkbox"/> Disponibilidad de recursos y materiales educativos
<input type="checkbox"/> Investigación del DPD en E.A	<input type="checkbox"/> Articulación de la escuela con los territorios	<input type="checkbox"/> Oferta de programas de educación continua
<input type="checkbox"/> Enfoque sistémico de la E.A	<input type="checkbox"/> Fomentar las comunidades de aprendizaje	<input type="checkbox"/> Participación de docentes en escenarios de divulgación científica
	<input type="checkbox"/> Apoyo de los directivos	<input type="checkbox"/> Acompañamiento pedagógico contextualizado
		<input type="checkbox"/> Formación de docentes de diferentes áreas

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Relación entre el Conocimiento Didáctico del Contenido y el Desarrollo Profesional Docente.

Los resultados de la fase cualitativa de la investigación amplían aún más la información sobre la relación entre el CDC de los docentes en CC y su DPD, obtenida en la fase cuantitativa. Si bien, los resultados obtenidos, a partir de la aplicación de las entrevistas y los grupos focales, no son deterministas, si develan elementos que puede explicar, en cierta medida, esta relación.

Anteriormente, cuando se describieron los resultados de cada una de las categorías, ya se había hecho el análisis respectivo de las diferencias identificadas en cada uno de los grupos de docentes, clasificados de acuerdo con los resultados obtenidos en los cuestionarios de CDC sobre CC. Sin embargo, resulta conveniente para finalizar este capítulo, hacer una síntesis comparativa de lo detectado en cada grupo. En este sentido, en la tabla 24 se muestra un cuadro comparativo de las principales categorías encontradas por cada grupo de participantes en la investigación.

4.2.3.1. Categoría: concepciones sobre el Desarrollo Profesional Docentes y niveles de Conocimiento Didáctico del Contenido. Para el caso de la categoría de concepciones sobre el DPD, se evidencia que los docentes que obtuvieron un desempeño alto en CDC sobre CC, en su

mayoría, asocian el DPD con la dimensión didáctica, entendida como una reflexión de la enseñanza, y como un campo de interacción entre la teoría y la práctica. Mientras que los docentes con desempeño bajo la conciben más desde una perspectiva instrumental o práctico artesanal. Estas diferencias pueden explicar, en cierta medida, las disparidades en los niveles de conocimiento disciplinario y pedagógico sobre el CC entre ambos grupos.

Una perspectiva del DPD centrada exclusivamente en la adquisición de herramientas o información para enseñar un contenido en particular, puede influir en una perspectiva reduccionista del DPD. Acá el rol del maestro es posible que se limite al de receptor de información. En contraposición, una perspectiva reflexiva del DPD privilegia el interés por cuestionar, indagar, conceptualizar y dialogar con el contenido, adaptándolo a las necesidades del contexto y a las dificultades de aprendizaje de los estudiantes. En resumen, promueve un conocimiento más complejo del contenido. (Vélaz de Medrano y Vaillant, 2009; Avalos, 2011; García-García, 2017; Darling-Hammond et al., 2017; Adams et al., 2023)

Las concepciones sobre el DPD identificadas por los docentes con desempeño alto y medio en el CDC sobre CC, coinciden con las categorías identificadas por los expertos, en las cuales la didáctica es vista como un campo de DPD y el contenido es la unidad de reflexión entre teoría y práctica.

La didáctica, como campo de profesionalización, implica una reflexión continua por parte del docente sobre su práctica y estructura conceptual en doble vía. La exploración del marco epistemológico, de las teorías y los conceptos de la disciplina que se enseña, contribuye al mejoramiento de los métodos de enseñanza. Por otra parte, la investigación de los problemas educativos, propios de la práctica del docente y del contexto de los estudiantes, conduce a la conceptualización y a la construcción de conocimiento que enriquecen tanto el marco epistemológico como las teorías y los conceptos de la disciplina que se enseña (Sevillano, 2011; Zambrano, 2016; González-Alonsoes y Guevara-Ingelmo, 2022; Pérez-Martín y Esquivel-Martín, 2022)

La categoría de formación también surgió como un elemento destacado en las concepciones de los tres niveles de desempeño del CDC. No obstante, se observaron diferencias en la modalidad de formación que se asocia al DPD. En docentes con CDC alto y bajo, la formación está ligada a la educación formal, enfatizando en los estudios académicos a nivel de pregrado o posgrado. En contraste, en los docentes con CDC medio, la dimensión formativa dentro del DPD se concibe más

como una actualización de elementos teórico-prácticos para abordar los desafíos educativos, representando así una perspectiva del DPD desde la educación continua.

En este contexto, los docentes con CDC bajo mostraron una concepción del DPD asociada a la educación formal, desde un enfoque transmisionista. Es decir, participar en estudios de formación posgradual para recibir, por parte de un experto, información o herramientas que puedan replicar en el aula. Esta orientación del DPD podría explicar, en parte, la presencia de un conocimiento menos reflexivo y crítico sobre el CC, al no centrarse el interés de la formación como vía para investigar los problemas de enseñanza-aprendizaje, sino como vía para transmitir información (García-García, 2017).

Por otra parte, aunque los docentes con CDC alto también mostraron una concepción del DPD vinculada a la educación formal, acá el foco se presenta sobre la reflexión sobre la enseñanza. Esta perspectiva podría influir en un conocimiento más complejo de los contenidos que enseñan, ya que muestran un interés por comprender el contenido y adaptarlo a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes.

Los docentes con un desempeño medio en CDC asociaron el DPD con la educación continua, sugiriendo así un interés por actualizarse en contenidos relacionados con la EA, lo que puede indicar algún nivel de complejidad sobre el CC. En este grupo de docentes prevaleció la preferencia de la educación continua como vía del DPD, demostrando un interés por participar en cursos o talleres que incluyan experiencias prácticas y teóricas sobre la enseñanza de contenidos específicos. Esto es particularmente relevante en contenidos como el CC, que demandan de una continua actualización, debido a la complejidad y evolución de la problemática (Akrofi et al., 2019; Bos & Schwartz, 2023; Favier et al., 2021; Feldbacher et al., 2024)

Las categorías identificadas por los expertos relacionan el DPD con la educación formal y continua, destacando la importancia de combinar diferentes estrategias de DPD en contenidos complejos como el CC. Si bien son necesarios procesos de formación de larga duración, como la educación formal, para desarrollar habilidades investigativas y comprender en profundidad el objeto de estudio, es igualmente importante considerar opciones de corta duración. Estas opciones permiten a los docentes adquirir habilidades específicas y prácticas para enseñar este tipo de contenidos.

Finalmente, también es posible inferir, que estas diferencias en la concepción sobre el DPD pueden vincularse con los resultados de la fase cuantitativa, en los que se detectó que el ítem de

participación previa de los docentes en cursos de CC y la investigación en EA mostraron diferencias estadísticamente significativas en el nivel de CDC sobre CC. La experiencia previa de los docentes en este tipo de estrategias de DPD, a nivel formativo e investigativo, en cierto modo, enriquecen su comprensión sobre el sentido del DPD.

4.2.3.2. Categoría: factores facilitadores del Desarrollo Profesional Docente y niveles de Conocimiento Didáctico del Contenido. En cuanto a los factores facilitadores que identificaron los docentes para su DPD, también se evidencian diferencias de acuerdo con su nivel de CDC en CC. Entre los tres grupos, los docentes con alto desempeño fueron los que identificaron con mayor amplitud y frecuencia factores facilitadores, particularmente aquellos relacionados con la dimensión político-administrativa e institucional. Esto sugiere que las experiencias previas de este grupo en estrategias de DPD, como cursos sobre CC e investigaciones en el aula, influyen en su capacidad para reconocer diversos factores facilitadores.

Llama la atención la ausencia de factores facilitadores relacionados con el apoyo para la formación profesional o la investigación en el aula, dentro de los factores identificados por los docentes con CDC bajo. Esto podría indicar una posible falta de reflexión, conceptualización o investigación del contenido de CC, a partir de experiencias formativas, como la participación en procesos de educación formal o continua, e investigativas, como el trabajo colaborativo y las comunidades de aprendizaje.

En cierto modo, esto da pistas sobre el bajo desempeño en CDC de este grupo de docentes en comparación con los docentes de desempeño alto y medio, en los que se destacaron categorías como el apoyo para la educación continua y la participación en eventos de divulgación científica, que pueden estar incidiendo en una mayor actualización de los contenidos que enseñan.

También es notable que, en los tres grupos de docentes no se identificaron facilitadores DPD relacionados con la dimensión epistemológica, a diferencia de los expertos entrevistados. Para ellos, el enfoque sistémico y territorial de la EA y una perspectiva epistemológica del DPD son facilitadores clave. Estos elementos ubican a la EA en un campo de conocimiento particular, orientando las prácticas docentes y las conceptualizaciones que de ellas emergen. De esta manera, es posible considerar que la trayectoria académica e investigativa de los expertos en EA pueden influir en su perspectiva del DPD.

4.2.3.3. Categoría: factores obstaculizadores del Desarrollo Profesional Docentes y niveles de Conocimiento Didáctico del Contenido. Dentro de la categoría de los factores obstaculizadores también se evidencian diferencias entre los grupos de análisis, particularmente, en el número y tipo de factores identificados. Un resultado similar a lo detectado en la categoría de factores facilitadores. Dentro de los docentes con CDC alto se identificaron factores a nivel institucional y epistemológico. En este último se identificó como obstaculizador del DPD el enfoque naturalista de la E.A. Para los docentes, el hecho de ubicar a la EA en el campo de la enseñanza de las Ciencias Naturales limita las reflexiones y prácticas en la EA, y reducen las problemáticas ambientales a la esfera ecosistémica. Los factores epistemológicos no fueron identificados en los grupos con CDC medio y bajo.

Una comprensión epistemológica del DPD, sugiere que el entendimiento de la naturaleza del saber de la disciplina que se enseña es fundamental para orientar la práctica docente (Mora-Penagos, 2011; Gutiérrez Bastidas, 2019; Pérez-Martín et al., 2022). Asimismo, la capacidad de los docentes para identificar factores obstaculizadores en su DPD, trascendiendo la dimensión institucional o político administrativo, hasta alcanzar la dimensión epistemológica, denota un sentido reflexivo sobre el DPD.

Ubicar la epistemología como base del DPD, implica un reconocimiento de marcos conceptuales, filosóficos, enfoques, y teorías que subyacen los elementos operativos o instrumentales del DPD (Costel, 2015 y Guevara-Herrero et al., 2023). Al tiempo, que sugiere una conceptualización del contenido que se enseña, tal como lo habíamos analizado previamente, indicando una mayor comprensión sobre la naturaleza y los fundamentos que explican la construcción del conocimiento del contenido, en este caso, el CC.

En docentes con CDC medio, además de los factores obstaculizadores, a nivel institucional, también se identificaron factores individuales, como la falta de compromiso por parte de los docentes. Para este grupo de docentes las mismas creencias y actitudes de los docentes, en muchas ocasiones obstaculizan su propio DPD.

Este tipo de factores son importante para destacar, ya que el compromiso y la responsabilidad de los docentes para profesionalizarse y mantenerse actualizado en su práctica pedagógica, pueden explicar, en cierta medida, el nivel de conocimiento pedagógico y disciplinar que presentan sobre un contenido en particular (Allen & Penuel, 2015; Brand et al., 2022; Driel & Berry, 2012; Gess-Newsome, 2015). Aspecto que no fue identificado en los docentes con CDC

bajo, para quienes los factores obstaculizadores del DPD se centraron más en aspectos externos (institucionales). Tampoco se evidenciaron factores a nivel epistemológico. Lo cual sugiere que, para este grupo, el DPD está condicionado desde factores ajenos a su compromiso y a la comprensión de la naturaleza del conocimiento en EA.

Finalmente, es importante señalar que en el grupo de expertos se identificaron dos factores obstaculizadores en el DPD, que no se detectaron en los grupos de docentes. Por una parte, que, en muchas ocasiones, el DPD se encuentra condicionado exclusivamente por un mejoramiento salarial y no por un mejoramiento de la práctica docente. Y segundo, que la falta de un campo epistemológico y didáctico de la E.A, hace que los docentes acudan a una diversidad de actividades que no siempre se orientan a una comprensión de las problemáticas ambientales ni al aprendizaje de los estudiantes.

4.2.3.4. Categoría: elementos para una propuesta de Desarrollo Profesional Docente y niveles de Conocimiento Didáctico del Contenido. Los docentes con CDC alto manifestaron, en su mayoría, elementos estratégicos y operativos para la construcción de una propuesta de DPD. En contraste, los docentes con CDC medio identificaron principalmente elementos operativos, y los docentes con CDC bajo, elementos estratégicos y operativos. Sin embargo, estas diferencias no parecen ser atribuibles a su nivel de CDC en CC. Se esperaría que un mejor desempeño en CDC estuviera relacionado con una mayor capacidad para identificar elementos para una propuesta de DPD en diferentes niveles (conceptual, estratégico y operativo), resultado de la trayectoria formativa e investigativa de los docentes.

Cabe recordar que, en la fase cuantitativa de esta investigación, se identificó que la participación de los docentes en cursos de CC y la realización de investigaciones sobre EA, fueron ítems del DPD que mostraron diferencias estadísticamente significativas, respecto al CDC de los maestros.

Un aspecto para destacar es que el grupo de expertos mencionó categorías del orden conceptual para la construcción de la propuesta de DPD, que no fueron identificadas por los grupos de docentes. Estos elementos son fundamentales para construir una propuesta de DPD, ya que definen sus fundamentos teóricos y enfoque. Esto confirma, aún más, lo que se ha evidenciado a lo largo del análisis de las diferentes categorías del DPD: los expertos tienen una mayor

comprensión y complejidad de los conceptos y factores asociados al DPD, producto de su trayectoria investigativa en torno a la EA y el DPD.

4.2.3.5. Relación entre el Conocimiento Didáctico del Contenido y el Desarrollo Profesional Docente. En conclusión, se evidencia que hay una relación bidireccional entre el nivel de CDC sobre CC de los docentes y su comprensión sobre el DPD, a excepción de la categoría de análisis: elementos detectados para la construcción de una propuesta de DPD, en la que los docentes de CDC alto y bajo identificaron, en su mayoría, elementos del mismo orden (estratégicos y operativos). Estos resultados sugieren que un mayor nivel de CDC influye en una comprensión compleja del DPD, desde lo individual hasta lo epistemológico. Pero al mismo tiempo, las experiencias previas que los docentes han tenido en estrategias de DPD como la realización de cursos de educación continua sobre CC e investigaciones en el aula, influyen en su nivel de CDC, tal como se evidencio en la fase cuantitativa de la investigación.

Podemos afirmar, que el CDC y el DPD son complementarios y se retroalimentan. Por un lado, las diversas estrategias de DPD alimentan el CDC, pero al mismo tiempo el CDC proporciona un escenario investigativo que le permite a los docentes buscar formas de mejorar y ajustar su práctica pedagógica, constituyendo así un entorno propicio para la profesionalización. Esta relación dinámica entre el CDC y el DPD resalta la importancia de promover estrategias de DPD centradas en la didáctica de la EA, que contribuyan a la reflexión y conceptualización de los problemas de enseñanza y aprendizaje. Lo anterior es una posible vía para superar las practicas artesanales y el activismo irreflexivo tan frecuentes en la enseñanza de contenidos como el CC.

En este contexto, la relación que se identificó entre el CDC en CC y el desarrollo profesional de los docentes de EA de los colegios públicos de Bogotá es una relación compleja y no lineal de causa y efecto. Según Driel & Berry (2012) el desarrollo del CDC depende, entre algunos factores, del contexto escolar y las características individuales del docente.

Esta idea se soporta con los resultados obtenidos de la fase cuantitativa (tabla 21 y 22), en los cuales la prueba estadística mostró que dos de las categorías asociadas al DPD de los docentes, como lo son el nivel de formación posgradual y un mayor número de años de experiencia en la docencia, no presentaron diferencias significativas con el nivel de desempeño de los docentes en CD y CDAE sobre CC. Asimismo, se esperarí que los docentes que han tomado un curso sobre educación para el CC, tuvieran un dominio en el CDAE sobre el tema. Sin embargo, los resultados

de la tabla 22 mostraron que el 26,67% de los docentes que realizaron el curso presentaron un rendimiento bajo, el 58,33 % un rendimiento medio y el 15% un rendimiento alto.

Si bien esto indica que no existe una relación lineal entre el CDC y el DPD que permita concluir una proporcionalidad directa entre ambos, los hallazgos obtenidos en las fases cuantitativa y cualitativa muestran una relación dinámica. Diversos factores, como el contexto escolar donde laboran los docentes, las características individuales de los docentes y la experiencia previa en procesos de desarrollo profesional influyen en esta relación.

La fase cuantitativa ha evidenciado que factores como la participación en cursos de educación continua, la realización de investigaciones en el aula y la pertenencia a un rango de edad específico se asocian significativamente con un mayor nivel de CDC. Estos hallazgos resaltan la importancia de brindar oportunidades de formación continua y de fomentar la investigación en el aula para promover el desarrollo profesional docente. Sin embargo, es crucial diseñar estrategias de desarrollo profesional específicas para atender las necesidades de docentes en contextos rurales y con mayor trayectoria profesional, a fin de reducir las brechas de calidad educativa.

Por su parte, la fase cualitativa ha permitido profundizar en la comprensión de cómo el CDC influye en la concepción que los docentes tienen de su propio desarrollo profesional. Los resultados indican que los docentes con un mayor nivel de CDC tienden a concebir el DPD como un proceso continuo de aprendizaje y reflexión crítica sobre la práctica. Además, estos docentes suelen identificar una mayor cantidad de factores que facilitan y obstaculizan su desarrollo profesional, lo que sugiere una comprensión más profunda de las complejidades de la práctica docente.

Diversos estudios han demostrado que el desarrollo del CDC está estrechamente ligado a la reflexión sobre la práctica pedagógica y la interacción con colegas y estudiantes. Por ejemplo, Wilson et al. (2018) subrayan que el enfoque en la reflexión y el análisis de las prácticas docentes es fundamental para aumentar el CDC en contextos de desarrollo profesional, lo que resulta en una mejor práctica pedagógica. De manera similar, Park & Oliver (2008) encontraron que el CDC se desarrolla a través de la reflexión en acción y sobre la acción, influenciado por el contexto instruccional y las experiencias individuales de los docentes.

Además, Chan y Yung (2015) observaron que los docentes experimentados desarrollan su CDC mediante la reflexión en acción durante la instrucción en el aula, integrando nuevos conocimientos pedagógicos en el momento. Este proceso permite a los docentes ajustar sus

estrategias de enseñanza basándose en las necesidades y respuestas de los estudiantes en tiempo real.

Asimismo, Sarkim (2020) enfatiza que los programas de desarrollo profesional deben considerar el CDC de los docentes como un indicador principal de mejora. Al hacerlo, estos programas no solo mejoran las competencias docentes, sino que también alinean las prácticas de enseñanza con el conocimiento y las creencias de los docentes sobre su propio desempeño en el aula.

No obstante, el CDC también influye en el DPD. Wilson et al. (2018) sugieren que un CDC bien desarrollado ayuda a los docentes a crear experiencias de aprendizaje coherentes y efectivas, lo cual es esencial para la mejora continua de la práctica docente y, por ende, para su desarrollo profesional. Rozenszajn & Yarden (2014) encontraron que los docentes que participan en programas de desarrollo profesional diseñados para expandir su CDC no solo mejoran sus habilidades pedagógicas, sino que también adquieren una mayor confianza y eficacia en su enseñanza. Esto sugiere que el CDC no solo influye en las prácticas de enseñanza actuales, sino que también contribuye significativamente al crecimiento y la profesionalización a largo plazo de los docentes

Los hallazgos de esta investigación y lo reportado en la literatura se constituyen en insumos para considerar en el desarrollo de propuestas de desarrollo profesional dirigidas a los docentes de EA en los colegios públicos de Bogotá. Como se mencionó en el marco teórico, el campo didáctico y epistemológico de la educación ambiental aún es emergente, y las prácticas docentes suelen ser intuitivas y artesanales. Por lo tanto, resultados como estos permiten orientar estrategias efectivas de DPD, que a su vez impacten en el desarrollo de aprendizajes y habilidades para la acción en los estudiantes, frente a desafíos tan urgentes como el CC.

Tabla 24.

Principales categorías identificadas en los docentes, de acuerdo con su nivel de CDC en CC y en el grupo de expertos

Categoría de análisis	Docentes CDC Alto	Docentes CDC Medio	Docentes CDC Bajo	Expertos
Concepciones del DPD	<p>Dimensión formativa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Educación formal. <p>Dimensión didáctica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reflexión de teoría y práctica 	<p>Dimensión socio cultural.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Articulación con los territorios ambientales. <p>Dimensión didáctica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reflexión de teoría y práctica 	<p>Dimensión formativa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Educación formal. <p>Dimensión didáctica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Herramientas para la enseñanza 	<p>Dimensión formativa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Educación formal. • Educación continua. <p>Dimensión didáctica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Didáctica como campo de DPD. • DPD centrado en el contenido.
Factores facilitadores del DPD	<p>Políticos administrativos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transversalización de la E.A en el currículo • Apoyo para la educación continua <p>Institucionales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transversalización de la E.A en el currículo • Apoyo de los directivos • Trabajo colaborativo entre docentes • Articulación interinstitucional 	<p>Políticos administrativos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apoyo para la participación en escenarios de divulgación científica <p>Institucionales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apoyo de los directivos 	<p>Institucionales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Articulación con los territorios ambientales • Trabajo colaborativo entre docentes 	<p>Políticos administrativos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fomentar comunidades de aprendizaje • Apoyo para la educación formal • Transversalización de la E.A en el currículo <p>Institucionales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Didáctica como campo de DPP • Apoyo de los directivos • Tiempo para el DPD • Transversalización de la E.A en el currículo • Articulación con los territorios ambientales <p>Individuales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Didáctica como campo de DPP • Reflexión de los recursos y materiales educativos <p>Epistemológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enfoque sistémico de la EA • Enfoque territorial de la E.A • Perspectiva epistemológica en el DPD

Factores obstaculizadores del DPD	Institucionales <ul style="list-style-type: none"> • Limitación del tiempo para el DPD • Falta de espacios de trabajo colaborativo • Falta de apoyo de los directivos Epistemológicos <ul style="list-style-type: none"> • Enfoque naturalista de la E.A 	Institucionales <ul style="list-style-type: none"> • Falta de espacios de trabajo colaborativo • Falta de apoyo de otros docentes Individual <ul style="list-style-type: none"> • Falta de compromisos de los docentes • Falta de impacto del DPD en el aprendizaje de los estudiantes 	Institucionales <ul style="list-style-type: none"> • Limitación del tiempo para el DPD • Falta de espacios de trabajo colaborativo • Falta de apoyo de los directivos 	Políticos administrativos <ul style="list-style-type: none"> • PRAE visto como obligación burocrática • Enfoque naturalista de la E.A • Reduccionismo en la formación inicial de los maestros • DPD condicionado desde los Salarial Institucionales <ul style="list-style-type: none"> • Limitación del tiempo para el DPD • Falta de espacios de trabajo colaborativo Individuales <ul style="list-style-type: none"> • DPD condicionado desde los Salarial • Falta de un conocimiento profesional de la E.A Epistemológicos <ul style="list-style-type: none"> • Enfoque naturalista de la E.A • Falta de un campo epistemológico y didáctico de la EA
Elementos para una propuesta de DPD	Estratégicos <ul style="list-style-type: none"> • Transversalización de la EA en el currículo Operativos <ul style="list-style-type: none"> • Participación de los docentes en escenarios de divulgación científica 	Operativos <ul style="list-style-type: none"> • Acompañamiento pedagógico contextualizado • Formación de docentes de diferentes áreas 	Estratégicos <ul style="list-style-type: none"> • Transversalización de la EA en el currículo • Articulación interinstitucional • Articulación con los territorios ambientales Operativos <ul style="list-style-type: none"> • Acompañamiento pedagógico contextualizado 	Conceptual <ul style="list-style-type: none"> • Didáctica como campo de DPD • Perspectiva epistemológica • Investigación del DPD en EA • Enfoque sistémico de la E.A Estratégicos <ul style="list-style-type: none"> • Transversalización de la EA en el currículo • Articulación interinstitucional • Articulación con los territorios ambientales • Fomentar comunidades de aprendizaje • Apoyo de los directivos

Operativos

- Oferta de programas de educación formal
- Disponibilidad y reflexión de recursos y materiales educativos
- Oferta de programas de educación continua
- Participación de los docentes en escenarios de divulgación científica

Fuente: Elaboración propia



Capítulo V: Conclusiones y Consideraciones Finales

5.1. Conclusiones

5.1.1. Conclusiones de la fase cuantitativa

En esta fase de la investigación se caracterizaron dos componentes del CDC: el CD y el CDAE. Además, se exploró la correlación entre estos componentes y se identificaron diferencias significativas entre el desempeño de los docentes en el CDC, tomando en cuenta variables demográficas relacionadas con su DPD. Este enfoque cuantitativo de la investigación permitió analizar una muestra representativa de los docentes de Educación Ambiental y obtener conclusiones que pueden ser generalizables al contexto de los colegios públicos de Bogotá.

