



EL CDC EN CIENCIAS DE LA TIERRA: ESTUDIO DE CASO EN CUATRO
DOCENTES DE EDUCACIÓN BÁSICA SECUNDARIA Y MEDIA EN
INSTITUCIONES EDUCATIVAS PÚBLICAS DE COLOMBIA

ROSA CAROLINA AYALA CALVO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES

2024

EL CDC EN CIENCIAS DE LA TIERRA: ESTUDIO DE CASO EN CUATRO
DOCENTES DE EDUCACIÓN BÁSICA SECUNDARIA Y MEDIA EN
INSTITUCIONES EDUCATIVAS PÚBLICAS DE COLOMBIA

ROSA CAROLINA AYALA CALVO

Proyecto de grado para optar al título de Magister en Enseñanza de las Ciencias

Tutor

Mg. LIBARDO ANDRÉS OCAMPO CARDONA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES

2024

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que a lo largo de esta maestría prestaron todo su apoyo. A Dios por su orientación constante en mi camino y por permitirme soñar en grande; a mi hermoso esposo Andrés López y mis hijas Lourdes y Naomi por su gran colaboración y por ajustar sus rutinas para que pudiese cumplir con mis responsabilidades; a mis padres Stella y Benjamín, mis hermanas Diana, Paola, Luz Stella y Natalia, a Bertha y Juan Pablo por su constante apoyo y por creer en mí siempre.

A la Universidad Autónoma de Manizales y su equipo docente por su calidad profesional y humana, por enseñarme tantas cosas nuevas e impulsarme a lograr más metas; al equipo administrativo y directivo del programa de Maestría en Enseñanza de las Ciencias, a la Dra. Ana Milena López y a la Dra. Ligia García por su acompañamiento constante durante el programa; a mi director de tesis Libardo Andrés Ocampo por su orientación y valiosos aportes durante el desarrollo de este proyecto; y a mis queridos compañeros “Medellín”, “Heliconia”, “Bogotá” y “Macanal”, ya que sin su generosidad, tiempo y deseos de aprender, este proyecto no hubiese sido posible.

RESUMEN

Este proyecto de investigación tuvo como objetivo caracterizar el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) en la enseñanza de las Ciencias de la Tierra (CdT), realizando un estudio de caso múltiple en cuatro docentes de educación básica secundaria y media que laboran en diferentes instituciones educativas públicas de Colombia. Fue desarrollado bajo un enfoque cualitativo, con un alcance descriptivo. Para este estudio se seleccionaron docentes con experiencia, profesionales en Biología y Química, Física, y Ciencias Sociales.

El análisis se enfocó en cuatro componentes del CDC: Naturaleza de las CdT y orientaciones del Profesor, conocimiento disciplinar, conocimiento curricular, y conocimiento del contexto educativo. Los resultados muestran una visión de las CdT coherente con su formación académica y/o experiencia profesional; orientaciones hacia la didáctica predominantemente, combinando aprendizaje activo e investigación en algunos casos; y tendencias curriculares alternativas. Todos reconocen la necesidad de incluir las CdT en el aula y que los estudiantes conozcan su entorno natural y geológico.

Los docentes que orientan Ciencias Naturales o enfoques STEM muestran en general un mayor conocimiento disciplinar en CdT. Sin embargo, el alto CDC que manejan todos en sus respectivas áreas de estudio contribuye a la elaboración de estrategias que les permite abordar contenidos fuera de su área de experiencia efectivamente. El análisis de los temas abordados en el aula y los instrumentos aplicados demuestra que es posible realizar una transversalidad efectiva de las CdT desde sus respectivas áreas de estudio, contribuyendo a incrementar su CDC en esta área.

Palabras Claves: CDC, Ciencias de la Tierra, Educación Básica Secundaria.

ABSTRACT

The goal of this Project is to describe characteristics of the Pedagogical Content Knowledge (PCK) in the teaching of Earth Sciences, by using a multiple study case methodology on four secondary education teachers of different public schools in Colombia. A qualitative descriptive approach was used for this study, and four expert teachers of diverse expertise areas were selected (Biology and Chemistry, Physics and Social Studies).

The PCK analysis was focused on four components: Nature of Earth Sciences and orientations to teach them, subject matter knowledge, curricular knowledge, and educational context knowledge. The obtained results suggest that teachers perceive the Earth Sciences in different ways, according to their academic background and/or professional experience. They have mainly didactic orientations, with active learning and enquiry-driven components; and alternative curricular trends. All teachers are aware of the importance of including Earth Sciences in the classroom and encouraging students to know their natural and geological context.

The teachers related to Natural Sciences and STEM have in general a higher PCK in Earth Sciences than the other ones. Nevertheless, all of them display a good PCK in their subjects of expertise, which contributes to the elaboration of effective strategies for teaching contents out of the expertise area. The analysis of Earth Sciences topics and applied instruments demonstrates that is possible to transversalise effectively the Earth Sciences in other subject classrooms, which contributes to increment their PCK in this discipline.

Key words: PCK, Earth Sciences, Secondary Education.

CONTENIDO

1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	10
2	JUSTIFICACIÓN.....	15
3	OBJETIVOS.....	17
3.1	OBJETIVO GENERAL	17
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
4	MARCO CONCEPTUAL	18
4.1	EL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO (CDC): DEFINICIÓN Y MÉTODOS DE ESTUDIO.....	18
4.2	MODELOS TEÓRICOS PARA CONCEPTUALIZAR EL CDC.....	19
4.3	COMPONENTES DEL CDC.....	26
4.3.1	La Naturaleza de las CdT y las Orientaciones del Profesor	27
4.3.2	El conocimiento del Contenido o Disciplinar.....	30
4.3.3	El Conocimiento Curricular.....	31
4.3.4	El Conocimiento del Contexto	32
6	METODOLOGÍA	34
6.1	ENFOQUE Y ALCANCE DEL PROYECTO.....	34
6.2	POBLACIÓN Y CONTEXTO.....	34
6.3	UNIDAD DE TRABAJO	35
6.4	CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	37
6.5	UNIDAD DE ANÁLISIS.....	37
6.6	TÉCNICAS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	40
6.6.1	Instrumento 1: Encuesta Inicial (I1-ENI)	40
6.6.2	Instrumento 2: Documentos generados por el investigador para ser desarrollados por los participantes (I2-ReCo/I2-ETR)	40

6.7	DISEÑO METODOLÓGICO	43
6.8	PLAN DE ANÁLISIS	43
7	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	46
7.1	RESULTADOS INICIALES Y DEFINICIÓN DE TENDENCIAS	46
7.2	RESULTADOS POR DOCENTE.....	51
7.2.1	Heliconia.....	51
7.2.2	Bogotá.....	54
7.2.3	Macanal	58
7.2.4	Medellín.....	61
7.3	COMPARACIONES ENTRE DOCENTES CON RESPECTO AL CDC ENFOCADO A LAS CDT	70
7.4	SITUACIONES Y PROBLEMAS FRENTE A LA ENSEÑANZA DE LAS CDT DESDE OTRAS ÁREAS DE LAS CIENCIAS	72
8	CONCLUSIONES	75
9	RECOMENDACIONES	77
10	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
12	ANEXOS.....	85

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de parámetros poblacionales y del contexto donde laboran los profesores participantes.....	35
Tabla 2. Subcategorías y parámetros a investigar para cada una de ellas.	39
Tabla 3. Tendencias identificadas y sus descriptores.	47
Tabla 4. Resultados de los Instrumentos aplicados en los cuatro docentes.....	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelos de conocimiento base de los profesores y CDC de acuerdo a Schulman (1987), Grossman (1990), Fernández y Stiehl (1995), y Gess-Newsome (1999).	21
Figura 2. Modelo de CDC propuesto por Magnusson et al. (1999)	22
Figura 3. Modelo hexagonal de CDC propuesto por Park y Oliver (2008).	23
Figura 4. Modelo por consenso de la cumbre de expertos en CDC de 2012-CM (Gess-Newsome, 2015), y modelo por consenso refinado de la cumbre de CDC de 2016-RCM (Carlson y Daehler, 2019).	25
Figura 5. Ruta metodológica del proyecto de investigación.	43
Figura 6. Códigos usados en el proyecto y sus agrupaciones en tendencias para cada subcategoría de estudio.....	45
Figura 7. Tópicos en CdT que pueden ser transversalizados en otras disciplinas.....	74

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1:Consentimiento Informado	85
Anexo 2:Instrumento 1 (Preguntas de la Encuesta Inicial)	87
Anexo 3:Documento 1 – Instrumento 2 (Representación de Contenido).....	93
Anexo 4:Documento 2 – Instrumento 2 (Ejercicio de Transversalidad).....	96
Anexo 5:Códigos empleados para clasificar la Información.....	100
Anexo 6:Resultados de los instrumentos.....	106
Anexo 7:Material de apoyo para enseñar contenidos en CdT	107

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El propósito principal de este proyecto de investigación es realizar un estudio de caso múltiple en cuatro docentes que laboran en instituciones educativas públicas, con el fin de describir características del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) en la enseñanza de las Ciencias de la Tierra (CdT) a nivel de educación básica secundaria y media en el estado actual en que se imparten en Colombia.