Niveles de desempeño en el Conocimiento Didáctico del Contenido sobre cambio climático

Es fundamental reconocer que este estudio se enmarca en un contexto de desarrollo limitado del CDC en EA. Aunque hemos encontrado investigaciones que han explorado el CDC en contenidos ambientales como el CC, destacando las de Favier et al. (2021), Jie et al. (2021), Quiroga Durán (2018) y Clausen (2018), estas se han abordado desde una perspectiva situada del CDC, es decir, con una muestra pequeña y focalizada de docentes. Sin embargo, se carece de estudios que integren una muestra representativa de docentes y que permitan obtener resultados generalizables sobre el CDC en contenidos ambientales, contribuyendo así a la toma de decisiones estratégicas desde la política pública. Por ello, estudios como el presente cobran relevancia, dado el tipo de muestra abarcada y las relaciones establecidas entre el CDC y el DPD.

El análisis de los niveles de desempeño de los docentes en el CDC sobre CC reveló varias complejidades y desafíos. En términos del CD los docentes muestran un entendimiento dispar de los conceptos clave del CC. Si bien existe una comprensión adecuada de conceptos básicos asociados al tema, se detectaron dificultades en la comprensión de conceptos más abstractos asociados a las consecuencias del CC en la esfera ecosistémica y social. Estos hallazgos sugieren la necesidad de una mayor profundización en conceptos más específicos y complejos en procesos de DPD, que son fundamentales para una enseñanza efectiva del tema.

En relación con los resultados del cuestionario del CDAE se evidenció un desempeño bajo en la mayoría de los docentes. Este desempeño se reflejó en la dificultad para identificar las

dificultades conceptuales de los estudiantes en situaciones problemáticas, en la formulación de estrategias pedagógicas efectivas para la enseñanza del CC, y en el análisis de la información derivada de estudios de caso sobre la enseñanza de este contenido. Esto indica que, aunque los docentes poseen mejores nociones conceptuales sobre el CC, su conocimiento pedagógico para la enseñanza de este tema es limitado.

Estos resultados respaldan lo identificado en la situación problemática de esta investigación con relación al desarrollo limitado de la didáctica de la EA en el contexto escolar. Aunque se ha logrado un desarrollo conceptual de la EA, con una comprensión clara de sus fines, principios y características, así como un entendimiento general de los problemas ambientales, aún falta avanzar en el desarrollo didáctico de la EA (Calafell et al. 2015). Este desarrollo es relevante para posicionarla como un campo de enseñanza y aprendizaje, que no solo contribuya al desarrollo de conocimientos críticos y reflexivos sobre los problemas ambientales, sino también al desarrollo de habilidades para la acción en los estudiantes.

De ahí que sea necesario fomentar un diálogo continuo entre la reflexión teórica y la práctica de la EA. Este diálogo debe ser plenamente considerado en los procesos de DPD abordando los desafíos que enfrentan los docentes en la enseñanza de estos contenidos y adaptándose al contexto específico del aula.

Correlación entre el Conocimiento Disciplinar y el Conocimiento de las Dificultades de Aprendizaje de los Estudiantes sobre el cambio climático.

El análisis estadístico de los datos reveló una correlación positiva media entre el nivel de desempeño de CD y el CDAE. Esta relación indica que el CD sobre CC influye de manera significativa en el CDAE y, en consecuencia, en el conocimiento pedagógico sobre el tema. Los docentes con un CD insuficiente sobre CC encontraron mayores dificultades para identificar e interpretar las dificultades de aprendizaje de los estudiantes y para diseñar estrategias pedagógicas adecuadas que facilitarían el cambio conceptual en torno a este tema. Esta relación puede explicarse por el hecho de que un conocimiento profundo del contenido permite a los docentes anticipar los conceptos que los estudiantes pueden encontrar más desafiantes y diseñar estrategias de enseñanza más efectivas.

Este hallazgo es consistente con la literatura existente, que resalta la necesidad de un CD bien fundamentado para la creación de estrategias instruccionales efectivas en la enseñanza de

temas específicos (Chan & Yung, 2018). Asimismo, refuerza la hipótesis de Kaya et al. (2021) del CDAE como una vía plausible para conectar el CD con el CDC. La comprensión profunda del contenido por parte de los docentes es relevante no solo para la identificación de las dificultades que los estudiantes pueden enfrentar en su proceso de aprendizaje, sino para orientar estrategias instruccionales y evaluativas por parte del docente, que permitan superar estas dificultades.

El análisis también subraya la interdependencia entre el conocimiento disciplinar y pedagógico en la enseñanza de temas científicos complejos como el CC. La capacidad de los docentes para transformar el conocimiento disciplinar en estrategias pedagógicas efectivas depende en gran medida de su comprensión del CDAE. Los resultados de esta investigación reafirman el planteamiento de Evens et al. (2018a), quienes consideran que hay mejores evidencias de un modelo transformador de CDC en los procesos de DPD en el que el CDC es producto de la transformación del Conocimiento Disciplinar y del conocimiento pedagógico en una única amalgama. Por lo tanto, los resultados de nuestro estudio sugieren que cualquier esfuerzo por mejorar el CDC debe considerar un desarrollo equilibrado de CD y CDAE.

Además, estos hallazgos tienen importantes implicaciones prácticas. Para diseñar e implementar estrategias pedagógicas efectivas que promuevan el cambio conceptual y el desarrollo de habilidades en los estudiantes, es imperativo que los programas de DPD incluyan estrategias que fortalezcan tanto el CD como el CDAE. Los docentes deben estar equipados no solo con un conocimiento profundo y actualizado del contenido, sino también con la competencia necesaria para identificar y abordar las dificultades de aprendizaje que enfrentan los estudiantes. Este enfoque dual es fundamental para asegurar que los docentes estén mejor preparados para enfrentar los desafíos inherentes a la enseñanza del CC y para facilitar un aprendizaje significativo en sus estudiantes.

Niveles de Complejidad en torno al Conocimiento Didáctico del Contenido sobre Cambio Climático.

Uno de los elementos identificados en la caracterización del problema que sustenta esta investigación es el reduccionismo de la EA, manifestado por una perspectiva naturalista del ambiente, la desarticulación entre las prácticas y los procesos didácticos, la prevalencia de un conocimiento intuitivo y artesanal por parte de los educadores ambientales, y la concentración en actividades desvinculadas de los procesos de aprendizaje (García-Díaz, 2004).

En este contexto, los resultados de esta fase de la investigación, que exploró los niveles de complejidad en el CDC sobre el CC, revelaron varios de estos elementos reduccionistas tanto en el conocimiento de la problemática como de su enseñanza, particularmente entre los docentes con un bajo desempeño en CDC. Sin embargo, también se identificaron categorías complejas en la comprensión y enseñanza del contenido por parte de los docentes con alto desempeño en CDC, que son un insumo relevante en el diseño de estrategias formativas sobre este tema, al abordar una perspectiva sistémica de la problemática, desde la interacción del sistema sociedad-naturaleza.

Particularmente, nuestro estudio identificó tres niveles de complejidad tanto para CD como para CDAE. En el caso del CD, en el nivel incipiente (I), se observó una comprensión reduccionista del CC, entendido principalmente desde una relación directa de causa y efecto (contaminación-aumento de temperatura). En el nivel intermedio (II), se evidenció una comprensión más amplia que incluye elementos del orden ecosistémico y social, aunque predominan las relaciones de tipo biofísico, sin llegar a abordar conflictos por uso del suelo, desplazamientos de comunidades, pobreza o violencia. Finalmente, en el nivel avanzado (III) se encontró un conocimiento informado que les facilita a los docentes establecer relaciones entre los componentes ecosistémico, político, cultural, social, y económico, asociadas a las causas y consecuencias de la problemática.

Respecto a los niveles de complejidad en el CDAE se encuentra que en el nivel I, prevaleció la dificultad para identificar los errores conceptuales más frecuentes de los estudiantes sobre el tema. Asimismo, las estrategias pedagógicas que se proponen para generar un cambio conceptual son de corte transmisionista y de “activismo sin sentido”, mediadas por el conocimiento intuitivo y artesanal de los docentes, en los cuales el acto didáctico pasa a un segundo plano.

En el nivel II, los docentes reconocieron algunas de las dificultades de aprendizaje comunes; sin embargo, las estrategias pedagógicas propuestas presentan un corte naturalista de la EA, que, si bien son necesarias, resultan ser insuficientes para comprender la problemática en su complejidad. Finalmente, en el nivel III, los docentes mostraron un conocimiento informado sobre el tema, que les permitió además de identificar los errores conceptuales de los estudiantes, proponer estrategias pedagógicas de corte constructivistas, dirigidas al desarrollo de pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes sobre el CC.

Estos hallazgos evidencian que, para el estudio del CDC en un área específica, no basta con recurrir exclusivamente a un análisis estadístico para identificar la frecuencia de docentes que se encuentran en un determinado nivel de CDC o las correlaciones que puedan establecerse entre

sus componentes. Es fundamental comprender las características de cada uno de estos niveles y las categorías que emergen de la comprensión disciplinar y pedagógica de la problemática por parte de los docentes. Este tipo de análisis detallado no solo proporciona una visión diagnóstica de la calidad de la enseñanza del CC, sino que también tiene un carácter prospectivo para diseñar estrategias de DPD que atiendan a las particularidades en el nivel de conocimiento de los docentes.

Diferencias identificadas y aportes al campo investigativo del Desarrollo Profesional Docente

El análisis estadístico de los datos reveló que existen relaciones significativas entre ciertas variables sociodemográficas y el desempeño de los docentes en CDC sobre CC. Entre estas variables destacan la participación en cursos de educación continua en CC, la realización de investigaciones en EA y el contexto urbano de los colegios. Estos factores se asocian con un mejor desempeño en CD, sugiriendo que la formación continua y el entorno educativo juegan un papel relevante en el desarrollo de este tipo de conocimiento de los docentes. Para el caso del CDAE se identificó que, además de la participación en cursos de educación continua, la edad de los docentes también influye positivamente en su desempeño.

Estos hallazgos subrayan la necesidad de diseñar estrategias de DPD altamente contextualizadas. Al evidenciar que el CDC varía significativamente entre los docentes, confirmamos la importancia de considerar las particularidades individuales y los contextos específicos de enseñanza, tal como lo señalan Driel & Berry (2012). Esta perspectiva nos aleja de modelos de formación docente homogéneos y nos orienta hacia un enfoque más flexible y adaptable a las necesidades reales de los docentes.

Además, los resultados de esta investigación aportan al campo del CDC en CC, especialmente en un área que ha sido poco explorada: la relación entre el nivel de desempeño en CDC y las variables sociodemográficas de los docentes. Hasta ahora, los estudios sobre CDC en contenidos ambientales se han centrado mayormente en su caracterización o en la hibridación entre sus componentes, sin profundizar en cómo algunas variables categóricas de los docentes influyen en su desempeño. Esta laguna en la literatura significa que, sin un análisis exhaustivo de estas relaciones, es difícil diseñar estrategias de DPD efectivas y contextualizadas a las necesidades reales de los docentes.

Nuestro estudio también evidenció una brecha significativa en el CDC entre docentes de áreas urbanas y rurales, así como entre aquellos que han participado en cursos de educación

continua en CC y en investigaciones en EA y los que no han participado en este tipo de actividades. Este hallazgo subraya la importancia de considerar las diversas barreras que enfrentan los docentes rurales para acceder a programas de DPD, lo cual puede influir en un bajo nivel de CDC y, por ende, en la calidad de los procesos de enseñanza en el contexto rural, que ya de por sí enfrenta diversos desafíos educativos. Además, estos hallazgos resaltan la necesidad de fomentar estrategias como la educación continua y la investigación docente en EA, las cuales han demostrado tener un impacto positivo en el desempeño del CDC.

En resumen, los resultados de esta investigación no solo confirman la influencia de variables sociodemográficas en el desempeño de los docentes en CDC sobre CC, sino que también destacan la necesidad de desarrollar estrategias de DPD que sean flexibles y adaptativas a las características y contextos específicos de los docentes.

5.1.2. Conclusiones de la fase cualitativa

En esta fase de la investigación cualitativa se identificaron las principales concepciones de docentes y expertos sobre el DPD, incluyendo su comprensión sobre los factores facilitadores, los factores obstaculizadores del DPD y sus aportes para la construcción de una propuesta de DPD en EA, promovida desde la SED. Analizar estas concepciones, en este punto de la investigación, fue importante para interpretar los datos recolectados en la fase cuantitativa, ya que reflejan las teorías docentes en evolución, filosofías personales, creencias y experiencias formativas (Richard, 1996) y brindan una lectura compleja a las diferencias detectadas en los niveles de desempeño en CDC, enriqueciendo así el análisis de los resultados obtenidos.

Concepciones de los docentes sobre el Desarrollo Profesional Docente

Los docentes con un bajo desempeño en CDC presentaron la tendencia a concebir el DPD de manera instrumental, enfocándose más en la adquisición de herramientas didácticas que en la reflexión crítica del contenido. En contraste, los docentes con desempeño alto mostraron una concepción del DPD orientada a la reflexión sobre la enseñanza, lo cual puede influir en una conceptualización constante de los contenidos que se enseñan, y con ello el desarrollo del conocimiento necesario para enseñar temas como el CC, que dada su complejidad y nivel de abstracción requieren de un conocimiento especializado (Clausen, 2018)

Es plausible inferir una conexión entre las diferencias en las concepciones del DPD y los resultados de la fase cuantitativa. En esta última, se evidenció que la participación previa de los docentes en cursos de CC y en investigación en EA guarda una relación estadísticamente significativa con su nivel de CDC.

A partir de esto, podemos concluir que la experiencia previa en estas estrategias de DPD, tanto formativas como investigativas, no solo facilita el desarrollo del CDC, sino que también enriquece la comprensión de los docentes sobre el DPD. Sin embargo, es importante resaltar que esta relación no debe interpretarse de manera lineal. Tal, tal como lo señalan Driel y Barry (2012, no). No existe una causalidad directa que permita afirmar que a mayor DPD mayor CDC, o viceversa. Diversos factores externos e internos al contexto de enseñanza influyen en esta dinámica.

No obstante, sí podemos afirmar que el DPD y el CDC interactúan en un ciclo de retroalimentación, favoreciendo el desarrollo de ambos. El DPD, al proporcionar oportunidades de reflexión y aprendizaje continuo, permite a los docentes profundizar en su conocimiento del contenido y mejorar sus prácticas pedagógicas. A su vez, un mayor CDC facilita la participación activa en programas de DPD, ya que los docentes poseen las bases conceptuales necesarias para comprender y aplicar los nuevos conocimientos y estrategias.

La fase cualitativa de esta investigación ha permitido trascender la visión tradicional del DPD como un proceso meramente formativo. Al profundizar en las experiencias de los docentes, se identificaron diversas dimensiones que van más allá del formato de educación formal. En nuestro estudio, emergieron dimensiones adicionales como la experiencial, epistemológica, sociocultural, ética, investigativa y didáctica revelando así la complejidad inherente al DPD. Estos hallazgos resaltan la importancia de diseñar estrategias de DPD que no solo aborden la formación tradicional, sino que también integren estas diversas dimensiones, con el objetivo de proporcionar un desarrollo profesional contextualizado a las creencias y necesidades de los docentes.

Además, destacan un aspecto identificado en el planteamiento del problema de esta investigación: el contexto del DPD en Bogotá expone la necesidad de explorar alternativas de DPD que trasciendan los formatos tradicionales, tales como los programas de formación posgradual de larga duración o las capacitaciones de corta duración. Por lo tanto, es imprescindible un enfoque sistémico que sitúe la práctica docente en un contexto específico como elemento central y que

permita a los docentes reflexionar sobre los desafíos de enseñanza-aprendizaje que enfrentan en su cotidianidad.

Factores facilitadores del Desarrollo Profesional docente

Esta investigación exploró los factores facilitadores del DPD desde la perspectiva de los docentes, considerando su nivel de CDC. Los hallazgos revelan que la concepción los docentes sobre los facilitadores del DPD varía en algunos aspectos en función de su CDC.

Los docentes con un alto y medio nivel de CDC identificaron en mayor amplitud y frecuencia factores facilitadores relacionados con la dimensión político-administrativa y la organización escolar. Dentro de los factores político-administrativos, se resaltan la transversalización de la EA en el currículo y el apoyo para la educación continua. Estos docentes reconocieron la importancia de contar con políticas educativas que promuevan la integración de la EA en los planes de estudio y que brinden oportunidades de actualización profesional a través de la formación continua.

En el caso de los docentes con un bajo nivel de CDC, la identificación de factores facilitadores se concentró principalmente en aspectos relacionados con la organización escolar. Estos docentes destacan la importancia del trabajo colaborativo entre pares y la articulación del contexto institucional con los territorios ambientales de la ciudad. El trabajo colaborativo permite a los docentes compartir experiencias, intercambiar estrategias y aprender unos de otros, mientras que la articulación con el entorno local facilita la contextualización de los aprendizajes y la conexión con la realidad de los estudiantes.

Es importante destacar que ninguno de los grupos de docentes identificó facilitadores relacionados con la dimensión epistemológica del DPD. A diferencia de los expertos entrevistados, quienes señalan la importancia de un enfoque sistémico de la EA como un facilitador del DPD, los docentes no parecen reconocer la relevancia de esta dimensión en su desarrollo profesional.

Estos resultados resaltan la necesidad de considerar la perspectiva de los docentes al diseñar estrategias de DPD. Las necesidades y prioridades de los docentes varían en función de sus oportunidades previas en procesos de DPD, y tal como detectamos en nuestra investigación, de sus niveles de CDC. Por lo tanto, las estrategias de DPD deben ser diseñadas con flexibilidad y adaptabilidad, creando las condiciones necesarias para que los docentes puedan aprovechar al máximo las oportunidades de formación.

La diversidad de factores facilitadores y barreras identificados en nuestro estudio revela la complejidad del DPD. Para potenciar el crecimiento profesional de los docentes, es necesario adoptar un enfoque integral que considere todos estos elementos. Esto implica diseñar estrategias que no solo aborden las dimensiones epistemológicas, político-administrativas y organizacionales, sino también las necesidades individuales de cada docente. Al hacerlo, podremos crear entornos de aprendizaje más efectivos y pertinentes.

Este enfoque sistémico y contextualizado aborda las necesidades específicas de los docentes, incluyendo el apoyo gubernamental, el respaldo directivo y las oportunidades de investigación y de trabajo colaborativo. Al considerar estos factores en los programas de DPD, es más probable que los docentes se sientan motivados y comprometidos, lo que se traduce en una mayor participación y un impacto significativo en su práctica educativa.

Además, este enfoque asegura la sostenibilidad a largo plazo, manteniendo a los docentes actualizados y comprometidos con su profesión. Asimismo, promueve la equidad y la inclusión al diseñar programas accesibles y de calidad para todos los docentes, independientemente de su contexto (Fishman et al., 2003; Musanti & Pence, 2010; Knight, 2002). Esto es especialmente relevante en el contexto de Bogotá, donde el análisis cuantitativo mostró que la ruralidad influye en un nivel bajo del CDC, destacando la importancia de adaptar los programas de DPD a las diversas realidades de los docentes. En la tabla 25 se hace una síntesis de los principales factores facilitadores del DPD, identificados por los docentes y expertos de EA.

Tabla 25.

Principales factores facilitadores del DPD, identificados por docentes y expertos

Dimensiones	Categorías	Subcategorías
Político-administrativos	Gestión de las políticas	Fomentar las comunidades de aprendizaje Apoyo financiero a la educación formal Apoyo para la participación en escenarios de divulgación científica
	Organización y gestión escolar	Transversalización de la E.A en el currículo Apoyo de los directivos Tiempo en su jornada laboral para el DPD Trabajo colaborativo entre docentes
Organizacionales	Formación e investigación	Didáctica como campo de DPD Oferta de programas de educación formal en EA
	Relación comunitaria	Articulación de la escuela con los territorios ambientales Articulación interinstitucional

Individuales	Conocimientos y competencias	Didáctica como campo de DPD
	Creencias y actitudes	Motivación y compromiso
Epistemológicos	Enfoque teórico de la E.A	Enfoque sistémico
		Enfoque territorial
	Enfoque del DPD	Perspectiva epistemológica en el DPD

Fuente: Elaboración propia

Factores obstaculizadores del Desarrollo Profesional Docente

La EA en el contexto colombiano ha avanzado en el marco de la política pública mediante instrumentos como los PRAE, reglamentados por el Decreto 1743 de 1994, la Política Nacional de Educación Ambiental formulada en 2002 y la Política Distrital de Educación formulada en 2007. Sin embargo, el enfoque sistémico y transversal que la subyace no ha logrado generar transformaciones profundas en los procesos de enseñanza-aprendizaje, como se observó en la identificación del problema de esta investigación. Esto se evidencia en la frecuencia de prácticas activistas descontextualizadas del currículo escolar.