El CDC, desde su planteamiento y conceptualización inicial (Schulman, 1986, 1987), se ha convertido en un importante tema de investigación tanto en la enseñanza de las Ciencias en general como en diferentes disciplinas específicas. Un rastreo bibliográfico realizado por Fernández y Fernandes-Goes (2014) indicó que hasta el año 2013 existían unos 3329 documentos sobre estudios en CDC, de los cuales 85% corresponden a artículos científicos de carácter empírico.

Además de la considerable cantidad de artículos de investigación sobre este tema, hasta la fecha se han publicado varios libros que recopilan fundamentos conceptuales sobre el CDC y su evolución, modelos de CDC, métodos de análisis e investigaciones empíricas de los últimos 25 años, entre los que se resaltan: Gess-Newsome y Lederman (1999); Loughran *et al.* (2012); Garritz *et al.* (2014); Grangeat (2015); Berry *et al.* (2015); Humme *et al.* (2019)¹. Estos dos últimos libros recopilan los resultados e investigaciones de los dos cumbres de expertos que se han realizado en CDC: el PCK Summit (Colorado Springs, 2012) y el 2nd PCK Summit (Leiden, 2016). Estos dos encuentros se realizaron con el fin de establecer las bases conceptuales del CDC y responder interrogantes acerca de sus atributos, sus herramientas y métodos de análisis, así como las divergencias o puntos de encuentro entre los resultados obtenidos.

En el ámbito nacional, si bien la producción en CDC y el estudio de sus componentes no es extensa, se encuentran investigaciones enfocadas en la aplicación del CDC en diversas áreas como la formación del profesorado (Duque *et al.*, 2014; Vázquez y Rodríguez, 2014; López, 2019), disciplinas específicas como la Química (Mora y Parga, 2008; Mora y Parga, 2014; Ruiz, 2023), la Física (Melo *et al.*, 2016, Melo *et al.*, 2018), la Biología (Rincón y Robledo, 2010), y

¹Este listado sólo contiene los libros publicados en inglés y español.

las Matemáticas (Patiño et al., 2019). En el campo de las CdT, se encuentran algunos trabajos de CDC en la parte de las ciencias ambientales (Mora, 2015; Quiroga, 2021).

Entre el 2020 y 2022 se ha visto un incremento en los trabajos de grado, tanto de Pregrado como de Maestrías y Doctorados, en temas relacionados con el CDC, con un predominio de tesis de grado que tratan el CDC en la enseñanza de la Química, y en menor proporción en la enseñanza de la Biología, Matemáticas y Física. La Universidad Pedagógica Nacional tiene la mayor cantidad de trabajos en este tema (12 tesis en los últimos 3 años). De temas relacionados con las CdT se encontraron sólo dos tesis de pregrado y doctorado enfocadas al CDC en la educación ambiental (Duarte, 2020; Lozada, 2021).

Como se puede observar, es bastante amplia la información disponible sobre el CDC, y esto se debe al interés que despierta en las investigaciones en educación debido a su gran utilidad para capturar, retratar y articular el conocimiento experto y único que tienen los profesores acerca de la enseñanza (ya sea de manera general o de tópicos específicos), en formas comprensibles y significativas para que pueda ser compartido en la comunidad profesional y aplicado en sus diferentes entornos; con el objetivo de mejorar las prácticas de enseñanza y los aprendizajes de los estudiantes (Loughran *et al.*, 2012); así como el ajuste y mejoramiento de los programas de formación docente a nivel universitario (Abell *et al.*, 2009; Francis, 2015).

Verdugo *et al.* (2017) realizaron una recopilación bibliográfica acerca de estudios sobre la relación entre el CDC del profesor y su influencia sobre los aprendizajes y motivación de los estudiantes, y concluyen que los profesores con un buen CDC conducen a sus estudiantes a mejores resultados, y generan un mayor interés en los estudiantes en profundizar estos temas a futuro. De esta manera nace la inquietud de estudiar el CDC específicamente en CdT, pues se considera que es muy importante fortalecer esta área del conocimiento en el sistema educativo y que en general, comparado con otras ciencias, existe poca información al respecto.