Aunque el rol docente juega un papel relevante en la calidad de los aprendizajes de los estudiantes en EA, asumir que este problema se debe exclusivamente a la falta de formación de los docentes en EA representa una visión reduccionista de la problemática. Es por ello que los resultados de nuestra investigación, que identificaron diversos factores obstaculizadores asociados con el desarrollo profesional de los docentes que se desempeñan en esta área, son relevantes para comprender la complejidad de esta problemática.

En nuestro estudio se identificaron obstáculos de tipo individual, como la falta de compromiso de los docentes en su desarrollo profesional y la falta de impacto del desarrollo profesional en el aprendizaje de los estudiantes. A nivel organizacional, se encontraron la falta de apoyo de los directivos, la ausencia de espacios de trabajo colaborativo dentro del colegio, la falta de tiempo y la falta apoyo de otros docentes. Finalmente, a nivel epistemológico, se destacó el enfoque naturalista como obstaculizador, al reducir el campo del desarrollo profesional en EA a la enseñanza de las Ciencias Naturales.

Estos factores obstaculizadores sugieren la adopción de medidas en diferentes campos del DPD, para que este pueda tener un impacto real en la transformación de las prácticas pedagógicas de los docentes que se desempeñan en esta área y, principalmente, en la calidad del aprendizaje de los estudiantes. De lo contrario, continuaremos en un ciclo vicioso en el que los docentes seguirán

realizando acciones de EA desde las buenas intenciones, pero con un conocimiento limitado de los problemas ambientales, mientras que los estudiantes continuarán rezagados en su proceso de aprendizaje, sin impactos significativos en la adopción de actitudes y comportamientos que contribuyan a la mitigación de estos problemas. Por ello, la categorización de factores obstaculizadores según el nivel de desempeño en el DPD cobra relevancia, al brindar un marco de análisis específico sobre las necesidades de los docentes.

En este contexto, los docentes con CDC alto identificaron factores a nivel organizacional, como la falta de tiempo y de trabajo colaborativo dentro de los colegios, y a nivel epistemológico, destacando que el enfoque naturalista de la EA limita las reflexiones y prácticas ambientales. En contraste, los docentes con CDC medio y bajo no identificaron factores epistemológicos. Esto sugiere que una comprensión epistemológica del DPD es esencial para orientar la práctica docente de manera reflexiva, reconociendo los marcos teóricos y conceptuales que fundamentan el conocimiento del CC.

Los docentes con CDC medio destacaron factores individuales, como la falta de compromiso, que obstaculizan su DPD, resaltando la importancia de la responsabilidad profesional para mantenerse actualizados. En contraste, los docentes con CDC bajo centraron sus obstáculos en factores externos, como la falta de tiempo o la falta de apoyo de otros docentes, sin considerar su propio compromiso o la comprensión de la naturaleza del conocimiento en EA.

Es importante señalar que en el grupo de expertos se identificaron dos factores obstaculizadores en el DPD, que no se detectaron en los grupos de docentes. Por una parte, que el DPD con frecuencia se encuentra condicionado exclusivamente por un mejoramiento salarial y no por un mejoramiento de la práctica docente. Y segundo, que la falta de un campo epistemológico y didáctico de la EA hace que los docentes acudan a una diversidad de actividades que no siempre se orientan a una comprensión de las problemáticas ambientales ni al aprendizaje de los estudiantes.

Considerar las barreras del DPD desde la perspectiva de los docentes y su nivel de CDC en tópicos como el CC es esencial para generar propuestas de DPD que aborden directamente las necesidades y los desafíos que enfrentan los docentes en su práctica diaria.

Los diferentes niveles en el CDC para un contenido en particular pueden también obedecer a las barreras que encuentran los docentes a nivel epistemológico, individual y organizacional. En la literatura, las barreras del DPD se concentran en la falta de tiempo y apoyo administrativo, pero

los resultados de esta investigación develan diferentes categorías, que al entenderse y considerarse en las estrategias de DPD pueden facilitar la participación de los docentes y contribuir al mejoramiento de su PCK. En la tabla 26 se hace una síntesis de los principales factores obstaculizadores del DPD, identificados por los docentes y expertos de EA.

Tabla 26.

Principales factores obstaculizadores del DPD, identificados por docentes y expertos

Dimensiones	Categorías	Subcategorías
Político-administrativos	Enfoque de la política	Enfoque naturalista de la EA
	Gestión de la Política	El PRAE visto como un proyecto burocrático
	Impacto de la Política	Falta de impacto del DPD en el aprendizaje
Organizacionales	Organización y gestión escolar	Limitación de tiempo para el DPD
		Falta de espacios de trabajo colaborativo entre docentes
		Falta de apoyo de los directivos
Individuales	Conocimientos y competencias	Falta de apoyo de otros docentes
		Falta de un conocimiento profesional de los docentes en E.A.
	Creencias y actitudes	Falta de impacto del DPD en el aprendizaje
Epistemológicos	Enfoque teórico de la E.A	Falta de compromiso de los docentes
		DPD condicionado desde lo salarial
		Falta de un campo epistemológico y didáctico de la EA
		Enfoque naturalista de la EA

Fuente: Elaboración propia

Elementos para la construcción de una propuesta de Desarrollo Profesional Docente

En este punto de la investigación, de carácter prospectivo, los docentes propusieron elementos para la construcción de una propuesta de DPD. Identificar estos elementos según su nivel de CDC responde a la necesidad de promover estrategias de DPD desde la administración gubernamental, teniendo en cuenta las necesidades de aprendizaje de los docentes, sus intereses y sus concepciones sobre el ejercicio profesional docente.

Es importante recordar que los niveles de conocimiento que mostraron los docentes en los cuestionarios de CC se vio influenciado por el contexto urbano/rural en el que trabajan, la edad y la participación previa en estrategias de DPD. Al mismo tiempo, ciertas tendencias en las concepciones de los docentes sobre el DPD también se relacionaron con estos niveles de conocimiento. Esto sugiere que los elementos propuestos por los docentes son el resultado de su trayectoria profesional, académica y experiencial, y, sobre todo, de sus concepciones particulares

sobre el DPD, lo que resalta la importancia de considerar sus perspectivas en el diseño de estrategias de DPD.

Los resultados revelaron que los docentes con un alto nivel de CDC priorizaron elementos estratégicos, como la transversalización de la EA y operativos, como la participación en escenarios de divulgación científica. Por otro lado, los docentes con un nivel medio de CDC se centraron principalmente en elementos operativos, como el acompañamiento pedagógico contextualizado, mientras que aquellos con un nivel bajo identificaron una combinación de elementos estratégicos y operativos.

Sin embargo, se puede concluir que estas diferencias no son atribuibles a su nivel de desempeño en CD y CDAE en CC, ya que se esperaría, que un mejor desempeño en estos componentes del CDC se relacionara con una mayor capacidad para identificar elementos para una propuesta de DPD en diferentes niveles (conceptual, estratégico y operativo), producto de la trayectoria formativa e investigativa de los docentes con PCK alto.

Un aspecto para destacar es que el grupo de expertos mencionó categorías del orden conceptual para la construcción de la propuesta de DPD, como la perspectiva didáctica y epistemológica del DPD, que no fueron identificadas por los grupos de docentes, relevantes para definir los fundamentos y enfoque de una propuesta de DPD.

Los resultados de esta investigación constituyen un insumo importante para la SED, ya que proporcionan una base empírica y contextualizada para la construcción de propuestas de DPD en EA, centradas en el CDC sobre temas críticos como el CC. Mediante la realización de grupos focales con docentes y las entrevistas con los expertos, se identificaron diversos elementos clave para la construcción de una propuesta de DPD en EA. Estos elementos revelaron las necesidades específicas de desarrollo profesional según el nivel de CDC de los participantes, resaltando al mismo tiempo la importancia de diseñar programas de DPD que no solo aborden contenidos pertinentes, sino que también se enfoquen en cómo estos contenidos son enseñados por los docentes.

5.2. Innovaciones de la investigación

Aportes al campo de la didáctica en Educación Ambiental

Esta investigación adoptó una perspectiva cognitiva del CDC, lo que implica que el conocimiento de los docentes sobre un tópico específico se estudia desde un punto de vista más estático, a diferencia de un estudio situado que analiza este tipo de conocimiento de manera dinámica (Depaepe et al., 2013). La perspectiva cognitiva resulta principalmente en estudios de gran escala generalizables, midiendo el conocimiento de los docentes mediante instrumentos cuantitativos (Evens et al. 2018a). En este contexto, los resultados de esta primera fase de la investigación, de tipo cuantitativo y con una muestra representativa de docentes, ofrecen una perspectiva generalizable del nivel de CDC sobre CC de los docentes de EA en los colegios públicos de Bogotá.

La investigación hace una contribución al campo de la didáctica de la EA, un área en expansión que requiere un marco epistemológico y conceptual robusto para guiar los objetivos y estrategias de enseñanza y aprendizaje (Calafell et al., 2015). En este sentido, la exploración del CDC en CC proporciona elementos conceptuales y metodológicos valiosos para su identificación y caracterización. A nivel conceptual, se propuso un marco de categorías que permite caracterizar los niveles de complejidad en el CDC sobre CC. Este marco tiene una aplicación potencial en procesos formativos, facilitando que los hallazgos de esta investigación orienten estrategias pedagógicas dirigidas a profundizar el conocimiento de los docentes en este tema.

Metodológicamente, los tópicos de las preguntas del cuestionario de CD abordaron una perspectiva compleja del CC desde la dimensión ecosistémica y social relacionada con la problemática. Además, se incluyeron situaciones problemáticas en el cuestionario de CDAE enmarcadas en el contexto del aula y los desafíos de enseñanza que enfrentan los docentes. Estos tópicos de ambos cuestionarios pueden ser utilizados en futuras investigaciones para capturar tanto el conocimiento disciplinar como el conocimiento pedagógico de los docentes sobre este tema.

Innovaciones respecto a otros estudios de Conocimiento Didáctico del Contenido

Al basarse en el modelo de CDC de Kaya et al. (2021), esta investigación refuerza la hipótesis de que un CD débil en los docentes sobre un tema específico se correlaciona con un CDAE igualmente débil. Esta correlación dificulta que los docentes desarrollen estrategias

pedagógicas efectivas para facilitar un cambio conceptual en los estudiantes, impactando negativamente en su aprendizaje. Por lo tanto, la investigación no solo sustenta, sino que también amplía el marco conceptual que explora el CDAE como una vía para desarrollar el CDC a partir del CD.

Una novedad de nuestro estudio respecto al de Kaya et al. (2021) es que no se limitó a correlacionar el CD con el CDAE, sino que también caracterizó los niveles de complejidad en ambos componentes. Esto puede ser útil para futuras investigaciones que requieran una descripción cualitativa de las diferencias en cada nivel, utilizando estas categorías como línea base en sus marcos conceptuales y metodológicos.

Para identificar estos niveles de complejidad, se tomaron como referencia las categorías de análisis del estudio de hipótesis de transición en torno al agua, realizado por Fernández Arroyo y Rodríguez Marín (2017). Esta decisión nos permitió ampliar el alcance de estas categorías, aplicándolas ahora al contenido del CC. La relevancia de este aporte radica en la importancia de contar con un marco de análisis de las progresiones que se presentan en el conocimiento disciplinar y pedagógico de los docentes sobre este tipo de contenidos, que puede ser potencialmente útil en procesos de DPD, facilitando la transición de niveles de conocimiento menos complejos a niveles más complejos.

Al respecto, este tipo de propuestas que abordan la complejidad de contenidos ambientales orientan el desarrollo de estrategias formativas en los docentes para alcanzar un conocimiento curricular deseado. En este estudio, se identificaron algunas estrategias pedagógicas propuestas por los docentes con un nivel de complejidad alto en CDC, que pueden adaptarse en procesos de DPD sobre este tema. Además, los resultados identificados en el nivel de complejidad bajo en CDC proporcionan insumos en los procesos formativos para superar las dificultades que los docentes enfrentan al enseñar este tipo de contenidos.

Por otra parte, es importante señalar que estudios recientes sobre el CDC en CC, como los de Favier et al. (2021), Jie et al. (2021), Quiroga-Duran (2021) y Meili-Yanti et al. (2020) y Clausen (2018), han adoptado una perspectiva situada del estudio del CDC, con la participación de una muestra pequeña de docentes y con la captura del CDC en el contexto de la enseñanza en el aula. Este tipo de perspectiva es relevante para identificar particularidades del CDC y para analizar en detalle determinadas configuraciones del entorno que contribuyen a su desarrollo (Evens et al., 2018a). Sin embargo, estudios como el nuestro, desde una perspectiva cognitiva del CDC, y con

una muestra representativa de docentes, son necesarios para obtener resultados más generalizables en la comprensión del CDC en CC. Estos resultados pueden emplearse en el diseño de estrategias formativas para docentes, impulsadas desde políticas públicas de DPD.

En nuestro estudio se incluyeron docentes en ejercicio, lo cual es fundamental para identificar el conocimiento disciplinar y pedagógico de los docentes en la enseñanza del CC, en el contexto de los colegios públicos de Bogotá, proporcionando indicios sobre el aprendizaje de los estudiantes en áreas como la EA. Encontramos que el CD en la mayoría de los docentes es moderado y el CDAE es débil, de ahí que se le dificulte a los docentes identificar los principales errores conceptuales de los estudiantes sobre el tema y, con ello, orientar estrategias pedagógicas pertinentes para generar un cambio conceptual de los estudiantes.

Estos hallazgos brindan un panorama sobre la calidad de la enseñanza y el aprendizaje del CC en las escuelas públicas de Bogotá, revelando oportunidades significativas para mejorar la práctica pedagógica. Al identificar los niveles de complejidad en el conocimiento de los docentes, podemos diseñar programas de DPD más focalizados y efectivos, que aborden las necesidades específicas de cada grupo. Además, estos resultados pueden servir como insumo para el desarrollo de políticas educativas que promuevan la integración del CC en los currículos escolares y que fortalezcan la capacidad de los docentes para abordar temas complejos y controvertidos

La investigación que aquí se presenta, aunque basada en el diseño metodológico de Kaya et al. (2021) para la caracterización del CDC en CC, introduce innovaciones significativas que enriquecen y amplían el alcance del estudio. Una de las principales innovaciones radica en la inclusión de una etapa adicional en el análisis estadístico para identificar diferencias significativas entre las variables categóricas de los docentes, asociadas a su DPD y su nivel de desempeño en CDC. Esto se llevó a cabo mediante la aplicación de la prueba de chi cuadrado, lo que permitió una evaluación más rigurosa y detallada de las correlaciones existentes. Para lograr este objetivo, se incorporaron preguntas de carácter sociodemográfico en el cuestionario sobre CDC en CC, proporcionando así una herramienta metodológica valiosa que puede ser adoptada y adaptada en futuras investigaciones en este campo.

Los hallazgos del análisis estadístico revelaron variables sociodemográficas asociadas al DPD que influyen en el desempeño en CDC y que fueron un insumo importante para la fase cualitativa de la investigación, en la cual se analizó esta información en conjunto con la información recolectada de los grupos focales con los docentes. La adopción de un enfoque mixto

permitió una comprensión más profunda y matizada de las diferencias observadas en los niveles de CDC, y facilitó la identificación de elementos clave para la construcción de una propuesta de DPD promovida por la SED en el ámbito de la EA.

De este modo, los resultados de nuestra investigación trascendieron el ámbito teórico para adentrarse en un análisis práctico de las relaciones entre el CDC y el DPD en el área de la EA. Al combinar un enfoque cuantitativo y cualitativo, pudimos identificar conexiones significativas entre las variables sociodemográficas de los docentes y su nivel de CDC. Esto demuestra que existe una relación bidireccional entre CDC y DPD, generando un ciclo de retroalimentación en el que cada componente fortalece al otro, y que, en últimas, influye en el mejoramiento de la calidad de la enseñanza de la EA.

Este enfoque integral no solo aporta al conocimiento teórico del CDC y DPD, sino que también ofrece recomendaciones prácticas y viables para la implementación de estrategias de DPD que promuevan un mejor desempeño en CDC, contribuyendo así a una perspectiva didáctica de la EA necesaria para superar las prácticas artesanales e intuitivas tan frecuentes en este campo.

Adopción de un enfoque mixto que profundiza en las concepciones de los docentes

Respecto a las innovaciones en la fase cualitativa de la investigación, la categorización de las concepciones de los expertos en EA y los docentes permitió comprender el DPD desde una perspectiva compleja, en la que confluyen dimensiones como la experiencial, formativa, didáctica, ética, socio cultural, investigativa y epistemológica. La descripción de cada una de estas dimensiones y los elementos que la caracterizan, son un aporte al marco teórico e investigativo al campo del DPD. A nivel reflexivo, porque se propone un marco de categorías de análisis que deberían considerarse en la comprensión del DPD. A nivel práctico, estas categorías pueden considerarse como pilares en el diseño de estrategias de DPD.

Además, la identificación de factores obstaculizadores y facilitadores del DPD en los expertos y docentes contribuyó a proponer el factor epistemológico como una categoría adicional a lo reportado en la literatura. Esto es particularmente relevante en el DPD en EA, ya que se identificó que el marco epistemológico, ya sea desde un enfoque naturalista o transversal, influye en los procesos de DPD. Una comprensión reducida de la EA a la enseñanza de las Ciencias Naturales condiciona a que las estrategias de DPD se orienten principalmente a docentes de esta área. En contraste un enfoque transversal facilita el diálogo disciplinar de docentes de diferentes

áreas y la articulación de los procesos de DPD con la dinámica de los territorios ambientales que forman parte del contexto escolar

La innovación en este punto de la investigación no solo radicó en la propuesta de una categoría adicional, sino también en la subcategorización de categorías ya reportadas en la literatura. Por ejemplo, en la categoría de factores político-administrativos, se identificaron subcategorías relacionadas con el impacto de la política pública y la gestión de la política. Este análisis detallado amplía el marco conceptual del DPD y se convierte en un insumo valioso para la toma de decisiones estratégicas en las entidades gubernamentales que administran los recursos educativos.

Adicionalmente, la investigación incorporó una fase prospectiva, identificando elementos conceptuales, estratégicos y operativos que deben considerarse en la construcción de propuestas de DPD en EA. Estos elementos, que emergieron a partir de las consideraciones de los docentes, muestran una perspectiva dinámica y sistémica del DPD, fundamental para garantizar que las diversas estrategias adoptadas en este ámbito tengan el impacto deseado en la calidad de la enseñanza y el aprendizaje.

5.3. Aportes de la investigación en términos de política pública

En la actualidad, existen diversas políticas y normativas a nivel global, nacional y distrital en materia ambiental y de CC, frente a las cuales la SED tiene diversos compromisos. Estas políticas buscan abordar los desafíos ambientales y promover la sostenibilidad; sin embargo, su implementación en el ámbito escolar a menudo se enfrenta a limitaciones significativas.

Un problema recurrente es que muchas de estas políticas se materializan en los colegios sin una adecuada consideración de los procesos de enseñanza y aprendizaje. En lugar de integrar de manera efectiva los principios de la EA en el currículo y en las prácticas pedagógicas, las instituciones educativas frecuentemente se enfocan en realizar actividades puntuales destinadas a cumplir metas y productos establecidos por las políticas, dejando de lado el componente formativo esencial. Esta tendencia puede conducir a una disociación entre los objetivos educativos y los resultados esperados en términos de reflexión y acción ambiental entre los estudiantes.

Investigaciones como la nuestra, que se centran en la didáctica y el DPD en EA, son fundamentales para orientar la implementación de la Política Pública en el ámbito escolar, aportando una visión crítica y reflexiva sobre los procesos formativos que se requieren para

promover una perspectiva didáctica de la EA. El CDC se convierte en un marco investigativo y formativo relevante en este contexto, ya que permite a los docentes entender y abordar los contenidos ambientales, desde una perspectiva compleja de la enseñanza y el aprendizaje, adaptándolos a las realidades y necesidades específicas de sus estudiantes.

Otro aspecto crucial es la evaluación continua. Las políticas públicas deben incorporar mecanismos para evaluar el impacto de la EA en los colegios, permitiendo ajustes y mejoras continuas basadas en evidencia empírica. Los estudios de CDC son una base importante para el diseño de diferentes estrategias de evaluación, proporcionando un marco conceptual y metodológico para comprender el nivel de conocimiento de los docentes que se desempeñan en esta área y orientar el diseño de planes curriculares de la EA desde una perspectiva didáctica del contenido.

Los resultados obtenidos en esta investigación destacan la importancia de considerar ciertos factores asociados con el DPD que influyen significativamente en el nivel de CDC sobre CC. Estos hallazgos son potencialmente útiles para el diseño de políticas públicas de DPD, las cuales deberían tener en cuenta características sociodemográficas específicas de los docentes para orientar estrategias efectivas y reducir las barreras de acceso a la oferta institucional de DPD.

En particular, nuestra investigación evidenció que los docentes en contextos rurales presentaron un menor desempeño tanto en CDC como en CDAE en comparación con los docentes urbanos. Este hallazgo es consistente con los estudios previos de Cano y Ospino (2020), Bonilla-Mejía et al. (2018) y MEN (2018) que señalan las brechas educativas entre los contextos rural y urbano, no solo debido a las condiciones de movilidad o infraestructura tecnológica, sino también relacionadas con la calidad educativa y el nivel de desarrollo profesional de los docentes. Por lo tanto, es fundamental que las estrategias de DPD desde la política educativa tengan en cuenta un enfoque de ruralidad, atendiendo tanto a las necesidades de los docentes y estudiantes como a los tipos de contenidos y competencias de aprendizaje requeridas en estos entornos específicos.

Además, se identificó que los docentes mayores de 51 años presentan un menor desempeño en comparación con los de 30 a 35 años. Este hallazgo resalta la necesidad de diseñar programas de desarrollo profesional y políticas de incentivos que aborden estas diferencias, promoviendo una enseñanza efectiva a lo largo de toda la carrera docente (Fitzpatrick & Lovenheim, 2014; Kim et al., 2017; Papay & Kraft 2015).

Por otra parte, el análisis también reveló diferencias en el desempeño en CDC en función de las estrategias de DPD. Los docentes que habían participado en cursos de educación continua en CC y en investigaciones en EA mostraron un mejor desempeño. Esto resalta la importancia de incluir este tipo de estrategias dentro de la política pública de DPD, que generalmente se caracterizan por abordar contenidos específicos y considerar el contexto de enseñanza del docente,

En resumen, los resultados de esta investigación no solo confirman la influencia de variables sociodemográficas en el desempeño docente en CDC sobre CC, sino que también destacan la necesidad de desarrollar estrategias de DPD flexibles y adaptativas a las características y contextos específicos de los docentes, con el objetivo de disminuir las brechas educativas en diferentes grupos poblaciones y contextos.

La identificación de las concepciones de los docentes sobre el DPD junto con los factores que facilitan y obstaculizan este proceso, proporciona un análisis detallado de la situación actual del DPD desde la perspectiva de los propios docentes. Este diagnóstico es crucial para los responsables de la política pública educativa, ya que ofrece una visión clara y específica de las necesidades y desafíos en el campo del DPD. Al comprender estos factores, las políticas pueden diseñarse para potenciar los facilitadores y mitigar los obstáculos, asegurando que las iniciativas de DPD sean más efectivas y alineadas con las realidades de los docentes.

Además, la categorización de las concepciones sobre el DPD según los niveles de CDC proporciona un marco heterogéneo que refleja la diversidad de intereses y necesidades de desarrollo profesional. Esta diversidad de información sugiere que la política pública en DPD debe ser altamente contextualizada y adaptada al contexto de la práctica docente. Por ello, es importante diversificar las estrategias promovidas en este ámbito para responder de manera efectiva a las variadas necesidades de los docentes.

En nuestro análisis se identificaron elementos conceptuales, estratégicos y operativos para la construcción de una propuesta de DPD. Estos elementos resaltan la necesidad de una articulación interinstitucional desde diferentes ámbitos. Los elementos conceptuales que emergen de la investigación y la reflexión continua sobre la práctica educativa deben ser la base de las decisiones estratégicas en el diseño, implementación y sostenibilidad de las diversas estrategias de DPD. Simultáneamente, los elementos operativos, relacionados con la oferta de programas de DPD y recursos educativos, deben ser coherentes con las dimensiones conceptuales y estratégicas para

que el DPD tenga el impacto deseado en la transformación de la práctica docente y el aprendizaje de los estudiantes.

5.4. Limitaciones

El estudio adoptó una perspectiva cognitiva y no situada del Conocimiento Didáctico del Contenido

Este estudio adoptó una perspectiva cognitiva del CDC en el contexto del cambio climático, empleando un enfoque cuantitativo con una muestra representativa de docentes de Bogotá. A través de la administración de cuestionarios y el análisis correlacional, se buscó obtener resultados generalizables sobre la comprensión y las prácticas docentes relacionadas con este tema.

Sin embargo, es importante reconocer que este enfoque, al centrarse en la medición de variables generales, presenta ciertas limitaciones. La falta de una fase de investigación cualitativa, basada en una perspectiva situada, dificulta un análisis detallado de las dinámicas específicas del CDC en los contextos de enseñanza. La observación directa, las entrevistas en profundidad y el estudio de casos podrían haber permitido explorar la relación entre el conocimiento disciplinar y el pedagógico de los docentes, así como identificar las tensiones y oportunidades presentes en sus prácticas.

La perspectiva situada resulta esencial para comprender cómo los docentes construyen y ponen en juego su conocimiento en contextos particulares, y cómo estos contextos influyen en sus decisiones pedagógicas. Al adoptar un enfoque complejo que combine elementos cuantitativos y cualitativos, es posible obtener una visión más holística del CDC. De esta manera, no solo se obtienen resultados generalizables, sino que también se identifican las particularidades de cada contexto, lo que a su vez facilita el diseño de intervenciones pedagógicas más efectivas y pertinentes.

El estudio se basó en dos componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido: el Conocimiento Disciplinar y el Conocimiento de las Dificultades de Aprendizaje de los Estudiantes.

Nuestra investigación se basó en el modelo del CDC de Kaya et al. (2021), en el cual se plantea que el CDAE es una vía plausible para conectar el CD con el CDC. Esto significa que el

CD es un componente de base que influye en la interacción de los diferentes componentes del CDC y que el CDAE facilita esta dinámica.

Este modelo innovador, que representa una alternativa al modelo de consenso refinado del 2016, plantea que un sólido dominio del CD facilita a los docentes identificar las dificultades de aprendizaje de sus estudiantes y, en consecuencia, diseñar estrategias de enseñanza y evaluación más efectivas. Sin embargo, al centrarnos únicamente en estos dos componentes, no podemos establecer conclusiones definitivas sobre la influencia del CD en la configuración completa del CDC.

Para lograr una comprensión más integral del CDC, sería necesario evaluar también otros componentes, como el conocimiento instruccional y el conocimiento evaluativo. De esta manera, podríamos analizar con mayor precisión cómo el CD interactúa con otros aspectos del conocimiento docente y cómo influye en la práctica pedagógica en general.

A pesar de esta limitación, el análisis realizado en este estudio sobre la relación entre el CD y el CDAE sienta las bases para futuras investigaciones. La caracterización del conocimiento disciplinar y pedagógico, así como la identificación de las relaciones entre ambos, proporciona un punto de partida importante para explorar la complejidad del CDC en investigaciones posteriores.

El estudio se centró en Cambio Climático

La tercera limitación del estudio reside en el enfoque específico en el contenido del CC. Si bien la elección de este tema se justifica por su relevancia global y por la existencia de una sólida base teórica y metodológica en la investigación sobre el CDC en el ámbito de la EA y la EDS, esta focalización restringe la generalización de los hallazgos.

Al centrarnos únicamente en el CC, no podemos extrapolar las conclusiones sobre el conocimiento de los docentes a otros temas relevantes en EA, como la biodiversidad, el sistema hídrico, los residuos sólidos o el consumo responsable. Aunque estos temas están interconectados con el CC, requieren un análisis específico para comprender las particularidades del conocimiento y las prácticas docentes en cada caso.

Es importante destacar que el CDC es altamente contextualizado, influenciado por los currículos escolares y las dinámicas ambientales propias de cada institución. Por ejemplo, un docente puede tener un conocimiento más especializado en el sistema hídrico debido a la presencia de humedales o ríos cercanos al colegio. Esta heterogeneidad del conocimiento docente resalta la

necesidad de adoptar una perspectiva situada que permita comprender la complejidad del CDC y del DPD en contextos educativos específicos.

Aunque el estudio del CC ha proporcionado valiosos insights sobre el CDC, es necesario reconocer que los resultados obtenidos no pueden generalizarse a otros temas de EA. Futuras investigaciones deberían ampliar el alcance temático para obtener una visión más completa del conocimiento docente en este campo y para diseñar intervenciones de formación docente más efectivas y contextualizadas.

El estudio se realizó en el contexto de Bogotá

La cuarta limitación del estudio radica en su contexto geográfico: la ciudad de Bogotá. Si bien la accesibilidad a la población docente y los vínculos institucionales del investigador con la Secretaría de Educación de la ciudad, facilitaron la recolección de datos, esta focalización geográfica restringe la generalización de los hallazgos a otros contextos.

Aunque el enfoque cognitivo del estudio permite realizar análisis estadísticos y obtener conclusiones generalizables a nivel conceptual, es fundamental considerar las particularidades de cada contexto. Bogotá, como capital del país, presenta un entorno educativo y de desarrollo profesional docente distintivo, caracterizado por una amplia oferta de formación continua y oportunidades de colaboración entre los docentes. Sin embargo, estas condiciones no son necesariamente replicables en otras regiones, donde los recursos y las oportunidades pueden ser más limitados.

Por lo tanto, los resultados de esta investigación deben interpretarse como un punto de referencia conceptual y metodológico para comprender la relación entre el DPD en contextos urbanos con características similares a Bogotá. No obstante, se recomienda que futuras investigaciones adapten el marco metodológico a las particularidades de cada región, considerando factores como el acceso a recursos, las políticas educativas locales y las condiciones socioculturales.

En este sentido, es crucial reconocer que las estrategias de DPD deben diseñarse de manera contextualizada, tomando en cuenta las necesidades y las realidades de cada región. De esta manera, se podrán implementar políticas públicas más efectivas que promuevan la mejora de la práctica docente y, en consecuencia, una educación de mayor calidad.

5.5. Recomendaciones

Los hallazgos de esta investigación, centrados en el CDC y el DPD en el contexto del CC en Bogotá, ofrecen un punto de partida sólido para futuras investigaciones. Para profundizar en la comprensión de estas complejas relaciones y diseñar intervenciones más efectivas, se proponen diversas líneas de acción.

La importancia de un enfoque cualitativo situado

En primer lugar, se sugiere complementar los enfoques cuantitativos empleados en este estudio con investigaciones cualitativas situadas. A través de metodologías como la observación participante, la video-observación y las entrevistas, es posible caracterizar de manera detallada el CDC en la práctica docente real, permitiendo comprender cómo interactúa el DPD con otros factores contextuales, tales como las dinámicas de colaboración docente, las características organizacionales de las instituciones educativas y las articulaciones interinstitucionales. Este enfoque cualitativo permitiría desvelar las complejidades y particularidades del ejercicio docente en relación con el CC y así, contribuir a una comprensión más profunda y contextualizada del CDC.

Incluir en los futuros estudios actores como los directivos docentes

Además de profundizar en el impacto de las diversas estrategias de DPD en los docentes y sus estudiantes, es fundamental incorporar de manera más integral la perspectiva de los directivos docentes en las investigaciones futuras. Si bien nuestro estudio, al igual que otros en la literatura, ha evidenciado la falta de apoyo directivo como un obstáculo significativo para el DPD, es necesario ir más allá de esta constatación y explorar las razones subyacentes a esta situación.

A través de entrevistas en profundidad, grupos focales y estudios de caso con directivos docentes, se podrían identificar los factores institucionales, culturales y personales que influyen en su percepción y apoyo al desarrollo profesional de sus equipos. Algunas preguntas clave podrían ser:

Factores institucionales: ¿Cuáles son las políticas institucionales y los recursos disponibles para el DPD? ¿Cómo perciben los directivos la importancia del DPD en relación con otras prioridades institucionales? ¿Qué obstáculos institucionales enfrentan los directivos al implementar programas de DPD?

Factores culturales: ¿Cuál es la cultura organizacional de la institución y cómo influye en la valoración del desarrollo profesional docente? ¿Existen creencias arraigadas sobre la enseñanza y el aprendizaje que limitan el apoyo al DPD?

Factores personales: ¿Cuáles son las creencias y actitudes de los directivos hacia el desarrollo profesional? ¿Qué experiencias previas han tenido con programas de DPD? ¿Cómo perciben su propio rol en el apoyo al desarrollo de sus equipos?

Al comprender mejor las perspectivas y experiencias de los directivos, se podrían diseñar intervenciones más efectivas para fomentar su compromiso con el DPD. Por ejemplo, se podrían desarrollar programas de formación específicos para directivos, que aborden temas como el liderazgo pedagógico, la creación de comunidades de aprendizaje y la evaluación del impacto de las iniciativas de DPD.

Asimismo, es importante explorar las relaciones entre los directivos y los docentes, y cómo estas relaciones influyen en la participación de los docentes en actividades de desarrollo profesional. La calidad de la relación entre el directivo y el docente puede ser un factor determinante para el éxito de las iniciativas de DPD.

Realizar estudios comparativos

Para obtener una comprensión más detallada de la relación entre el DPD y el CDC se recomienda realizar estudios comparativos en diversas regiones del país. Como hemos destacado, esta relación es altamente específica y contextualizada, influenciada por el contexto de enseñanza de los docentes. Si bien nuestro estudio ha recolectado información sobre variables sociodemográficas de los docentes y ha explorado su relación con el desempeño en CDC, es fundamental reconocer que estos factores pueden variar significativamente en otros contextos.

Al realizar estudios comparativos, se podrían identificar patrones comunes y diferencias significativas en la relación entre el CDC y el DPD, enriqueciendo así el marco epistemológico, conceptual y didáctico de la EA, que tal como hemos señalado es un campo incipiente, caracterizado por buenas intenciones, pero aún con un conocimiento artesanal e intuitivo sobre los problemas ambientales y la práctica pedagógica.

En este contexto, estos estudios permitirían, por ejemplo, explorar cómo influyen las políticas educativas regionales, las condiciones laborales de los docentes, el acceso a recursos y

las características de las comunidades escolares en el desarrollo del CDC y en la implementación de estrategias de DPD.

Además, al comparar los resultados de diferentes estudios, se podría contribuir a la construcción de un marco teórico más sólido y a la identificación de variables clave que influyen en la efectividad de las intervenciones de desarrollo profesional. Esto permitiría diseñar programas de formación docente más pertinentes y adaptados a las necesidades de cada contexto.

Incluir otros contenidos temáticos

En esta misma línea de recomendaciones, resulta fundamental ampliar el espectro temático de las investigaciones sobre el CDC y el DPD en EA. Si bien nuestro estudio se ha centrado en el CC, es importante explorar otros temas igualmente relevantes como el sistema hídrico, la justicia ambiental, la biodiversidad y la gestión de residuos sólidos. Al abordar una diversidad de temáticas, se podrá identificar tanto los elementos comunes como las particularidades del CDC y del DPD en diferentes contextos ambientales. Además, se podrá construir un marco teórico más amplio, que permita comprender mejor los procesos de enseñanza y aprendizaje relacionados con la EA en su conjunto.

Es importante destacar que los procesos de EA están profundamente arraigados en los contextos locales. Por lo tanto, al seleccionar los contenidos en futuras investigaciones, es fundamental considerar las características ambientales específicas de cada región y las necesidades de las comunidades educativas. Esta perspectiva contextualizada permitirá diseñar intervenciones de DPD más pertinentes, contribuyendo a fortalecer la capacidad de los docentes para abordar los desafíos ambientales locales y globales.

Estudiar el impacto del Desarrollo Profesional Docente en el Conocimiento Didáctico del Contenido

Si bien nuestro estudio ha avanzado en la comprensión de la relación entre el CDC y el DPD, es fundamental profundizar en el impacto específico de diversas estrategias de DPD en el desarrollo del CDC de los docentes. A pesar de la importancia de estas estrategias, como los cursos de formación continua, las mentorías y las comunidades de aprendizaje, en el contexto colombiano aún existe una brecha significativa en la investigación sobre su efectividad en la transformación de la práctica docente y en el aprendizaje de los estudiantes.

Es necesario realizar estudios que evalúen el impacto de estas estrategias de manera rigurosa y sistemática, considerando las particularidades del sistema educativo colombiano. Esto implica no solo medir los cambios en el CDC de los docentes, sino también analizar cómo estas estrategias influyen en sus prácticas pedagógicas, en las relaciones interpersonales en el aula y en los resultados de aprendizaje de los estudiantes, especialmente en áreas como las Ciencias Naturales y la Educación Ambiental.

Además de evaluar el impacto de las estrategias de DPD, es fundamental comprender los factores que influyen en su implementación y sostenibilidad en contextos específicos. Es necesario investigar cómo surgen estas iniciativas, cuáles son los factores que las potencian y cuáles las obstaculizan, y cuál es el papel de los directivos docentes en su sostenibilidad. Asimismo, es fundamental analizar el compromiso de los docentes con estas estrategias y cómo estas influyen en la cultura organizacional de las instituciones educativas.

Comprender estas dinámicas complejas es esencial para diseñar políticas públicas de DPD más efectivas y adaptadas a las necesidades de las comunidades educativas. Si bien los programas de formación posgradual, en el contexto colombiano, han sido una estrategia común, es necesario complementar estos programas con otras iniciativas que promuevan el aprendizaje colaborativo, la mentoría entre pares y el desarrollo de comunidades de aprendizaje.

Evaluar el impacto del DPD en la calidad educativa

Finalmente, resulta fundamental llevar a cabo investigaciones que evalúen de manera rigurosa el impacto de las diversas estrategias de DPD en la transformación de las prácticas pedagógicas y, en última instancia, en los aprendizajes de los estudiantes. A pesar de la creciente inversión en programas de formación docente, como los posgrados, aún existe una brecha significativa en la evidencia empírica sobre la efectividad de estas iniciativas en el contexto colombiano.

Es crucial determinar si estas estrategias están generando los cambios esperados en las aulas, mejorando la calidad de la enseñanza y favoreciendo aprendizajes significativos en los estudiantes. Para ello, se requieren estudios longitudinales que permitan rastrear los cambios a largo plazo en las prácticas docentes y en los resultados de aprendizaje de los estudiantes. Además, es necesario desarrollar instrumentos de evaluación que permitan medir de manera precisa y

confiable los cambios en el conocimiento disciplinar y pedagógico, las actitudes y las prácticas de los docentes, así como en los logros de sus estudiantes.

Al evaluar el impacto de las diferentes estrategias de DPD, se podrá optimizar la asignación de recursos y diseñar políticas públicas más efectivas. En el caso colombiano, donde se invierten sumas considerables en la formación de los docentes, es fundamental contar con evidencia sólida que permita justificar estas inversiones y garantizar que los programas de formación estén alineados con las necesidades reales de las escuelas y de los estudiantes.

Además de evaluar el impacto a nivel individual, es importante analizar el impacto de las estrategias de DPD a nivel institucional y sistémico. ¿Cómo influyen estas estrategias en la cultura institucional? ¿Cómo se articulan con las políticas educativas y los proyectos pedagógicos de las escuelas? Responder a estas preguntas permitirá comprender mejor los factores que facilitan o dificultan la implementación de estas estrategias y diseñar intervenciones más sostenibles a largo plazo.

6. Referencias Bibliográficas

- Abell, S. K., Park Rogers, M. A., Hanuscin, D. L., Lee, M. H., & Gagnon, M. J. (2009). Preparing the next generation of science teacher educators: A model for developing PCK for teaching science teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 20(1), 77-93. <https://doi.org/10.1007/s10972-008-9115-6>
- Abreu, Omar., Rhea, Soraya., Arciniegas, Gabriela. & Rosero, Maribel. (2018). Object of Study the Didactics: Epistemological and Critical Conceptual Analysis of the Concept. *Formación universitaria*, 11(6), 75-82. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062018000600075>
- Acosta, J., Castillo, M., Cortés, D., Gómez, M., González, J. I., López, A., Maluendas, A., Ortiz, J. G. y Sandoval, M. (2019). Evaluación de impacto del programa de formación docente en Bogotá. *Educación y Ciudad*, 1(36), 93–104. <https://doi.org/10.36737/01230425.v1.n36.2019.2136>
- Adams, A., Asemnor, F., Nkansah, V., & Adonu, H. (2023). The Impact of Professional Development on the Pedagogical Content Knowledge of the Mathematics Teacher. *Asian Journal of Advanced Research and Reports*, 17, 19-28. <https://doi.org/10.9734/ajarr/2023/v17i3470>
- Addine, F., García, G., Salazar, D., Pérez, J., González, J., García., J. Fernández, B., Calzado, D. González, A. Imbert, N., Sierra, R., León, M., Massón, R., Mena, Camacho., Recarey, S., Abreu, R., Sálamo, I. y Pérez, I. (2004). *Didáctica: Teoría y Práctica*. Editorial Pueblo y Educación. <https://bit.ly/3Wb75Bb>
- Adipat, S., Chotikapanich, R., Laksana, K., Busayanon, K., Piatanom, P., Ausawasowan, A., & Elbasouni, I. (2023). Technological Pedagogical Content Knowledge for Professional Teacher Development. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 12, 173. <https://doi.org/10.36941/ajis-2023-0015>
- Aguirre-Canales, V. I., Gamarra-Vásquez, J. A., Lira-Seguín, N. A. M., & Carcausto, W. (2021). La formación continua de los docentes de educación básica infantil en América Latina: Una revisión sistemática. *Investigación Valdizana*, 15(2), 101-111. <https://doi.org/10.33554/riv.15.2.890>

- Akrofi, M.M.; Antwi, S.H.; Gumbo, J.R. Students in Climate Action: A Study of Some Influential Factors and Implications of Knowledge Gaps in Africa. *Environments* 2019, 6, 12. <https://repository.pauwes-cop.net/handle/1/277?show=full>
- Alape Sánchez, D. E., & Rivera Téllez, M. (2016). Diagnóstico de los proyectos ambientales escolares (PRAE) en colegios oficiales de Bucaramanga [Tesis de maestría, Universidad Santo Tomás]. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/1730>
- Allen, C., & Penuel, W. (2015). Studying Teachers' Sensemaking to Investigate Teachers' Responses to Professional Development Focused on New Standards. *Journal of Teacher Education*, 66, 136 - 149. <https://doi.org/10.1177/0022487114560646>
- Altun, M. (2017). The Effects of Teacher Commitment on Student Achievement. *International Journal of Social Sciences and Educational Studies*, 3, 51-54. <https://doi.org/10.23918/ijsses.v3i3p51>
- Ángel-Maya, A. (2013). *El reto de la vida. Ecosistema y cultura, una introducción al estudio del medio ambiente* (2.^a ed.).
- Appova, A. and Arbaugh, F., 2018. Teachers' motivation to learn: implications for supporting professional growth. *Professional Development in Education*, 44 (1), 5–21. <https://doi.org/10.1080/19415257.2017.1280524>
- Arango-Martínez, J. A. (2017). Comunidades de aprendizaje y pedagogía crítica: Una experiencia de investigación, reflexión y formación popular de maestros. *Revista Kavilando*, 9(1), Article 1.
- Araújo-Oliveira, A., Guilbault, A., & Chagnon, N. (2024). Investigación Y Desarrollo Como Motor De Desarrollo Profesional Para Los Docentes. *New Trends in Qualitative Research*, 20(1), 1–13. <https://doi.org/10.36367/ntqr.20.1.2024.e929>
- Arnsby, E. S., Aspfors, J., & Jacobsson, K. (2023). Teachers' professional learning through mentor education: a longitudinal mixed-methods study. *Education Inquiry*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/20004508.2023.2273019>
- Aşkun, V., & Çizel, R. (2020). Twenty years of research on mixed methods. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(1), 1-16. <https://doi.org/10.14689/jomes.2020.1.2>
- Asprelli, M. (2011). *La didáctica en la formación docente*. Homo sapiens ediciones.
- Avalos, B. (2011). Teacher professional development in Teaching and Teacher Education over ten years. *Teaching and Teacher Education*, 27(1), 10-20.