Diversas investigaciones resaltan la importancia del estudio de las CdT en la construcción y desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes. Autores como Aguirre (2014), King (2008), Orion (2019) y Occipinhi (2020) mencionan el potencial de las CdT para desarrollar la observación, el pensamiento abductivo, la capacidad de pensamiento a gran escala y con diferentes perspectivas temporales, la habilidad de sintetizar y generalizar, la capacidad de

abstracción, el pensamiento de sistemas holísticos y las relaciones entre diversas variables, el pensamiento espacial de alto nivel, entre otros. Según Orion (2019), el entendimiento de intervalos muy grandes de tiempo (“deep time”), el pensamiento cíclico y de sistemas, son rasgos únicos en la educación en CdT.

Para el ciudadano común es necesario también tener un conocimiento adecuado del sistema terrestre en el que vivimos, debido a su estrecha relación con los desafíos que enfrenta actualmente la humanidad (cambio climático, agotamiento de los recursos minerales, escasez de agua, la creciente exposición a riesgos por desastres naturales). Las CdT también pueden contribuir en la toma de decisiones más conscientes, y de promover cambios sociales, políticos y económicos (NSF, 2009; Pedrinacci *et al.*, 2013; Correa y Greco, 2017).

No obstante, la educación en CdT a nivel de básica secundaria y media en Colombia carece de un amplio alcance, pues sus contenidos se encuentran inmersos dentro de las propuestas curriculares de las Ciencias Naturales y Sociales (Claret *et al.*, 2019). Además, a pesar de que en el país hay un buen número de programas universitarios especializados en las CdT y ciencias afines con alto reconocimiento por su calidad científica y técnica², no existe formación docente específica en el área de las CdT (de ahí su poca producción académica en tesis y artículos de investigación). Por lo tanto, los contenidos relacionados con las CdT a nivel de secundaria y media suelen ser abordados por docentes especializados en otras áreas de estudio, y bajo diseños curriculares enfocados a otras áreas del conocimiento (Biología, Química y Física).

El abordar contenidos de CdT cuando la formación disciplinar del docente es otra puede resultar en el recorte de temas para los cuales el docente no se encuentra preparado o no le genera interés (Arias *et al.*, 2018). Diversos estudios resaltan que cuando se enseña un concepto fuera del campo de especialidad del docente, las clases se centran más en el profesor y en la

² La Universidad Nacional de Colombia (sede Bogotá) cuenta con programas de Pregrado y Maestría en: Geología, Geofísica, y Meteorología, y es la única que ofrece Doctorado en Geociencias. Universidades con programas de Pregrado y Maestría en Geología/Geociencias/Ciencias de la Tierra/Geofísica: Universidad de Caldas, Universidad Eafit, Universidad Industrial de Santander, Universidad del Norte. Universidades con sólo programas de pregrado en Geología/Geociencias/Ciencias de la Tierra: Universidad de Los Andes, Universidad del Rosario, Universidad de Pamplona. Esta lista incluye sólo las carreras científicas, sin contar las Ingenierías Geológicas, geotécnicas, de minas o afines a las CdT. Los programas ofrecidos por las Universidades del Norte y los Andes tienen menos de 10 años de fundados, pero presentan acreditaciones de alta calidad.

transmisión de información que en el desarrollo conceptual o el razonamiento a profundidad; se usan menos estrategias instructivas y las preguntas tienen menor nivel de dificultad; el docente no detecta obstáculos o ideas erróneas en sus estudiantes, o peor aún, corre el riesgo de transmitirlos o reforzarlos; y se presentan también dificultades en la planeación de las lecciones y la selección de los contenidos a enseñar (Grossman *et al.*, 1989; Abell, 2007; Hashweh, 2005; Kind, 2009b; Mizzi, 2013). Además, se generan problemas para determinar los objetivos de aprendizaje, los conceptos clave, y las estrategias de enseñanza más pertinentes (Sanders *et al.*, 1993, como se citó en Verdugo *et al.*, 2017).

No obstante, si bien tener un amplio conocimiento disciplinar es un prerrequisito para la buena enseñanza, no hay garantía de que un profesor especialista en CdT sea capaz de enseñarlas efectivamente, pues de hecho, los estudios realizados indican que no existe una correlación directa entre el nivel de conocimiento del profesor sobre un tema y el grado de aprendizaje de los estudiantes o la calidad de la enseñanza (Grossman *et al.*, 1989; Jüttner *et al.*, 2013; Abell, 2007; Kind, 2009a). Mizzi (2013) señala que los grandes especialistas en una disciplina específica que no cuentan con formación docente suelen usar métodos tradicionales de enseñanza, como la transmisión de conceptos, los cuales no son suficientes para lograr aprendizajes en profundidad; y Abell (2007) señala que algunos docentes que no tienen un alto conocimiento disciplinar lo compensan con otros tipos de habilidades y conocimientos adquiridos en su experiencia docente que les permite a la final lograr una enseñanza efectiva. Los profesores con mayor experiencia también pueden identificar conceptos clave con más facilidad y transferirlos a otros dominios del conocimiento para realizar aproximaciones interdisciplinarias (Sun You, 2017).