- <https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.08.007>
- Aydin-Gunbatar, S., & Akin, F. N. (2021). Pre-service chemistry teachers' use of pedagogical transformation competence to develop topic-specific pedagogical content knowledge for planning to teach acid–base equilibrium. *Chemistry Education Research and Practice*, 23(1), 137-158. <https://doi.org/10.1039/d1rp00106j>
- Barnett, E., & Friedrichsen, P. (2015). Educative Mentoring: How a Mentor Supported a Preservice Biology Teacher's Pedagogical Content Knowledge Development. *Journal of Science Teacher Education*, 26, 647-668. <https://doi.org/10.1007/s10972-015-9442-3>
- Barrera, Á., Hernández, A., & Luna, J. (2018). ICT Skills in University Teachers, the Knowledge, Use and Pedagogical Appropriation of These Technologies. 249-259. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95522-3_21
- Barut, M., & Wijaya, A. (2020). Facilitating pedagogical content knowledge development through professional development intervention. *Journal of Physics: Conference Series*, 1581. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1581/1/012062>
- Bedoya, J. M. R., & Pérez, M. L. (2022). El Conocimiento Didáctico de Contenido de docentes de primaria sobre Educación Ambiental y sustentabilidad. *Bio-grafía*. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/18222>
- Bello Benavides, L. O., Alatorre Frenk, G., & González-Gaudiano, É. J. (2017). Representaciones Sociales sobre Cambio Climático. Un Acercamiento a sus Procesos de Construcción. *Trayectorias*, 18(43), 73-92.
- Belvís, E., Pineda, P., Armengol, C., & Moreno, V. (2013). Evaluation of reflective practice in teacher education. *European Journal of Teacher Education*, 36, 279 - 292. <https://doi.org/10.1080/02619768.2012.718758>
- Ben-Peretz, M., Gottlieb, E., & Gideon, I. (2018). Coaching between experts – opportunities for teachers' professional development. *Teacher Development*, 22(3), 303–313. <https://doi.org/10.1080/13664530.2018.1438310>
- Betul Cebesoy, U., & Karisan, D. (2022). Teaching the role of forests in mitigating the effects of climate change using outdoor educational workshop. *Research in Science & Technological Education*, 40(3), 340-362. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1799777>

- Birman, B. F., Desimone, L., Garet, M. S., & Porter, A. C. (2000) Designing professional development that works. *Educational Leadership*, 57(8), 28-33.
- Bofferding, L., & Kloser, M. (2015). Middle and high school students' conceptions of climate change mitigation and adaptation strategies. *Environmental Education Research*, 21, 275 - 294. <https://doi.org/10.1080/13504622.2014.888401>
- Bolívar Botía, A. (2013). La lógica del compromiso del profesorado y la responsabilidad del centro escolar: Una nueva mirada. *REICE: Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 11(2), 60-86.
- Bonilla, Y., y Garzón, I. (2021). El abordaje de cuestiones socioambientales para la formación eco-ciudadana en la educación básica primaria. *Revista Educación y Ciudad*, No. 40, pp. 199-214. <https://doi.org/10.36737/01230425.n40.2021.2465>
- Bonilla-Mejía, L., Londoño-Ortega, E., Cardona-Sosa, L., & Trujillo-Escalante, L. D. (2018). ¿Quiénes son los docentes en Colombia? Características generales y brechas regionales. Recuperado de <https://bit.ly/3zur4lr>
- Borg, S. (2018). Evaluating the Impact of Professional Development. *RELC Journal*, 49(2), 195-216. <https://doi.org/10.1177/0033688218784371>
- Bos, M. S., & Schwartz, L. (2023). Educación y cambio climático: ¿cómo desarrollar habilidades para la acción climática en la edad escolar? IDB Publications. <https://doi.org/10.18235/0004917>
- Brandt, J. O., Barth, M., Hale, A., & Merritt, E. (2022). Developing ESD-specific professional action competence for teachers: knowledge, skills, and attitudes in implementing ESD at the school level. *Environmental Education Research*, 28(12), 1691–1729. <https://doi.org/10.1080/13504622.2022.2064973>
- Burgos Ayala, A. (2017). Estado de los proyectos ambientales escolares en Boyacá. *Luna Azul*, (44), 39–58. <https://doi.org/10.17151/luaz.2017.44.4>
- Burner, T., & Svendsen, B. (2020). A Vygotskian Perspective on Teacher Professional Development. *Education*, 141(1), 11-20. <https://bit.ly/3xN4eF8>
- Bustamante Gazabón, N. D., Cruz Barrios, M. I., & Vergara Rivera, C. (2017). Proyectos ambientales escolares y cultura ambiental en la comunidad estudiantil de las instituciones educativas de Sincelejo, Colombia. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, 9(1), 215-229. <https://doi.org/10.22335/rict.v9i1.411>

- 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, 31-53. <https://doi.org/10.14295/remea.v0i1.4987>
- Calixto-Flores, R., (2021). Representaciones sociales y prácticas pedagógicas en educación ambiental. *Educação e Pesquisa*, 47(), e234768. <https://doi.org/10.1590/S1678-4634202147234768>
- Camacho, L. C. P., & Gómez, J. B. (2022). Didáctica: Desde su definición e historia hasta su fundamento en el diálogo. *Research, Society and Development*, 11(7), Article 7. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i7.29783>
- Candela-Rodríguez, B. F., & Viafara-Ortiz, R. (2014). Articulando la CoRe y los Pa-PeR al programa educativo por orientación reflexiva: Una propuesta de formación para el profesorado de química. *Tecné, Episteme y Didaxis: Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología* (35), 89-111.
- Cano, A. y Espino, H. (2020). Formación Docente. Formación continua de docentes. En P. Arteaga, C. Popoca y D. Juárez (Coord). *La educación rural en México, Propuestas para una política educativa integral* (pp. 86-100). México: Universidad Iberoamericana.
- Carlson, J., & Daehler, K. R. (2019). The refined consensus model of pedagogical content knowledge in science education. In A. Hume, R. Cooper, & A. Borowski (Eds.), *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science* (pp. 77–92). Singapore: Springer.
- Carrasco Aguilar, C., Cuevas Solís, K., Quiñones Herrera, P., Cancino Briceño, A., & Passi Rojas, F. (2022). Desarrollo profesional docente y trayectorias de aprendizaje: Relatos autobiográficos de profesores de ciencias en Chile. *Calidad en la educación*, 56, 292-324.
- Carreño, J. (2020). La naturaleza de la ciencia que se enseña desde la práctica reflexiva. [Tesis de Doctorado]. Universidad Pedagógica Nacional. <https://bit.ly/3zyl3nN>
- Carrizosa-Umaña, J. (2018). *El ambiente en la discusión de la paz: Una década de reflexiones y propuestas* (1ª ed., reimpresión 2019). Esri Colombia.
- Castro, A. L., Castro, C. D. L., Avendaño, C. M. G., Olaya, H. B., Figueroa, J. A. L., Dorado, J. P. C., & Tigreros, M. E. F. (2018). La formación docente: entre el conocimiento científico, pedagógico y didáctico En Editorial Universidad Santiago de Cali. Editorial Universidad Santiago de Cali. <https://libros.usc.edu.co/index.php/usc/catalog/book/244>

- Celik, K., Celik, O y Kahraman, U (2021). Teachers' Informal Learning in The Context of Development: Resources, Barriers, And Motivation. (2021). *Psycho-Educational Research Reviews*, 10(2), 77-91. https://doi.org/10.52963/PERR_Biruni_V10.N2.05
- CEPAL. (2005). *Invertir mejor para invertir más. Financiamiento y gestión de la educación en América Latina y el Caribe*. Naciones Unidas. <https://bit.ly/3XW4DzI>
- Champollion, P. (2015). Education and Territory: A Conceptual Framework. 3, 12-27. <https://doi.org/10.25749/SIS.7882>
- Chan, K., & Yung, B. (2015). On-Site Pedagogical Content Knowledge Development. *International Journal of Science Education*, 37, 1246 - 1278. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1033777>
- Chan, K., & Yung, B. (2018). Developing pedagogical content knowledge for teaching a new topic: more than teaching experience and subject matter knowledge. *Research in Science Education*, 48(2), 233– 265. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9567-1>
- Chang, C., & Pascua, L. (2016). Singapore students' misconceptions of climate change. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 25, 84 - 96. <https://doi.org/10.1080/10382046.2015.1106206>
- Chang, C., & Pascua, L. (2017). The state of climate change education – reflections from a selection of studies around the world. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 26, 177 - 179. <https://doi.org/10.1080/10382046.2017.1331569>
- Chang, S., Ward, P., & Goodway, J. (2020). The effect of a content knowledge teacher professional workshop on enacted pedagogical content knowledge and student learning in a throwing unit. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 25, 493 - 508. <https://doi.org/10.1080/17408989.2020.1743252>
- Cheng, J. C.-H., & Monroe, M. C. (2010). Examining Teachers' Attitudes Toward a Required Environmental Education Program. *Applied Environmental Education & Communication*, 9(1), 28-37. <https://doi.org/10.1080/15330150903566463>
- Chesnut, C., HitchcoCD, J., & Onwuegbuzie, A. (2018). Using Mixed Methods to Inform Education Policy Research. 307-324. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93539-3_15.
- Chinn, P.W.U. (2012). Developing Teachers' Place-Based and Culture-Based Pedagogical Content Knowledge and Agency. In: Fraser, B., Tobin, K., McRobbie, C. (eds) *Second International*

- Handbook of Science Education. Springer International Handbooks of Education, vol 24. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_23
- Clausen, S. W. (2018). Exploring the pedagogical content knowledge of Danish geography teachers: Teaching weather formation and climate change. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 27(3), 267-280. <https://doi.org/10.1080/10382046.2017.1349376>
- Cobo-Huesa, C., Abril, A. M., & Ariza, M. R. (2022). Conocimiento didáctico del contenido sobre naturaleza de la ciencia y pensamiento crítico en la formación inicial de profesorado de Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(3), 360201-360222. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3602
- Cochran-Smith, M., & Lytle, S. (1999). Relationships of knowledge and practice: Teacher learning in communities. *Review of Research in Education*, 24, 249-305.
- Cohen, D., Hill, H., & Kennedy, M. (2002) The benefit to professional development. *American Educator*. 26(2), 22- 25.
- Colom, A.J. (2005). Continuidad y complementariedad entre la educación formal y no formal. *Revista de Educación*, 338, 9-22.
- Comenio, Juan Amós (1998). *Didáctica Magna* (Octava Edición) Editorial Porrúa. <http://www.pensamientopenal.com.ar/system/files/2014/12/doctrina38864.pdf>
- Costel, E. M. (2015). Didactic Options for the Environmental Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 180, 1380-1385. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.02.281>
- Daehler, K. R., Heller, J. I., & Wong, N. (2015). Supporting growth of pedagogical content knowledge in science. In A. Berry, P. Friedrichsen, & J. Loughran (Eds.), *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (pp. 45–59). New York, NY: Routledge.
- Darling-Hammond, L., Hyler, M., & Gardner, M. (2017). *Effective Teacher Professional Development*. Learning Policy Institute. <https://doi.org/10.54300/122.311>
- Day, C. y Gu, Q. (2012). *Profesores: vidas nuevas, verdades antiguas. Una influencia decisiva en la vida de los alumnos*. Madrid. Narcea.
- Dejene, W. (2020). Conceptions of teaching & learning and teaching approach preference: Their change through preservice teacher education program. *Cogent Education*, 7(1), 1833812. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2020.1833812>

- Depaepe, F., Verschaffel, L., & Kelchtermans, G. (2013). Pedagogical content knowledge: A systematic review of the way in which the concept has pervaded mathematics educational research. *Teaching and Teacher Education*, 34, 12-25. doi:10.1016/j.tate.2013.03.001
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2020). Brechas a nivel de infraestructura: Boletín técnico. Recuperado de <https://bit.ly/4cRVxIE>
- Desimone, L. M., & Pak, K. (2017). Instructional Coaching as High-Quality Professional Development. *Theory Into Practice*, 56(1), 3–12.
<https://doi.org/10.1080/00405841.2016.1241947>
- Dogan, S., Pringle, R., & Mesa, J. (2015). The impacts of professional learning communities on science teachers' knowledge, practice and student learning: a review. *Professional Development in Education*, 42(4), 569–588.
<https://doi.org/10.1080/19415257.2015.1065899>
- Doychinova, K. (2023). Teaching methods based on constructivism in environmental education. *Acta Scientifica Naturalis*, 10, 97 - 108. <https://doi.org/10.2478/asn-2023-0017>
- Drewes, A., Henderson, J., & Mouza, C. (2018). Professional development design considerations in climate change education: teacher enactment and student learning. *International Journal of Science Education*, 40, 67 - 89.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1397798>
- Duarte Diaz, J. J. (2020). Caracterización del conocimiento didáctico del contenido sobre educación ambiental de profesores de Bogotá, Colombia. [Tesis de doctorado, Universidad Pedagógica Nacional]
<http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/11918>
- Duarte, J. J. D., & Valbuena (2024). Conocimiento didáctico del contenido de educación ambiental de una profesora en el contexto escolar. *Praxis*, 20(1), Article 1.
<https://doi.org/10.21676/23897856.3871>
- Duque, M., Celis, J., Díaz, B., & Gómez, M. (2014). Diez pilares para un programa de desarrollo profesional docente centrado en el aprendizaje de los estudiantes. *Revista Colombiana de Educación*, 67, No. 67.
<https://doi.org/10.17227/0120391.67rce107.124>

- Ennes, M., Lawson, D. F., Stevenson, K. T., Peterson, M. N., & Jones, M. G. (2021). It's about time: Perceived barriers to in-service teacher climate change professional development. *Environmental Education Research*, 27(5), 762-778.
<https://doi.org/10.1080/13504622.2021.1909708>
- Eric J. Fretz. (2016). *Climate Change Across the Curriculum*. Lexington Books. (2016). *Climate Change Across the Curriculum*. Lexington Books.
- Erixon, P.-O., & Hansson, K. (2023). Teachers' personal epistemologies and professional development. *Journal of Further and Higher Education*, 47(3), 311-323.
<https://doi.org/10.1080/0309877X.2022.2124366>
- Ernst, J., & Erickson, D. M. (2018). Environmental education professional development for teachers: A study of the impact and influence of mentoring. *Journal of Environmental Education*, 49(5), 357-374. <https://doi.org/10.1080/00958964.2018.1451813>
- Eroglu, M., & Kaya, V. D. (2021). Professional development barriers of teachers: A qualitative research: Professional development barriers of teachers. *International Journal of Curriculum and Instruction*, 13(2), Article 2. <https://bit.ly/4f4hPc6>
- Esa, N. (2010). Environmental knowledge, attitude and practices of student teachers. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 19, 39 - 50.
<https://doi.org/10.1080/10382040903545534>
- Evens, M., Elen, J., Larmuseau, C., & Depaepe, F. (2018a). Promoting the development of teacher professional knowledge: Integrating content and pedagogy in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 75, 244-258. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.07.001>
- Evens, M., Tielemans, K., Elen, J., & Depaepe, F. (2018b). Pedagogical content knowledge of French as a foreign language: differences between pre-service and in-service teachers. *Educational Studies*, 45(4), 422-439. <https://doi.org/10.1080/03055698.2018.1446339>
- Fang, G., Chan, P. W. K., & Kalogeropoulos, P. (2021). Secondary School Teachers' Professional Development in Australia and Shanghai: Needs, Support, and Barriers. *Sage Open*, 11(3).
<https://doi.org/10.1177/21582440211026951>
- Favier, T., Van Gorp, B., Cyvin, J. B., & Cyvin, J. (2021). Learning to teach climate change: Students in teacher training and their progression in pedagogical content knowledge. *Journal of Geography in Higher Education*, 45(4), 594-620.
<https://doi.org/10.1080/03098265.2021.1900080>

- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2009). *How to Design and Evaluate Research in Education* (7th ed.). McGraw-Hill.
- Feldbacher, E., Waberer, M., Campostrini, L., & Weigelhofer, G. (2024). Identifying gaps in climate change education - a case study in Austrian schools. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 33(2), 109–124. <https://doi.org/10.1080/10382046.2023.2214042>
- Felix, C. B. A. (2019). The Struggle for Recognition and the Professional Identities of Mathematics Teachers. En M. S. Hannula, G. C. Leder, F. Morselli, M. Vollstedt, & Q. Zhang (Eds.), *Affect and Mathematics Education: Fresh Perspectives on Motivation, Engagement, and Identity* (pp. 375-396). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-13761-8_17
- Fernandez, C., Cannon, J., & Chokshi, S. (2003). A US-Japan lesson study collaboration reveals critical lenses for examining practice. *Teaching and Teacher Education*, 19, 171-185.
- Fernández-Arroyo, J y Rodríguez-Marín, F. (2017). Los procesos de enseñanza-aprendizaje relacionados con el agua en el marco de las hipótesis de transición. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 14(1), 227-243. Recuperado de: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3012>
- Fishman, B., Marx, R., Best, S., & Tal, R. (2003). Linking Teacher and Student Learning to Improve Professional Development in Systemic Reform.. *Teaching and Teacher Education*, 19, 643-658. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(03\)00059-3](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(03)00059-3)
- Fitzpatrick, M. D., & Lovenheim, M. F. (2014). Early Retirement Incentives and Student Achievement. *American Economic Journal: Economic Policy*, 6(3), 120-154. <https://doi.org/10.1257/pol.6.3.120>
- Flórez Espinosa, G. M., & Ruiz Ortega, F. J. (2022). Retos de la formación y la reflexión crítica para mejorar las concepciones de ambiente y educación ambiental en profesores de educación básica. *Revista Paca*, (12). <https://doi.org/10.25054/2027257X.3493>
- Forsler, A., Nilsson, P. & Walan, S. (2023). Collective pedagogical content knowledge for teaching sustainable development. *Int J of Sci and Math Educ*. <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10421-7>

- Forsler, A., Nilsson, P. & Walan, S. (2024). Capturing and Developing Teachers' Pedagogical Content Knowledge in Sustainable Development Using Content Representation and Video-Based Reflection. *Res Sci Educ* 54, 393–412. <https://doi.org/10.1007/s11165-023-10149-y>
- Fowler, S., Gabriel, F., & Leonard, S. N. (2022). Exploring the effect of teacher ontological and epistemic cognition on engagement with professional development. *Professional Development in Education*, 0(0), 1-17. <https://doi.org/10.1080/19415257.2022.2131600>
- Fuentes, C., Maestre, A., Rivas, A., Barreto, A., & Alarcón, R. (2023). Job Satisfaction and Teacher Education: Correlational Study in Postgraduate Graduates in Education. *Education Sciences*. <https://doi.org/10.3390/educsci13020198>
- Gallego Torres, A & Castro-Montaña, J. (2020). Estudio de las representaciones sociales de los docentes sobre el cambio climático antropogénico. *Revista científica*, (38), 229-242. <https://doi.org/10.14483/23448350.16190>
- Galvis, C., Perales, F y Ospina, P. (2020). Concepciones sobre ambiente y educación ambiental de profesores de centros educativos rurales de Bogotá – Colombia. *Revista Ambiente & Sociedade* n São Paulo. Vol. 23. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20180200r1vu2020L4AO>
- García-Díaz, E. (2004). *Educación Ambiental, Constructivismo y Complejidad*. Diada Editorial S.L.
- García-Díaz, E. (2015). ¿Es posible una didáctica de la Educación Ambiental? Hacia un modelo didáctico basado en las perspectivas constructivista, compleja y crítica. *REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, 4-30. <https://doi.org/10.14295/remea.v0i1.4986>
- García-García (2018). Desde una Didáctica Instrumental a una Didáctica Situada. *REXE. Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 17(34), 129-138. <https://doi.org/10.21703/rexe.20181734vgarcia1>
- Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including CDC: Results of the thinking from the CDC summit. En A. Berry, P. Friedrichsen, J. Loughran (Eds.), *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (pp. 28-42). Routledge Press.

- Gess-Newsome, J., Taylor, J. A., Carlson, J., Gardner, A. L., Wilson, C. D., & Stuhlsatz, M. A. M. (2017). Teacher pedagogical content knowledge, practice, and student achievement† . *International Journal of Science Education*, 41(7), 944–963. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1265158>
- Ghimire, N. (2020). Teachers' professional development in community campuses of TU: Expectation and responsibility. , 1, 63-73. <https://doi.org/10.3126/SIJ.V11I0.34921>
- Gil, L. (2018). *La formación docente: horizontes y rutas de innovación*. Editorial CLACSO
- Goe, L., Biggers, K., & Croft, A. (2012). *Linking teacher evaluation to professional learning: Focusing on improving teaching and learning*. National Comprehensive Center for Teacher Quality.
- González- Alonsoes, F., & Guevara -Ingelmo, R. M. (2022). La didáctica como ciencia y tecnología de la enseñanza. *Papeles salmantinos de educación*, 26, 127-147. <https://doi.org/10.36576/2695-5644.26.127>
- González-Gaudiano, E. (2001). Complexity in Environmental Education1. *Educational Philosophy and Theory*, 33(2), 153–166. <https://doi.org/10.1111/j.1469-5812.2001.tb00260>
- González- Gaudiano, E., (2007). Educación y cambio climático: un desafío inexorable. *Trayectorias*, IX (25), 33-44.
- González- Gaudiano, E. J., & Meira -Cartea, P. Á. (2020). Educación para el cambio climático: ¿Educar sobre el clima o para el cambio? *Perfiles educativos*, 42(168), 157-174. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2020.168.59464>
- González-Arango, C. (2020). *Nuestro Futuro: La ciencia del cambio climático [conferencia]*. Cátedra: Nuestro Futuro Común. Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.
- González L. de G., F. (2006). *En busca de caminos para la comprensión de la problemática ambiental: La escisión moderna entre cultura y naturaleza*. En *Revista Ambiente y Desarrollo. Ensayos V* (p. 1). Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo – IDEADE
- Grierson, A., & Woloshyn, V. (2013). Walking the talk: supporting teachers' growth with differentiated professional learning. *Professional Development in Education*, 39, 401 - 419. <https://doi.org/10.1080/19415257.2012.763143>

- Grossman, P. L. (1990). *The Making of a Teacher: Teacher Knowledge and Teacher Education*. New York: Teachers College Press.
- Grossman, P. L., Schoenfeld, A., & Lee, C. D. (2005). Teaching subject matter: In L. Darling-Hammond, J. Bransford, P. LePage, K. Hammerness, & H. Duffy (Eds.), *Preparing teachers for a changing world: What teachers should learn and be able to do* (pp. 201-231). San Francisco: Jossey Bass.
- Grossman, P. L., Wilson, S. M., & Shulman, L. S. (2005). Profesores de sustancia: el conocimiento de la materia para enseñanza. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 9(2).
- Gu, Z., Zhang, J., & Zou, W. (2023). Comparative Analysis of the Changes in Academic Qualification of New Full-time Teachers and the Trend of Postgraduates Retention. *Lecture Notes in Education Psychology and Public Media*. <https://doi.org/10.54254/2753-7048/6/20220369>
- Guerrero, H. I. (2017.) *El desarrollo profesional de los docentes noveles de la universidad central del ecuador desde la narrativa de sus protagonistas*. Tesis doctoral. Universidad de Alicante. <https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/82812>
- Guevara-Herrero, I, Pérez-Martín, JM, & Bravo-Torija, B (2023) Impacto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la investigación educativa sobre Educación Ambiental. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(2), 250101-250118. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2501
- Guevara-Herrero, I, Pérez-Martín, JM, Roa González, J, & Bravo-Torija, B (2023). Promoviendo la Didáctica de la Educación Ambiental mediante una propuesta que fomenta el razonamiento científico-matemático. *REIDOCREA*, 12(14), 175-189. <https://hdl.handle.net/10481/81024>
- Gulizia, C. y Zazulie, N. (2012). Ideas previas en el aprendizaje del efecto invernadero y el calentamiento global en estudiantes universitarios de Ciencias Exactas y Naturales. *Actas III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*.
- Guskey, T. R. (2003) Analyzing lists of the characteristics of effective professional development to promote visionary leadership. *NASP Bulletin*. 87(637), 38-54.

- Gutierrez, S., & Kim, H. (2017). Becoming teacher-researchers: teachers' reflections on collaborative professional development. *Educational Research*, 59, 444 - 459. <https://doi.org/10.1080/00131881.2017.1347051>
- Gutiérrez-Bastidas, JM (2019). 50 años de educación ambiental: un balance incompleto hacia la educación ecosocial en el Antropoceno. *Carpeta Informativa del CENEAM*, 3-15.
- Hartadiyati, E., Wiyanto, Rusilowati, A., & Prasetyo, A. P. B. (2020). Pedagogical content knowledge (CK) of prospective biology teacher on respiratory system material to education for sustainable development. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(4), 042034. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/4/042034>
- Hashimoto, E (2006). ¿Leyes pedagógicas o leyes didácticas?, *UMBRAL, Revista de Educación, Cultura y Sociedad, FACHSE, UNPRG*, 6 (11). 76-86
- Hermoso, J., & Brobo, M. (2023). Influence of Teaching Competencies to Performance: Basis for Professional Development. *Asian Journal of Education and Social Studies*. <https://doi.org/10.9734/ajess/2023/v44i4969>
- Hernández Sampieri, R; Fernández, C y Baptista P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill / Interamericana editores. S.A. México.
- Hernández-Suárez, C. A. (2016). Análisis de la educación rural en Colombia desde la perspectiva de la equidad. *Revista Universidad y Empresa*, 18(31), 19-39. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/4772/477249927002/html/>
- Herrera Pérez, J. C. (2019). Formación docente a nivel de postgrado en Latinoamérica. *Cultura, educación y Sociedad*, 10(2), 97–108.
- Hinojosa, R. N., Gallego, M. R. R., & Moreno, M. B. (2011). *Didáctica y currículum para el desarrollo profesional docente*. Dykinson.
- Holley, D., & Park, S. (2020). Integration of Science Disciplinary Core Ideas and Environmental Themes through Constructivist Teaching Practices. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. <https://doi.org/10.29333/ejmste/115583>
- Hunter, R. H., & Richmond, G. (2022). Theoretical diversity and inclusivity in science and environmental education research: A way forward. *Journal of Research in Science Teaching*. <https://doi.org/10.1002/tea.21752>

- Hurst Loo, A. M., & Walker, B. R. (2023). Climate change knowledge influences attitude to mitigation via efficacy beliefs. *Risk Analysis*, 43(6), 1162-1173. <https://doi.org/10.1111/risa.14026>
- Hwang, M. Y., Hong, J. C., & Hao, Y. W. (2018). The value of CD, PK, and CDC in professional development programs predicted by the progressive beliefs of elementary school teachers. *European Journal of Teacher Education*, 41(4), 448–462. <https://doi.org/10.1080/02619768.2018.1471463>
- Iacob, M. (2013). Environmental education: Policy and practice. *Revista de Gestão e Avaliação Educacional*, 2(4), 63-71. <https://doi.org/10.5902/2176217111716>
- In'nami, Y., & Koizumi, R. (2011). Structural Equation Modeling in Language Testing and Learning Research: A Review. *Language Assessment Quarterly*, 8(3), 250–276. <https://doi.org/10.1080/15434303.2011.582203>
- Jie, C., Monroe, M. C., Oxarart, A., & Ritchie, T. (2021). Building teachers' self-efficacy in teaching about climate change through educative curriculum and professional development. *Applied Environmental Education & Communication*, 20(1), 34-48. <https://doi.org/10.1080/1533015X.2019.1617806>
- Johannesson, P. (2022). Development of professional learning communities through action research: understanding professional learning in practice. *Educational Action Research*, 30(3), 411–426. <https://doi.org/10.1080/09650792.2020.1854100>
- Jones, A., & Moreland, J. (2004). Enhancing Practicing Primary School Teachers' Pedagogical Content Knowledge in Technology. *International Journal of Technology and Design Education*, 14, 121-140. <https://doi.org/10.1023/B:ITDE.0000026513.48316.39>.
- Jusoh, M., & Ismail, S. (2021). relationship between school climate and teacher commitment. *International Journal of Education, Psychology and Counseling*. <https://doi.org/10.35631/ijepc.642042>
- Kadji, C., Zachariou, A., Liarakou, G., & Flogaitis, E. (2013). Mentoring as a strategy for empowering Education for Sustainable Development in schools. *Professional Development in Education*, 40, 717-739. <https://doi.org/10.1080/19415257.2013.835276>
- Karahan, E., & Roehrig, G. (2015). Constructing Media Artifacts in a Social Constructivist Environment to Enhance Students' Environmental Awareness and Activism. *Journal of*

- Science Education and Technology, 24, 103-118. <https://doi.org/10.1007/S10956-014-9525-5>.
- Katsenou, C., Flogaitis, E., and Liarakou, G. (2013). Exploring pupil participation within a sustainable school. *Cambridge journal of education*, 43 (2), 243–258.
- Kaya, Z., Kaya, O. N., Aydemir, S., & Ebenezer, J. (2021). Knowledge of Student Learning Difficulties as a Plausible Conceptual Change Pathway Between Content Knowledge and Pedagogical Content Knowledge. *Research in Science Education*, 52(2), 691-723. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09971-5>
- Kedzior, M (2004). Teacher Professional Development. *Rev. Education Policy Brief*. Volumen 15.
- Kilag, O. K. T., & Sasan, J. M. (2023). UnpaCDing the Role of Instructional Leadership in Teacher Professional Development. *Advanced Qualitative Research*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.31098/aqr.v1i1.1380>
- Kim, J. (2020). connecting pedagogical content knowledge (CDC) to teaching practice: investigating physics teachers' enacted CDC, personal CDC, and engagement with student ideas in classroom discussions. [Tesis de doctorado, Michigan State University] <https://d.lib.msu.edu/etd/49466>
- Kim, K.-N. (2019). Teachers' administrative workload crowding out instructional activities. *Asia Pacific Journal of Education*, 39(1), 31-49. <https://doi.org/10.1080/02188791.2019.1572592>
- Kim, D., Koedel, C., Kong, W., Ni, S., Podgursky, M., & Wu, W. (2017). Pensions and Late-Career Teacher Retention. *Education Finance and Policy*, 16, 42-65. https://doi.org/10.1162/edfp_a_00293
- Knight, P. (2002). A systemic approach to professional development: learning as practice. *Teaching and Teacher Education*, 18, 229-241. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(01\)00066-X](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(01)00066-X)
- Kind, Vanessa (2009). Pedagogical content knowledge in science education: perspectives and potential for progress', *Studies in Science Education*, 45:2, 169-204. DOI: 10.1080/03057260903142285
- King, M. B. & Newmann, F. M. (2000) Will teacher learning advance school goals? *Phi Delta Kappan*. 81(8), 576- 580

- Kirsten, N. (2020). A systematic research review of teachers' professional development as a policy instrument. *Educational Research Review*, 31, 100366. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100366>
- Korfiatis, K. (2005). Environmental education and the science of ecology: exploration of an uneasy relationship. *Environmental Education Research*, 11, 235-248. <https://doi.org/10.1080/1350462042000338388>
- Krulj, J., Marković, E., & Simijonović, I. (2023). Competences in the Function of Professional Work of Teachers. *Društvene i humanističke studije* (Online). <https://doi.org/10.51558/2490-3647.2023.8.2.655>
- Kurmangaliyev, A. (2021). Issues of ICT integration in rural secondary schools of kazakhstan. *Scientific Journal of Astana IT University*. <https://doi.org/10.37943/aitu.2021.45.41.008>
- Kutluca, A. Y. (2022). Examination of changes in interaction of pedagogical content knowledge (CDC) components for socioscientific argumentation: The effect of experiences. *Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 5(1), 152-179. <https://doi.org/10.33400/kuje.1057670>
- Laboratorio de Economía de la Educación (LEE 2024). Informe 96: Diversidad y dinámica docente: un análisis a través de la Prueba PISA 2022. Pontificia Universidad Javeriana. <https://lee.javeriana.edu.co/-/lee-informe-96>
- Lammasaari, H., Hietajärvi, L., Salmela-Aro, K., Hakkarainen, K., & Lonka, K. (2022). Exploring the Relations Among Teachers' Epistemic Theories, Work Engagement, Burnout and the Contemporary Challenges of the Teacher Profession. *Frontiers in Psychology*, 13.
- Lee, Y. J., Chu, H.-E., & Martin, S. N. (2018). Examining Factors that Influence on Elementary Teachers' Perceptions in a Graduate Level Interdisciplinary Environmental Education Program: Using eCDC as a Framework. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(10), em1574. <https://doi.org/10.29333/ejmste/92184>
- Leff, E. (2007). La complejidad ambiental. *Revista Polis*, 4(16).
- Lertdechapat, K., & Faikhamta, C. (2021). Enhancing pedagogical content knowledge for STEM teaching of teacher candidates through lesson study. *International Journal for Lesson & Learning Studies*, 10(4), 331-347. <https://doi.org/10.1108/IJLLS-03-2021-0020>
- Limón Domínguez, D., & Solís Espallargas, C. (2014). Educación Ambiental y enfoque de género, claves para su integración. *Investigación En La Escuela*, (83), 37-50. <https://doi.org/10.12795/IE.2014.i83.04>

- Liu, S., Roehrig, G., Bhattacharya, D., & Varma, K. (2015). In-Service Teachers' Attitudes, Knowledge and Classroom Teaching of Global Climate Change.. *Science Educator*, 24, 12-22.
- Lombardi, D., & Sinatra, G. (2013). Emotions about teaching about human-induced climate change. *International Journal of Science Education*, 35(1), 167-191. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.738372>
- Lopera Pérez, M., & Villagr  Sobrino, S. L. (2020). Alfabetizaci n climática en la formación inicial y continua de docentes. *Uni-pluriversidad*, 20(1), 81-99. <https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.20.1.05>
- Lord, T. (1999). A Comparison between Traditional and Constructivist Teaching in Environmental Science.. *The Journal of Environmental Education*, 30, 22-27. <https://doi.org/10.1080/00958969909601874>
- Lou Whitford & Wood. (2010). *Teachers Learning in Community: Realities and Possibilities*. SUNY Press.
- Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391. <https://doi.org/10.1002/tea.20007>
- Loughran, J., Berry, A., & Mulhall, P. (2012). *Understanding and developing science teachers' pedagogical content knowledge* (2nd ed.). Rotterdam: Sense Publishers.
- Lowenstein, E., Grewal, I. K., Erkaeva, N., Nielsen, R., & Voelker, L. (2018). Place-Based Teacher Education: A Model Whose Time Has Come. *Issues in Teacher Education*, 27(2), 36-52.
- Lucio, R. A. (1989). Educación y Pedagogía, Enseñanza y Didáctica: diferencias y relaciones. *Revista de la Universidad de La Salle*, 11(17).
- Luzuriaga, L. (1991). *Historia de la Educación y la Pedagogía*. Losada.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Secondary teachers' knowledge and beliefs about subject matter and their impact on instruction. In J. Gess-Newsome and N.G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 95–132). Dordrecht: Kluwer Academic
- Mallart, J (2001) Didáctica: concepto, objeto y finalidades. En *Didáctica para psicopedagogos*. Madrid: Uned.

- Manla, V. (2021). School Climate: Its Impact on Teachers' Commitment and School Performance. *Journal of World Englishes and Educational Practices*. <https://doi.org/10.32996/JWEEP.2021.3.2.3>
- Manzar-Abbass, S., Malik, N. A., Khurshid, M. A., & Ahmad, S. (2017). Impact of Mentoring on Teachers' Professional Development: Mentees' Perceptions. *New Horizons*, 11(1), 85-102. <https://bit.ly/3WbRGaz>
- Marcelo, C. (1993). Cómo conocen los profesores la materia que enseñan. Algunas contribuciones de la investigación sobre Conocimiento Didáctico del Contenido. En L. Montero y J.M. Vez (eds.), *Las didácticas específicas en la formación del Profesorado (I)*. Santiago de Compostela: Tórculo, 151-185.
- Mart, C.T. (2014) A Passionate Teacher: Teacher Commitment and Dedication to Student Learning. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 2, 437-442.
- Martínez, L. y Parga, D. (2013). La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las ciencias*, 8 (1), 23-35.
- Marynowski, R., Darroch, A., Gregory, A., & James, M. (2021). Theorizing about components of teacher professional development: Supports and barriers. *International Journal of Mentoring and Coaching in Education*, 11(1), 104-118. <https://doi.org/10.1108/IJMCE-02-2021-0040>
- Mataka, L. M., Saderholm, J. C., & Hodge, T. (2019). Faculty Epistemological Beliefs and the Influence of Professional Development. *Science Education International*, 30(4), 364-372. <https://doi.org/10.33828/sei.v30.i4.14>
- Mavhunga, E. (2019). Exposing pathways for developing teacher pedagogical content knowledge at the topic level in science. In A. Hume, R. Cooper, & A. Borowski (Eds.), *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science* (pp. 129–148). Singapore: Springer.
- McChesney, K., & Aldridge, J. (2019). What gets in the way? A new conceptual model for the trajectory from teacher professional development to impact. *Professional Development in Education*, 47, 834 - 852. <https://doi.org/10.1080/19415257.2019.1667412>
- McCrudden, M., Marchand, G., & Schutz, P. (2019). Mixed methods in educational psychology inquiry. *Contemporary Educational Psychology*.

- <https://doi.org/10.1016/J.CEDPSYCH.2019.01.008>
- Meichtry, Y., & Smith, J. (2007). The Impact of a Place-Based Professional Development Program on Teachers' Confidence, Attitudes, and Classroom Practices. *The Journal of Environmental Education*, 38(2), 15-32. <https://doi.org/10.3200/JOEE.38.1.15-34>
- Meili Yanti, M., Riandi, & Suhandi, A. (2020). Pedagogical content knowledge (CDC) of science teachers based on content representation (CoRe). *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(4), 042119. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/4/042119>
- Melber, L. M., Cox-Petersen, A. M., Berg, C., & Enochs, L. (2005). Teacher Professional Development and Informal Learning Environments: Investigating Partnerships and Possibilities. *Journal of Science Teacher Education*, 16(2), 103-120.
- Mellado Jiménez, V. (1994). Análisis del conocimiento didáctico del contenido, en profesores de ciencias de primaria y secundaria en formación inicial (Doctoral dissertation).
- Ze Men (2023). The Role of Professional Learning Communities for Teacher Innovation: A Comparative Study in Beijing and Hong Kong. *Proceedings of The International Conference on Future of Teaching and Education*. <https://doi.org/10.33422/icfte.v2i1.53>
- Merchán, M. L. M. (2019). La sociedad del conocimiento y las brechas de género en ciencia, tecnología e innovación. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, XV (29). <https://www.redalyc.org/journal/4096/409661113007/html/>
- Merchán, N. Y. T., Benavides, E. Y. P., & Valderrama, D. A. (2023). Abordaje de Cuestiones Socio-científicas en Colombia: Revisión Sistemática 2010-2020. *Zona Próxima*, 39, Article 39. <https://doi.org/10.14482/zp.39.611.456>
- Methlagl, M. (2022). Patterns of teacher collaboration, professional development and teaching practices: A multiple correspondence analysis of TALIS 2018. *International Journal of Educational Research Open*, 3, 100137. <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2022.100137>
- Ministerio de Educación Nacional. (2018). Plan Especial de Educación Rural hacia el desarrollo rural y la construcción de paz. Recuperado de <https://bit.ly/3WfhZF1>
- Mogensen, F, & Mayer, M (2009), Perspectivas sobre la educación ambiental. Un marco de trabajo crítico. En F Mongensen, M Mayer, S Breiting, & A Narga (Coords.), *Educación para el desarrollo sostenible. Tendencias, divergencias y criterios de calidad* (pp. 21-42). Graó.

- Mok, O.N.A. (2011). Non-formal learning: Clarification of the concept and its application in music learning. *Australian Journal of Music Education*, 1, 11-15. Recuperado de <https://bit.ly/2vMvyzy>
- 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.
- Monje-Alvarez, C. A. (2011). Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa—Guía didáctica. Universidad Surcolombiana.
- Mora-Penagos, W. (2011). La inclusión de la dimensión ambiental en la educación superior: un estudio de caso en la Facultad de Medio Ambiente de la Universidad Distrital en Bogotá. [Tesis de doctorado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas] <https://idus.us.es/handle/11441/72753>
- Mora-Penagos, M (2019). Cuestiones Socio-Ambientales y justicia socio ambiental: Diseño curricular y formación docente. *Latin American Journal of Science Education*, 6(2), 1-9. <https://bit.ly/3VDgKk4>
- Mora-Penagos, WM, & Guerrero-Guevara, N (2022). Las competencias ambientales clave en las actividades docentes del profesorado de ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 51, 299-316. <https://doi.org/10.17227/ted.num51-12536>
- Moreno-Fernández, Olga. (2020). Problemas socioambientales y educación ambiental. El cambio climático desde la perspectiva de los futuros maestros de educación primaria. *Pensamiento educativo*, 57(2) <https://dx.doi.org/10.7764/pel.57.2.2020.3>
- Mosquera Suárez, C. J., Alonso, M. X., García-Supelano, A. M., Marín-Velasco, A. S., Prada-Murcia, L. E., Rincón-Nuñez, J. P., & Saldaña-Lozano, L. S. (2021). El conocimiento didáctico del contenido y su impacto en los conocimientos prácticos de los profesores de ciencias y en la construcción de conocimientos científicos escolares. *Revista Científica*, 40(1), 45-62. <https://doi.org/10.14483/23448350.15711>
- Moutafidou, A., Melliou, K., & Georgopoulou, A. (2012). Educational research and teacher development. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31, 156-161. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2011.12.034>

- Munby, H., Russell, T. y Martin, A. K. (2001). Teachers' knowledge and how it develops. En Richardson, V. (ed.), *Handbook of research on teaching*, cuarta edición, Washington D. C., American Educational Research Association.
- Murga-Menoyo, M. Á. (2018). La Formación de la Ciudadanía en el Marco de la Agenda 2030 y la Justicia Ambiental. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*, 7(1), 37-52. <https://doi.org/10.15366/riejs2018.7.1.002>
- Musanti, S., & Pence, L. (2010). Collaboration and Teacher Development: UnpaCDing Resistance, Constructing Knowledge, and Navigating Identities.. *Teacher Education Quarterly*, 37, 73-89.
- Nakagawa, Y., Verlie, B., & Kim, M. (2020). Collectively engaging with theory in environmental education research. *Australian Journal of Environmental Education*, 36, 1-19. <https://doi.org/10.1017/aee.2020.6>
- Newton, D. P., & Newton, L. D. (2001). Subject content knowledge and teacher talk in the primary science classroom. *European Journal of Teacher Education*, 24(3), 369–379. <https://doi.org/10.1080/02619760220128914>
- O'Leary, M. (Ed.) (2017). *Reclaiming Lesson Observation. Supporting excellence in teacher learning*. Routledge
- Obara, S. (2010). Mathematics coaching: a new kind of professional development. *Teacher Development*, 14(2), 241–251. <https://doi.org/10.1080/13664530.2010.494504>
- OCDE. (2009). *The professional development of teachers. Creating Effective Teaching and Learning Environments: First Results from TALIS*. (pp 47-79). <https://www.OCDE.org/education/school/43023606.pdf>
- OCDE. (2010). *Teachers' Professional Development*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Union.
- OEI. (2012). *Miradas sobre la educación en Iberoamérica*. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI).
- OEI. (2021). *Encuentro: La formación continua y el desarrollo profesional docente en el contexto de nuevas normalidades*. Conferencia inaugural.
- Ohayon, A. (2023). Influence Of Teachers Participation In Professional Learning Community On Their Teaching Skills. *The European Proceedings of Educational Sciences*. <https://doi.org/10.15405/epes.23056.40>

- Olawumi, K., Mavuso, M., Khalo, X., Kafu-Quvane, B., & Mzilikazi, B. (2023). Implementation of Teacher Development Program for Integrating Climate Change Education: Natural Sciences Teachers View. *International Journal of Environmental, Sustainability, and Social Science*. <https://doi.org/10.38142/ijesss.v4i3.534>
- Olsson, D, & Gericke, N (2016). The adolescent dip in students' sustainability consciousness - Implications for education for sustainable development. *The Journal of Environmental Education*, 47(1), 35-51. <https://doi.org/10.1080/00958964.2015.1075464>
- Öngel, G., & Tabanlı, E. (2022). Teacher Enthusiasm and Collaborative School Climate. *Education Quarterly Reviews*. <https://doi.org/10.31014/aior.1993.05.02.494>
- Osorio, A. M. (2016). El desarrollo profesional docente en educación básica primaria. *Revista Latinoamericana de Estudio Educativos*, 12(1), 39-52.
- Otero, V., & Nathan, M. (2008). Preservice elementary teachers' views of their students' prior knowledge of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 45, 497-523. <https://doi.org/10.1002/TEA.20229>
- Páez, F. M. (2021). Perspectiva de género y formación docente en tiempos de cambios (Córdoba, Argentina). *Cuadernos Intercambio sobre Centroamérica y el Caribe*, 18(1), 1-35.
- Paletta, A., & Alimehmeti, G. (2023). Does the professional learning community intermediate the effects of principal's leadership on teaching innovation?. *Management in Education*. <https://doi.org/10.1177/08920206231200099>
- Papadimitriou, V. (2004). Prospective primary teachers' understanding of climate change, greenhouse effect, and ozone layer depletion. *Journal of Science Education and Technology*, 13(3), 299-307. <https://doi.org/10.1023/B:JOST.0000031268.72848.6D>
- Papay, J. P., & Kraft, M. A. (2015). Productivity returns to experience in the teacher labor market: Methodological challenges and new evidence on long-term career improvement. *Journal of Public Economics*, 130, 105-119. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2015.02.008>
- Parga Lozano, D. L., & Mora Penagos, W. M. (2014). El CDC, un espacio de diversidad teórica: Conceptos y experiencias unificadoras en relación con la didáctica de los contenidos en química. *Educación química*, 25(3), 332-342.
- Parga, D.L, y Mora, W.M. (2016). Didáctica ambiental y conocimiento didáctico del contenido en química. *Indagatio Didactica*, vol. 8(1), 777 – 792. <https://bit.ly/3JbKZat>

- Parga-Lozano, D. L. (2024). Conocimiento didáctico del contenido ambientalizado: Diálogo entre didáctica de las ciencias y didáctica ambiental. *REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, 41(1), Article 1.
<https://doi.org/10.14295/remea.v41i1.15821>
- Park, S. (2019). Reconciliation between the refined consensus model of CDC and extant CDC models for advancing CDC research in science. In A. Hume, R. Cooper, & A. Borowski (Eds.), *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science* (pp. 117–128). Singapore: Springer.
- Park, S., & Chen, Y. (2012). Mapping out the Integration of the Components of Pedagogical Content Knowledge (CDC): Examples from High School Biology Classrooms.. *Journal of Research in Science Teaching*, 49, 922-941. <https://doi.org/10.1002/TEA.21022>
- Parra, J., Maya, C., Barrera, D., Giraldo, C., y Valdivieso Carlos. (2014). *Maestros: enseñantes y aprendices, a lo largo de la vida. Relevancia y pertinencia del desarrollo profesional docente en Bogotá*. Editorial Magisterio.
- Peng, W., Mcness, E., Thomas, S., Wu, X., Zhang, C., Li, J., & Tian, H. (2014). Emerging perceptions of teacher quality and teacher development in China. *International Journal of Educational Development*, 34, 77-89. <https://doi.org/10.1016/J.IJEDUDEV.2013.04.005>
- Peña, M. (2023). Colaboración docente bajo el modelo de comunidades profesionales de aprendizaje. *EDUCAR*, 59(2). <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1635>
- Peñafort-Camacho, L. C., & Bastiani-Gómez, J. (2022). Didáctica: desde su definición e historia hasta su fundamento en el diálogo. *Research, Society and Development*, 11(7), e42811729783. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i7.29783>
- Perales Palacios, FJ (2022). Educación ambiental, didácticas específicas y transversalidad. *Boletín de la AIA-CTS*, 16, 39-47.
- Pérez-Martín, JM, & Esquivel-Martín, T (2022). El reto de dimensionar la competencia ambiental para maestros/as a través de sus percepciones durante la formación inicial. En L Cañadas, & S Rappoport (Eds.). *Las competencias generales en la formación inicial docente. Experiencias y orientaciones para su desarrollo*. Dykinson.
- Pham, L., Nguyen, T., & Springer, M. (2020). Teacher Merit Pay: A Meta-Analysis. *American Educational Research Journal*, 58, 527 - 566.
<https://doi.org/10.3102/0002831220905580>

- Piccioli, M. (2019). Educational research and Mixed Methods. Research designs, application perspectives, and food for thought. *Studi Sulla Formazione/Open Journal of Education*, 22(2), 439–450. <https://doi.org/10.13128/ssf-10815>
- Pischetola, M., Møller, J.K. & Malmborg, L. (2023). Enhancing teacher collaboration in higher education: the potential of activity-oriented design for professional development. *Educ Inf Technol* 28, 7571–7600. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11490-x>
- Plutzer, E., McCaffrey, M., Hannah, A., Rosenau, J., Berbeco, M., & Reid, A. (2016). Climate confusion among U.S. teachers. *Science*, 351, 664 - 665. <https://doi.org/10.1126/science.aab3907>
- Porter, D., Weaver, A., & Raptis, H. (2012). Assessing students' learning about fundamental concepts of climate change under two different conditions. *Environmental Education Research*, 18(5), 665-686. <https://doi.org/10.1080/13504622.2011.640750>
- Powell, D. A., & Schafer, W. D. (2001). The Robustness of the Likelihood Ratio Chi-Square Test for Structural Equation Models: A Meta-Analysis. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 26(1), 105-132. <https://doi.org/10.3102/10769986026001105>
- Purwianingsih, W., Novidsa, I., & Riandi, R. (2022). Program for Integrating Education for Sustainable Development (ESD) into Prospective Biology Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACD). *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(2), 219-228.
- Quiroga Durán, S. P. (2018). Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) del cambio climático: Una caracterización en torno al diseño y desarrollo profesional de docentes en ejercicio. [Tesis de maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas] <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/14320>
- Quiroga Durán, S. P. (2021). Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) del cambio climático: una caracterización en torno al diseño y desarrollo profesional de docentes en ejercicio. *Bio-grafia*. Recuperado de: <https://bit.ly/3xRiTz9>
- Ravanal-Moreno, E. (2017). Consideraciones para un programa de desarrollo profesional que orienta al profesor a reconceptualizar su enseñanza. *Revista Científica*, 28 (1), 60-71. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.rc.2016.28.a5>
- Richards, J. (1996). Teachers' maxims in language teaching. *TESOL Quarterly*, 30(2), 281–296. <https://doi.org/10.2307/3588144>

- Ries, F. (2016). A study of teacher training in the United States and in Europe. *The European Journal of Social and Behavioural Sciences*, 27, 2029-2054.
- Rivard, L. P., de Rocquigny, J. et Enns, A. N. (2010). Preparing teachers for education for sustainable development (ESD): A Report to the Association of Canadian Deans of Education (ACDE) and the Canadian Association of Teacher Educators. Winnipeg, MB: Collège universitaire de Saint-Boniface.
- Rodríguez, J., Condom-Bosch, J., Ruiz, L., & Oliver, E. (2020). On the Shoulders of Giants: Benefits of Participating in a Dialogic Professional Development Program for In-Service Teachers. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00005>
- Roldán-Arcos, S, Pérez-Martín, JM, & Esquivel-Martín, T (2022). Educación para la Justicia Ambiental: ¿qué propuestas se están realizando? *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*, 11(2), 11-27. <https://doi.org/10.15366/riejs2022.11.2.001>
- Rosales López, C. (2009). *Didáctica: innovación en la enseñanza*. Andavira Editora.
- Ross, J., Rolheiser, C., & Hogaboam-Gray, A. (1998). Skills training versus action research in-service: impact on student attitudes to self-evaluation. *Teaching and Teacher Education*, 14, 463-477. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(97\)00054-1](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(97)00054-1)
- Rossi, C. (2023). Pedagogical model for teacher education on climate change within the European CLIMADEMY project. Alma Mater Studiorum Università di Bologna. Recuperado de: https://amslaurea.unibo.it/30102/1/Master_Thesis_Rossi_Clemente_Physics.pdf
- Rozenszajn, R., & Yarden, A. (2014). Expansion of Biology Teachers' Pedagogical Content Knowledge (CK) During a Long-Term Professional Development Program. *Research in Science Education*, 44, 189-213. <https://doi.org/10.1007/S11165-013-9378-6>.
- Rupasinghe, C., & Welianghe, S. (2023). Climate change adaptation and mitigation at individual level: knowledge and attitudes among school teachers in Kalutara district. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*. <https://doi.org/10.1108/ijdrbe-02-2023-0015>
- Sabbagh, C. (2009). Ethics and Teaching (pp. 683-693). https://doi.org/10.1007/978-0-387-73317-3_42
- Sahach, O. (2021). Motivation as a factor of professional development of future teachers. paradigm of knowledge, 6. [https://doi.org/10.26886/2520-7474.6\(44\)2020.15](https://doi.org/10.26886/2520-7474.6(44)2020.15)

- Şahin, F., Adıgüzel, S., & Nibat, G. (2021). Examining pre-service science teachers' diagnostic question preparation skills on Seasons, climate, and weather movements. *International Journal of Innovative Research in Education*. <https://doi.org/10.18844/ijire.v8i2.5411>
- Sánchez-Matamoros, M. (2012). Pedagogía y Didáctica. A propósito de la Resolución 5436 de 2010. *Educación y Ciencia*, (15), 63-72.
- Sánchez Valenzuela, R., & Ossa Cornejo, C. (2020). Educación ambiental en la escuela chilena: UC Maule, (59), 103-128. <https://doi.org/10.29035/ucmaule.59.103>
- Santos, D., & Miguel, L. (2019). The Relationship between Teachers' Beliefs, Teachers' Behaviors, and Teachers' Professional Development: A Literature Review. *International Journal of Education and Practice*, 7(1), 10-18.
- Sarkim, T. (2020). Developing teachers' CDC about STEM teaching approach through the implementation of design research. *Journal of Physics: Conference Series*, 1470. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1470/1/012025>
- Saso, C. E., Agudé, I. P., Gallart, M. S., & Carol, R. V. (2006). Comunidades de aprendizaje. Transformar la Educación. Editorial Graó. Tomado de <https://bit.ly/3Wchqg3>
- Sauvé, Lucie (1999). La educación ambiental entre la modernidad y la posmodernidad: En busca de un marco de referencia educativo integrador. *Tópicos*, 1(2). 7-27.
- See, N. L. M. (2014). Mentoring and Developing Pedagogical Content Knowledge in Beginning Teachers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 123, 53-62. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1397>
- Seery, A. (2008). Ethics and Professionalism in Teaching. *Studies: An Irish Quarterly Review*, 97(386), 183-192.
- Sepúlveda, E., & Mora, W. M. (2021). Cuestiones socioambientales como articulador curricular en la formación de profesores de ciencias: Aproximación a un estado del arte. *Praxis & Saber*, 12(31), Article 31. <https://doi.org/10.19053/22160159.v12.n31.2021.12648>
- Sevillano, M. (2011). Didáctica en el núcleo de la pedagogía, *Revista Tendencias Pedagógicas*, (18), 7-32. <https://bit.ly/3hAE504>
- Shankar, S., Gowtham, N., & Surekha, T. (2020). Faculty Competency Framework: Towards A Better Learning Profession. *Procedia Computer Science*, 172, 357-363. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.055>

- Shepardson, D. P., Niyogi, D., Choi, S., & Charusombat, U. (2009). Seventh grade students' conceptions of global warming and climate change. *Environmental Education Research*, 15(5), 549–570. <https://doi.org/10.1080/13504620903114592>
- Sheppard, M., Kortecamp, K., Jencks, S., FlaCD, J., & Wood, A. (2019). Connecting Theory and Practice: Using Place-Based Learning in Teacher Professional Development. *Journal of Museum Education*, 44(2), 187-200.
- Shriki, A., & Lavy, I. (2012). Perceptions of Israeli mathematics teachers regarding their professional development needs. *Professional Development in Education*, 38, 411 - 433. <https://doi.org/10.1080/19415257.2011.626062>
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.
- Shulman, L. S. (2004). Knowledge and teaching. Foundations of the new reform. En Shulman, L. S. (ed.), *The wisdom of practice. Essays on teaching, learning, and learning to teach*, San Francisco, Ca., Jossey-Bass.
- Sims, S., Fletcher-Wood, H., O'Mara-Eves, A., Cottingham, S., Stansfield, C., Van Herwegen, J., & Anders, J. (2021). What Are the Characteristics of Effective Teacher Professional Development? A Systematic Review and Meta-Analysis. En Education Endowment Foundation. Education Endowment Foundation. <https://eric.ed.gov/?id=ED615914>
- Sipos, Y., Battisti, B., & Grimm, K. (2008). Achieving transformative sustainability learning: engaging head, hands and heart. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 9 (1), 68-86.
- Smith, M. (2018). Epistemology and Teacher Education. En *Oxford Research Encyclopedia of Education*. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190264093.013.796>
- Song, K. (2008). The impacts of district policy and school context on teacher professional development. *Asia Pacific Education Review*, 9(4), 436-447. <https://doi.org/10.1007/BF03025661>
- Souto-Seijo, A., Estévez, I., Fustes, V. I., & González-Sanmamed, M. (2020). Entre lo formal y lo no formal: Un análisis desde la formación permanente del profesorado. *Educar*, 56(1), Article 1. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1095>

- Srinivasacharlu, A. (2019). Continuing Professional Development (CPD) of Teacher Educators in 21st Century. *Shanlax International Journal of Education*, 7(4), 29-33.
- Stark, S. (2006). Using action learning for professional development. *Educational Action Research*, 14(1), 23–43. <https://doi.org/10.1080/09650790600585244>
- Stevenson, R., Nicholls, J., & Whitehouse, H. (2017). What Is Climate Change Education? *Curriculum Perspectives*, 37, 67-71. <https://doi.org/10.1007/S41297-017-0015-9>
- Strang, V. (2009). Integrating the social and natural sciences in environmental research: a discussion paper. *Environment, Development and Sustainability*, 11, 1-18. <https://doi.org/10.1007/S10668-007-9095-2>
- Streiner, D. (2003). Starting at the Beginning: An Introduction to Coefficient Alpha and Internal Consistency. *Journal of Personality Assessment*, 80, 103 - 99. https://doi.org/10.1207/S15327752JPA8001_18
- Strike, K., & Soltis, J. F. (2015). *The ethics of teaching*. Teachers College Press.
- Suharta, I., & Parwati, N. (2020). Relationship Between Teacher’s Content Knowledge, Pedagogical Content Knowledge, and Self-Efficacy and Its Impact on Student’s Mathematics Learning Achievement. , 293-296. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200513.066>
- Sullivan, S. M. B., Ledley, T. S., Lynds, S. E., & Gold, A. U. (2014). Navigating Climate Science in the Classroom: Teacher Preparation, Perceptions and Practices. *Journal of Geoscience Education*, 62(4), 550–559. <https://doi.org/10.5408/12-304.1>
- Summers, M., Kruger, C., Childs, A., & Mant, J. (2000). Primary School Teachers' Understanding of Environmental Issues: An interview study. *Environmental Education Research*, 6, 293 - 312. <https://doi.org/10.1080/713664700>
- Taber, K. (2018). The Use of Cronbach’s Alpha When Developing and Reporting Research Instruments in Science Education. *Research in Science Education*, 48, 1273 - 1296. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9602-2>
- Teed, R., & Franco, S. (2014). Increasing Teachers’ Confidence and Pedagogical Content Knowledge Through a Workshop and Follow-Up Program on Climate Change. *Journal of Geoscience Education*, 62(4), 587–597. <https://doi.org/10.5408/13-039.1>

- Timm, J. M., & Barth, M. (2021). Making education for sustainable development happen in elementary schools: the role of teachers. *Environmental Education Research*, 27(1), 50–66. <https://doi.org/10.1080/13504622.2020.1813256>
- Toom, A. (2016). Professional development always matters and makes change – for teachers, students, schools and even beyond. *Teachers and Teaching*, 22, 649 - 652. <https://doi.org/10.1080/13540602.2016.1158954>
- Torres, M. (1998). La Educación Ambiental: una estrategia flexible, un proceso y unos propósitos en permanente construcción. La experiencia de Colombia. *Revista Iberoamericana de Educación*. Número 16. <https://doi.org/10.35362/rie1601110>
- Torres Merchán, N. Y., Pedreros Benavides, E. Y., & Valderrama, D. A. (2023). Abordaje de cuestiones sociocientíficas en Colombia: Una revisión sistemática 2010-2020. *Zona Próxima*, 39(Julio/Diciembre), Artículo ePub. <https://doi.org/10.14482/zp.39.611.456>
- Tovar-Gálvez, J. C. (2021). Bringing Environmental Education to the Curriculum: Practical Elements Emergent from Teaching Experiences and Research. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*. <https://doi.org/10.21601/IJESE/9606>
- Tsangaridou, N., & O’Sullivan, M. (1995). Using Pedagogical Reflective Strategies to Enhance Reflection among Preservice Physical Education Teachers. *Journal of Teaching in Physical Education*, 14, 13-33. <https://doi.org/10.1123/JTPE.14.1.13>
- Tsotetsi, C. T. (2013). The implementation of professional teacher development policies: A continuing education perspective [University of the Free State]. <http://hdl.handle.net/11660/1725>
- UNESCO. (2014). *Teaching and learning: achieving quality for all* (P. Rose, Ed.).
- UNESCO. (2019). *Teacher career reforms in Colombia*. UNESCO.
- UNESCO. (2020). *Global Education Monitoring Report 2020: Inclusion and education: All means all*. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000371024>
- UNESCO. (2021). *Getting every school climate-ready. How countries are integrating climate change issues in education*. Paris, UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379591>

- Usak, M., Uygun, H., & Duran, M. (2022). The effects of science teachers' pedagogical content knowledge on students' attitudes toward science and their achievement. *Journal of Baltic Science Education*. <https://doi.org/10.33225/jbse/22.21.694>
- Valderrama-Hernández, R., Alcántara, L., & Limón, D. (2017). The Complexity of Environmental Education: Teaching Ideas and Strategies from Teachers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 237, 968-974. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2017.02.137>
- Valencia Valbuena, F. G. (2019). *La educación en ciencias en la primera infancia desarrollada en comunidades de formación: Un estudio de caso* [Tesis doctoral, Universidad Pedagógica Nacional]. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/10968>
- Valenčič Zuljan, M. (2001). Modeli in načela učiteljevega profesionalnega razvoja [Models and principles of the teacher's professional development]. *Sodobna pedagogika*, 52(2), 122–141.
- Van Driel, J. H., & Berry, A. (2012). Teacher Professional Development Focusing on Pedagogical Content Knowledge. *Educational Researcher*, 41(1), 26-28.
- Van Poeck, K. (2019). Environmental and sustainability education in a post-truth era. An exploration of epistemology and didactics beyond the objectivism-relativism dualism. *Environmental Education Research*, 25(4), 472-491. <https://doi.org/10.1080/13504622.2018.1496404>
- Vélaz de Madrono, C., & Vaillant, D. (2009). *Aprendizaje y desarrollo profesional docente*. Madrid: OEI-Fundación.
- Vélaz de Medrano, C., & Vaillant, D. (2011). *Aprendizaje y desarrollo profesional docente*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Villegas-Reimers, E. (2003). *Teacher Professional Development: An International Review of the Literature*. Paris: UNESCO International Institute for Educational Planning.
- Vogrinc, J., & Zuljan, M. (2009). Action research in schools – an important factor in teachers' professional development. *Educational Studies*, 35, 53 - 63. <https://doi.org/10.1080/03055690802470399>
- Weber, C., & Mofield, E. (2023). Considerations for Professional Learning Supporting Teachers of the Gifted in Pedagogical Content Knowledge. *Gifted Child Today*, 46, 128 - 141. <https://doi.org/10.1177/10762175221149258>

- Williams, D., Coles, L., Wilson, K., Richardson, A., & Tuson, J. (2000). Teachers and ICT: current use and future needs. *Br. J. Educ. Technol.*, 31, 307-320.
<https://doi.org/10.1111/1467-8535.00164>
- Wilson, C. D., Stuhlsatz, M., Hvidsten, C., & Gardner, A. (2018). Analysis of Practice and Teacher CDC: Inferences from Professional Development Research. En S. M. Uzzo, S. B. Graves, E. Shay, M. Harford, & R. Thompson (Eds.), *Pedagogical Content Knowledge in STEM: Research to Practice* (pp. 3-16). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-97475-0_1
- Wilson, C. D., Borowski, A., & Van Driel, J. (2019). Perspectives on the future of CDC research in science education and beyond. In A. Hume, R. Cooper, & A. Borowski (Eds.), *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science* (pp. 289–300). Singapore: Springer.
- Wood, D. R. (2007). Professional Learning Communities: Teachers, Knowledge, and Knowing. *Theory Into Practice*, 46(4), 281-290.
- Wyatt, M., & Ager, E. (2016). Teachers' cognitions regarding continuing professional development. *Elt Journal*, 71, 171-185. <https://doi.org/10.1093/ELT/CCW059>
- Yang, N., & Yang, H. (2019). Understanding Rural and Urban Teachers' ICT Usage in China: An Ecological Perspective. 2019 International Joint Conference on Information, Media and Engineering (IJCIME), 498-501. <https://doi.org/10.1109/ijcime49369.2019.00106>
- Yang, Y., Liu, X., & Gardella, J. A. (2018). Effects of Professional Development on Teacher Pedagogical Content Knowledge, Inquiry Teaching Practices, and Student Understanding of Interdisciplinary Science. *Journal of Science Teacher Education*, 29(4), 263-282.
<https://doi.org/10.1080/1046560X.2018.1439262>
- Yang, Y., Liu, X., & Gardella Jr., J. A. (2020). Effects of a professional development program on science teacher knowledge and practice, and student understanding of interdisciplinary science concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(7), 1028-1057.
<https://doi.org/10.1002/tea.21620>
- Yanti, M., Riandi, & Suhandi, A. (2020). Pedagogical content knowledge (CDC) of science teachers based on content representation (CoRe). *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(4), 042119. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/4/042119>

- Yariv, E. (2011). Deterioration in Teachers' Performance: Causes and Some Remedies. *World Journal of Education*, 1(1), p81. <https://doi.org/10.5430/wje.v1n1p81>
- Zabalza-Beraza, M. A. (2007). La Didáctica Universitaria. Bordón. *Revista De Pedagogía*, 59 (2 y 3), 489-509. <https://recyt.fecyt.es/index.php/BORDON/article/view/36676>
- Zambrano Leal, A. (2016). Pedagogía y didáctica: Esbozo de las diferencias, tensiones y relaciones de dos campos. *Praxis & Saber*, 7(13), 21-39.
- Zhang, S., Shi, Q., & Lin, E. (2019). Professional development needs, support, and barriers: TALIS US new and veteran teachers' perspectives. *Professional Development in Education*, 46(3), 440–453. <https://doi.org/10.1080/19415257.2019.1614967>
- Zhang, X., Admiraal, W., & Saab, N. (2021). Teachers' motivation to participate in continuous professional development: relationship with factors at the personal and school level. *Journal of Education for Teaching*, 47, 714 - 731. <https://doi.org/10.1080/02607476.2021.1942804>
- Zhou, G. (2015). Environmental Pedagogical Content Knowledge: A Conceptual Framework for Teacher Knowledge and Development. In Stratton, S., Hagavik, R., Feldman, Allan & Bloom, M. (Eds). *Educating Science Teachers for Sustainability*. 185-203. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16411-3_11
- Zhou, S., Zhang, C., & Wang, Y. (2016). Pre-service science teachers' CDC: Inconsistency of pre-service teachers' predictions and student learning difficulties in newton's third law. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(3), 373-385. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1203a>

7. Anexos

7.1. Formatos de validación de instrumentos

7.1. Formato de validación del cuestionario de Conocimiento Disciplinar

Formato de validación del cuestionario YC01_CD_2022

Señor(a) evaluador (a)

A continuación, se presenta un formato de revisión y validación del **cuestionario CD (Content Knowledge /Conocimiento del Contenido)** sobre cambio climático, que será aplicado en el 2022 a una muestra de **220 docentes de Ciencias Naturales y Educación Ambiental de Colegios Públicos de Bogotá** en el nivel de secundaria, y que hace parte de una de las fases de la tesis doctoral de **Yeinson Fernando Cerquera Mojocó**, quien actualmente cursa su segundo año de **Doctorado en Educación, en la Universidad Autónoma de Barcelona**. La tesis tiene como propósito, identificar los factores facilitadores del desarrollo profesional del docente (DPD) que contribuyen a complejizar su Conocimiento Didáctico del Contenido en educación ambiental.

criterio	Cumple	No cumple
Pertinencia: Las preguntas son pertinentes para identificar el manejo conceptual de los docentes sobre cambio climático.		
Cohesión: las preguntas presentan relación y están encaminadas a un mismo propósito.		
Complejidad: las preguntas tienen en cuenta diversos factores del fenómeno de estudio.		
Redacción: las preguntas se encuentran bien formuladas y redactadas para ser comprendidas por los participantes.		
Fundamentación: tanto las preguntas como las opciones correctas de respuesta presentan conceptos acordes a los estudios y hallazgos actuales sobre el tema.		
Observaciones: En caso de que lo considere necesario, puede mencionar algunos comentarios sobre el instrumento o sugerir ajustes en las preguntas. Asimismo, podrá emplear una o más páginas para completar sus observaciones.		
Considero que el instrumento reúne las condiciones necesarias para ser aplicado con el público objetivo de esta investigación	Si	No

Espacio para firma:

Nombre

Cargo:

Entidad a la que pertenece:

Títulos académicos:

Fecha de diligenciamiento:

7.1.2. Formato de validación del cuestionario de Conocimiento de las Dificultades de Aprendizaje de los Estudiantes

Formato de validación del cuestionario YC02_CDAE_2022

Señor(a) evaluador (a)

A continuación, se presenta un formato de revisión y validación del **cuestionario CDAE** (Knowledge of Student Learning Difficulties /Conocimiento de las Dificultades de Aprendizaje de los Estudiantes) sobre cambio climático, que será aplicado en el 2022 a una muestra de **200 docentes de Ciencias Naturales y Educación Ambiental de Colegios Públicos de Bogotá** en el nivel de secundaria, y que hace parte de una de las fases de la tesis doctoral de **Yeinson Fernando Cerquera Mojocó**, quien actualmente cursa su segundo año de **Doctorado en Educación, en la Universidad Autónoma de Barcelona**. La tesis tiene como propósito, identificar los factores facilitadores del desarrollo profesional del docente (DPD) que contribuyen a complejizar su Conocimiento Didáctico del Contenido en educación ambiental.

Criterio	Cumple	No cumple
Pertinencia: Las preguntas y los ejemplos que contienen, son pertinentes para identificar el manejo conceptual y pedagógico de los docentes sobre cambio climático.		
Cohesión: las preguntas presentan relación y están encaminadas a un mismo propósito.		
Complejidad: las preguntas tienen en cuenta diversos factores del fenómeno de estudio.		
Redacción: las preguntas se encuentran bien formuladas y redactadas para ser comprendidas por los participantes.		
Fundamentación: las preguntas y su respectivo contexto presentan conceptos acordes a los estudios y hallazgos actuales sobre el tema.		
Observaciones: En caso de que lo considere necesario, puede mencionar algunos comentarios sobre el instrumento o sugerir ajustes en las preguntas. Asimismo, podrá emplear una o más páginas para completar sus observaciones		
Considero que el instrumento reúne las condiciones necesarias para ser aplicado con el público objetivo de esta investigación	Si	No

Espacio para firma:

Nombre y firma

Cargo:

Entidad a la que pertenece:

Títulos académicos:

Fecha de diligenciamiento:

8.1.3 Formato de validación guion de la entrevista

7.1.3. Formato de validación del guion de la entrevista

Formato de validación del guion de entrevista

Señor(a) evaluador (a)

A continuación, se presenta un formato de revisión y validación del guion de entrevistas que será realizada individualmente, con 12 expertos en educación ambiental y desarrollo profesional docente. La aplicación de este instrumento hace parte de una de las fases de la investigación doctoral de **Yeinson Fernando Cerquera Mojocó**, quien actualmente cursa su tercer año de **Doctorado en Educación, en la Universidad Autónoma de Barcelona**. La tesis tiene como propósito, comprender la relación entre el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC/CDC) en cambio climático y el desarrollo profesional de los docentes (DPD) de los colegios públicos de Bogotá-Colombia.

Criterio	Cumple	No cumple
Pertinencia: Las preguntas son pertinentes para obtener información de los participantes sobre el tema de estudio.		
Cohesión: las preguntas presentan relación y están encaminadas a un mismo propósito.		
Complejidad: las preguntas tienen en cuenta diversos factores del fenómeno de estudio.		
Redacción: las preguntas se encuentran bien formuladas y redactadas para ser comprendidas por los participantes.		
Observaciones: En caso de que lo considere necesario, puede mencionar algunos comentarios sobre el instrumento o sugerir ajustes en las preguntas. Asimismo, podrá emplear una o más páginas para completar sus observaciones.		
Considero que el instrumento reúne las condiciones necesarias para ser aplicado con el público objetivo de esta investigación	Si	No

Espacio para firma:

Nombre:

Cargo:

Entidad a la que pertenece:

Títulos académicos:

Fecha de diligenciamiento:

7.1.4. Formato de validación guion grupo focal

Formato de validación del guion grupo focal

Señor(a) evaluador (a)

A continuación, se presenta un formato de revisión y validación del guion de un grupo focal que será realizado con docentes de educación ambiental de colegios públicos de Bogotá. La aplicación de este instrumento hace parte de una de las fases de la investigación doctoral de **Yeinson Fernando Cerquera Mojocó**, quien actualmente cursa su tercer año de **Doctorado en Educación, en la Universidad Autónoma de Barcelona**. La tesis tiene como propósito, comprender la relación entre el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC/CDC) en cambio climático y el desarrollo profesional de los docentes (DPD) de los colegios públicos de Bogotá-Colombia.

Criterio	Cumple	No cumple
Pertinencia: Las preguntas son pertinentes para obtener información de los participantes sobre el tema de estudio.		
Cohesión: las preguntas presentan relación y están encaminadas a un mismo propósito.		
Complejidad: las preguntas tienen en cuenta diversos factores del fenómeno de estudio.		
Redacción: las preguntas se encuentran bien formuladas y redactadas para ser comprendidas por los participantes.		
Observaciones: En caso de que lo considere necesario, puede mencionar algunos comentarios sobre el instrumento o sugerir ajustes en las preguntas. Asimismo, podrá emplear una o más páginas para completar sus observaciones.		
Considero que el instrumento reúne las condiciones necesarias para ser aplicado con el público objetivo de esta investigación	Si	No

Espacio para firma:

Nombre:

Cargo:

Entidad a la que pertenece:

Títulos académicos:

Fecha de diligenciamiento:

7.2. Instrumentos de la investigación

7.2.1. Cuestionario de Conocimiento Disciplinar

**Cuestionario para identificar el Conocimiento Disciplinar (CD) en cambio climático de los docentes de Ciencias Naturales y Educación Ambiental de Colegios Públicos de Bogotá.
Código: YC01_CD_2022**

Nombre _____

IED _____

Leer detenidamente y marcar con un x la respuesta correcta.

1. **Cuál de los siguientes enunciados define de mejor manera el concepto de clima:**
 - a. El promedio de temperatura en un tiempo específico y en una región determinada.
 - b. El promedio de precipitaciones en un tiempo específico y en una región determinada.
 - c. El estado de la atmósfera en un momento dado y en una región determinada.
 - d. **Es el promedio de tiempos atmosféricos obtenido a partir de estadísticas a largo plazo.**

2. **Cuál de los siguientes enunciados define de mejor manera el concepto de efecto invernadero:**
 - a. Es el cambio en el patrón de lluvias en una región determinada, producto de la acumulación de gases en la atmósfera que absorben la radiación solar, y mantienen una temperatura media de +10°C.
 - b. **Es una propiedad de los gases en la atmósfera que absorben la radiación infrarroja emitida por la atmósfera y la superficie terrestre que, permite mantener una temperatura media de +14°C.**
 - c. Es el incremento de la lluvia ácida en el planeta, como resultado de la acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera que, permite mantener una temperatura media de +20°C.
 - d. Es la acumulación de gases contaminantes en la atmósfera que, generan un agujero en la capa de ozono, que permite mantener una temperatura media de +10°C.

3. **Cuál de los siguientes enunciados define de mejor manera el concepto de cambio climático:**
 - a. Es el cambio en el nivel del mar, producto de un aumento de temperatura en el planeta.
 - b. Es el aumento de la radiación ultravioleta en la superficie terrestre producto de actividades contaminantes que afectan la capa de ozono.
 - c. **Cualquier cambio sistemático en el clima durante periodos largos de tiempo, producto de la variabilidad natural o como resultados de actividades humanas.**
 - d. Es un fenómeno de descongelamiento de los casquetes polares producto del aumento de la temperatura promedio en el planeta.

4. **Cuál considera NO es una consecuencia del cambio climático en los océanos:**
- Aumento del nivel del mar, producto del descongelamiento de los glaciares y la expansión térmica.
 - Aumento de la salinidad del mar producto del aumento de la evaporación del agua.
 - Aumento del pH del agua producto de la acumulación de la lluvia ácida.**
 - Disminución de la cantidad de oxígeno que se disuelve en el agua, debido al aumento de la temperatura.
5. **Seleccione la opción que NO corresponde a un gas de efecto invernadero**
- Vapor de agua.
 - Dióxido de carbono (CO₂).
 - Propano (C₃H₈).**
 - Óxido Nitroso (N₂O).
6. **Uno de los principales resultados de la cumbre de Paris- 2015 (COP 21) sobre cambio climático, fue acordar que la temperatura del planeta, respecto a los niveles preindustriales debe estar por debajo de:**
- Un grado centígrado.
 - Dos grados centígrados.**
 - Tres grados centígrados.
 - Cuatro grados centígrados.
7. **Una de las consecuencias del aumento de concentración de dióxido de carbono en el planeta es:**
- La acidificación de los océanos.**
 - Aumento del ozono en la atmósfera.
 - La quema de combustibles fósiles.
 - Disminución del nivel del mar.
8. **Seleccione la opción que, representa los principales sumideros de dióxido de carbono a nivel global. (entiéndase por sumidero como aquel deposito natural o artificial que captura una sustancia determinada)**
- Los océanos, bosques maduros y nevados.
 - Los nevados, bosques en formación y suelos.
 - Los suelos, bosques maduros y nevados.
 - Los bosques en formación, océanos y suelos.**
9. **Cuál es la principal fuente en Colombia que contribuye en las emisiones de gases efecto invernadero:**
- Vehículos que emplean combustibles fósiles.
 - Acumulación de residuos sólidos.
 - Agricultura y cambios en el uso del suelo.**
 - Contaminantes producidos por la industria.

10. Seleccione la opción que considere represente una medida de adaptación al cambio climático:

- a. Uso de energías renovables.
- b. Generar impuestos a emisiones de CO₂
- c. **Construir diques contra inundaciones.**
- d. Utilizar la bicicleta como medio de transporte.

11. Considera que la ganadería se encuentra relacionada con la crisis climática

Si _____ No _____

En caso de que su respuesta sea afirmativa, mencione y explique brevemente tres razones que den cuenta de lo anterior.

- a. _____

- b. _____

- c. _____

12. Mencione tres acciones que usted podría realizar para mitigar los efectos del cambio climático y explique brevemente de qué manera esta acción contribuye a la mitigación.

- a. _____

- b. _____

c. _____

13. Explique de qué manera el cambio climático puede afectar la salud de las personas.

14. Mencione y explique brevemente tres medidas de adaptación al cambio climático en el contexto colombiano.

a. _____

b. _____

c. _____

7.2.2. Cuestionario del Conocimiento de las Dificultades de Aprendizaje de los estudiantes

Cuestionario sobre Conocimiento de las Dificultades de Aprendizaje de los Estudiantes (CDAE) en torno al cambio climático Código: YC02_CDAE_2022

Nombre: _____

IED: _____

Viñeta I. Analice la siguiente situación sobre cambio climático y uso del suelo y conteste las preguntas que se presentan posteriormente:

María, una docente de Ciencias Sociales en un colegio en Bogotá-Colombia, promovió un debate sobre cambio climático con sus estudiantes de grado noveno, quienes tienen un rango de edad entre 14 y 15 años. Consideró importante llevar para la actividad, una noticia de un periódico del país, titulada: “Los cultivos de palma de aceite africana, están acabando la selva colombiana”. Sin embargo, antes de compartir la noticia con sus estudiantes, le pareció conveniente identificar las concepciones alternativas de sus estudiantes sobre el tema, haciendo la siguiente pregunta:

¿Creen ustedes que la deforestación de la selva colombiana para cultivar grandes hectáreas de palma de aceite africana, tiene relación con la problemática del cambio climático en nuestro país?

Respecto a lo cual, cuatro estudiantes dieron los siguientes puntos de vista:

Paula: esta situación no tiene nada que ver con el cambio climático, ya que el cambio climático solo afecta los polos, donde se puede derretir el hielo por el aumento del calor, así que la selva y el cambio climático no tienen ninguna relación, además nuestro país está muy lejos de los polos.

Juan José: yo creo que al tumbar los bosques y sembrar muchas más plantas, se está reparando el daño, además, al cultivar más plantas se absorbe más dióxido de carbono y por consiguiente se disminuye la temperatura del planeta.

Isabel: yo creo que sí tiene relación, porque cuando yo he ido a visitar a mis abuelos a un pueblo en Putumayo cerca al Amazonas, he visto grandes cultivos de esa palma, antes se podían ver árboles, animales, quebradas, ahora todo eso es seco, lleno de palmas, ya ni siquiera hay sombra donde uno pueda protegerse del sol, entonces se volvió más caliente ese lugar, ya casi no me gusta ir.

Carolina: yo no estoy de acuerdo con lo que dice Juan José, porque no se pueden comparar los árboles y las plantas que son propias de la selva, con unas palmas que no son parte de ese ecosistema y que vienen de otro país. Entonces al tumbar la selva y sembrar la palma, el suelo se vuelve infértil, se seca y el ecosistema se daña y ya no va a poder capturar dióxido de carbono, que es el principal gas que causa el cambio climático. Además, según lo que nos cuenta Isabel, con


esos grandes cultivos de palma, se secan las quebradas, entonces peor, si no hay agua, todo ese ecosistema se muere.

De acuerdo a lo anterior, responde las siguientes preguntas:

1. ¿Evidencia dificultades en las concepciones alternativas de los estudiantes sobre cambio climático? En caso de ser afirmativa su respuesta, menciónelas.
2. ¿Qué estrategias emplearía con los estudiantes para ayudarles a construir conocimiento crítico y reflexivo sobre la relación que hay entre el cambio del uso del suelo y el cambio climático, tomando como base sus concepciones alternativas?

Viñeta II. Analiza las argumentaciones de los estudiantes en torno al siguiente experimento sobre el efecto invernadero y contesta las siguientes preguntas:

Un docente de Ciencias Naturales, le pidió a un grupo de estudiantes de grado décimo (edades entre 15 y 16 años), que realicen un experimento sobre el efecto invernadero y que expliquen los resultados, estableciendo relaciones con el cambio climático. Los estudiantes realizaron el siguiente experimento:



Los estudiantes realizaron dos montajes en el salón de clases:

En el **frasco A**, adicionaron 100 gr de Bicarbonato de Sodio (NaHCO_3) y 30 ml de Vinagre, posteriormente introdujeron un termómetro y taparon el frasco con papel aluminio.

El **Frasco B**, solamente contenía aire. Los estudiantes introdujeron un termómetro y lo taparon con papel aluminio.

Después de un minuto de haber realizado el montaje, tomaron la temperatura ambiente del salón de clases y la temperatura en cada uno de los frascos, encontrando los siguientes resultados:

Temperatura ambiente: 22.9°C
Temperatura Frasco A: 27.5°C
Temperatura Frasco B: 25.9°C

Fuente: Elaboración propia

Después de haber realizado el experimento, los estudiantes realizaron la siguiente explicación de los resultados obtenidos:

Fabián: este experimento representa el efecto invernadero en nuestro planeta, siendo el frasco y el papel aluminio un modelo de nuestra atmósfera. El bicarbonato de sodio es un gas de efecto invernadero producido por las grandes industrias que generan humo, el cual atrapa la radiación solar en la atmósfera y aumenta la temperatura del planeta, razón por la cual, se están derritiendo los glaciares del Polo Norte y Sur y se están extinguiendo animales como el oso polar.

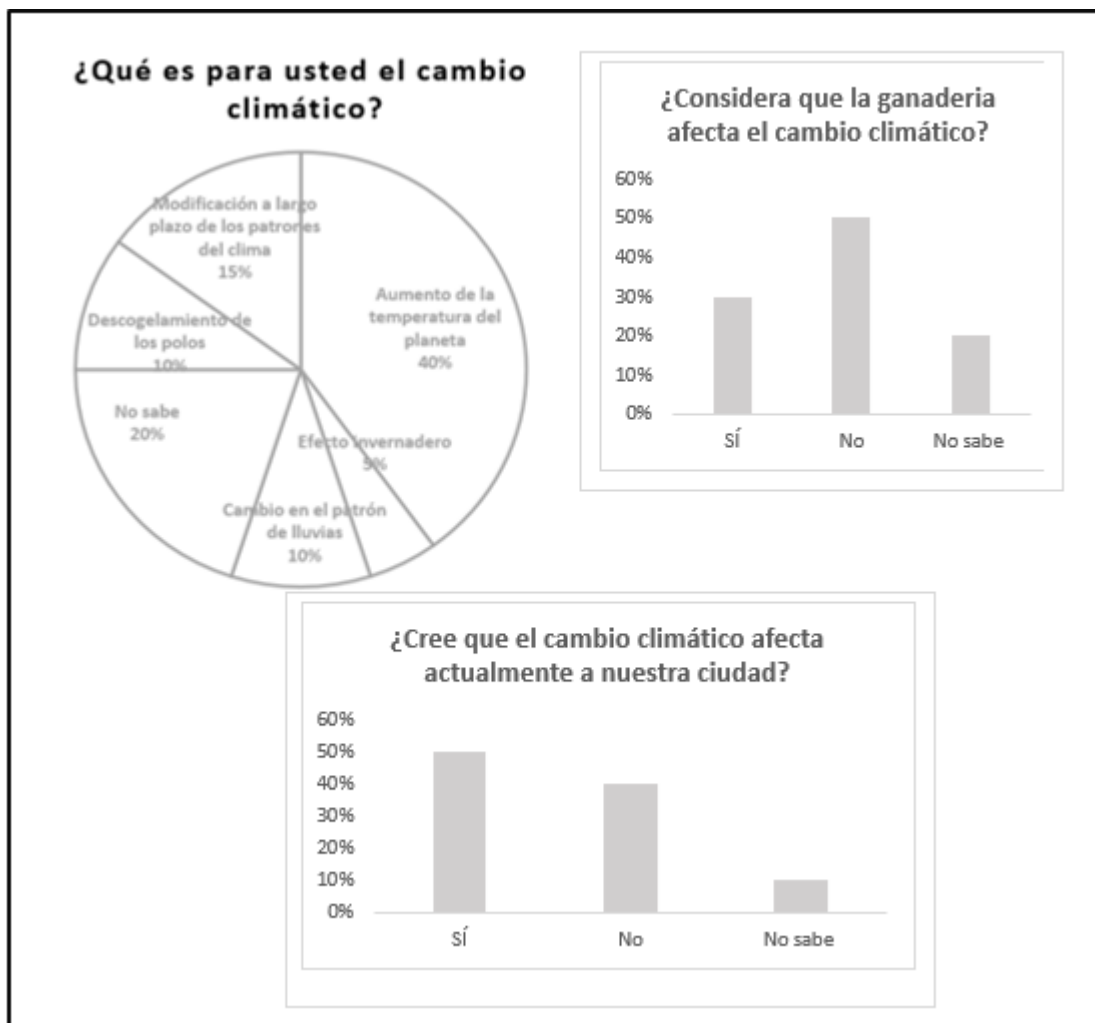
Juana: como vemos en el experimento, al combinarse vinagre con bicarbonato de sodio, se produce un gas llamado dióxido de carbono, durante esta reacción se libera energía, por eso se aumenta la temperatura, en comparación con el Frasco B, donde solo hay aire. Entonces si en la atmósfera hay mucho dióxido de carbono, que es un gas de efecto invernadero, hace que la atmósfera sea más caliente y se daña la capa de ozono. Por esta razón, nos llega directamente la radiación ultravioleta, afectándose todos los seres humanos y los animales.

Sandra: adicional a lo que han dicho mis compañeros, puedo decir que el papel aluminio actúa como la capa de ozono del planeta, reteniendo los gases como el dióxido de carbono que se produjo en el frasco A, por lo tanto, se aumenta la temperatura. Esto mismo pasa con nuestro planeta cuando hay gran cantidad de este gas. Sin embargo, este gas no solo incrementa la temperatura del planeta, también afecta los océanos, ya que el dióxido de carbono se une con el agua y aumenta su acidez, es decir se aumenta su pH y se mueren los peces, por lo tanto, los seres humanos también nos afectamos al no tener este alimento.

1. ¿Evidencia dificultades en las argumentaciones de cada uno de los estudiantes? En caso de ser afirmativa su respuesta, menciónelas.
2. ¿Considera que el experimento fue adecuado para explicar el efecto invernadero y sus implicaciones en el cambio climático? Por qué.

Viñeta III. Analiza los siguientes resultados y responde las preguntas:

Un docente de Ciencias Naturales en un colegio, trabajará el concepto de cambio climático con los estudiantes de grado décimo (edad entre 15 y 16 años). Para lo cual decide realizar un cuestionario de indagación que le permitirá identificar las concepciones alternativas de los estudiantes sobre este tema. A continuación, se presentan los resultados que encontró el docente en algunas de las preguntas formuladas:



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados de esta indagación, responda las siguientes preguntas:

1. ¿Considera que es necesario un cambio conceptual de los estudiantes sobre el cambio climático? Explique su respuesta.
2. En caso de que haya contestado afirmativamente la pregunta anterior, explique una estrategia que implementaría en una de las primeras clases para lograr el cambio conceptual sobre cambio climático en los estudiantes.

Viñeta IV. Analiza los siguientes dibujos realizados por estudiantes, donde se representa su comprensión sobre el cambio climático. Responde las preguntas que se presentan posteriormente:

Dibujo sobre cambio climático realizado por estudiante grado sexto (11 años)



Dibujo sobre cambio climático realizado por estudiante de grado sexto (11 años)



Dibujo realizado sobre cambio climático por estudiante grado séptimo (12 años)



Dibujo sobre cambio climático realizado por estudiante de grado sexto (11 años)



1. ¿Qué piensas sobre las concepciones alternativas de los estudiantes sobre el cambio climático de acuerdo con lo observado en los dibujos?
2. ¿Cuáles crees son las fuentes de las concepciones alternativas de los estudiantes sobre cambio climático?

7.2.3 Guion de la entrevista

1. ¿Cuál es su comprensión sobre el desarrollo profesional docente?
2. ¿Cuál es su opinión sobre el desarrollo profesional de los docentes de educación ambiental en el contexto escolar?
3. ¿Cuáles considera que son los factores facilitadores que contribuyen al desarrollo profesional de los docentes de educación ambiental de los colegios públicos de Bogotá?
4. ¿Cuáles considera que son los factores obstaculizadores que dificultan el desarrollo profesional de los docentes de educación ambiental de los colegios públicos de Bogotá?
5. ¿Qué aspectos deberían considerarse en el diseño de una propuesta de desarrollo profesional para los docentes de educación ambiental, orientada por la Secretaría de Educación del Distrito?

7.2.4 Guion del grupo focal

1. ¿Cuál es su comprensión sobre el desarrollo profesional docente?
2. ¿Qué tipo de acciones realizan en su desarrollo profesional docente?
3. ¿Cuáles consideran que son los factores facilitadores que contribuyen al desarrollo profesional docente?
4. ¿Cuáles consideran que son los factores obstaculizadores que dificultan el desarrollo profesional docente?
5. ¿Qué aspectos deberían considerarse en la construcción de una propuesta de desarrollo profesional para los docentes de educación ambiental, generada desde la Secretaría de Educación del Distrito?