Estudios previos han demostrado que debido al carácter holístico y multidisciplinario de las CdT, es posible establecer relaciones y abordarlas efectivamente en conjunto con otras áreas de las Ciencias: desde el análisis CTSA o STEM (Correa y Greco, 2017); en la Biología (Damron, 2011), la Física (King y Kennett, 2002; Plotnick *et al.*, 2009); la Química (Greenwood *et al.*, 2019); las Ciencias Sociales (Lacreau, 2015; Peña y Arias, 2020); en las Ciencias ambientales y estudios de sostenibilidad (Vasconcelos y Orion, 2021); y la formación de docentes (Arias *et al.*, 2018). La integración de las ciencias y las aproximaciones interdisciplinarias contribuyen a que los estudiantes realicen mejores conexiones y logren aprendizajes más significativos, en contraste con las aproximaciones basadas sólo en una

disciplina y con conocimientos fragmentados. Esto se debe a que los problemas reales que aborda la ciencia raramente se confinan a un solo campo disciplinar (Sun Yu, 2017; Correa y Greco, 2017).

Teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesario identificar aspectos del CDC en CdT de los profesores que actualmente imparten Ciencias Naturales y Sociales a nivel de básica secundaria y media, para poder conocer las bases con las cuales abordan los temas presentes en los currículos colombianos, analizar cómo perciben las CdT y las relacionan con las asignaturas que orientan, y entender cómo funciona su CDC cuando se abordan temas fuera de su campo de especialidad. Esta aproximación se considera un buen punto de partida para lograr una mejor integración de las CdT en los currículos actuales. Para concluir este apartado, se propone la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué características del CDC en la enseñanza de las Ciencias de la Tierra (CdT) manifiestan los cuatro docentes de secundaria y media analizados en este estudio de caso?

2 JUSTIFICACIÓN

La ley de Educación Nacional contempla como uno de los objetivos educativos en el país “la adquisición de una conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente, el uso racional de los recursos naturales, de la prevención de desastres, dentro de una cultura ecológica y del riesgo y la defensa del patrimonio cultural de la Nación” (Ley General de Educación, 1994, Artículo 5.10). Para entender mejor acerca de las sostenibilidad, los recursos naturales y el cambio climático indudablemente se requiere entender cómo funciona nuestro planeta y aprender a relacionar los conocimientos de CdT en nuestro entorno social.

En el capítulo anterior se discutieron también los múltiples beneficios del estudio de las CdT para desarrollar habilidades cognitivas y científicas en los estudiantes, soportados por investigaciones realizadas por múltiples autores; así como su potencial para ser abordadas con aproximaciones interdisciplinarias y conectar sus contenidos con otras disciplinas, lo cual contribuye a lograr aprendizajes más significativos en los estudiantes.

Se es consciente de las múltiples dificultades de tiempo y los retos que experimentan los profesores a la hora de introducir nuevos temas o conceptos, en especial aquellos en los que no se tiene formación previa. Es por eso que se pretende indagar en la relación de los profesores de educación básica secundaria y media con las CdT desde sus respectivas asignaturas y su experiencia en el aula, así como brindarles un espacio de reflexión que les permita analizar cómo las CdT pueden enriquecer y complementar la comprensión de conceptos en sus respectivas áreas de estudio.

Los estudios en CDC son amplios y variados, pero las CdT tienen considerablemente menos información que otras disciplinas como la Química, la Física y la Biología; y en especial en Colombia donde la educación en CdT ha sido poco investigada. Si bien un estudio de caso de cuatro profesores no es suficiente para establecer un panorama general del CDC en CdT en las instituciones educativas de Colombia, es un buen comienzo para probar metodologías y aproximaciones que ayuden a aportar a las investigaciones sobre educación en CdT en el país.

Este proyecto tiene un gran énfasis en la descripción e identificación de los siguientes componentes del CDC en CdT en los cuatro profesores estudiados: la naturaleza de las CdT y orientaciones del profesor, el conocimiento del contenido, el conocimiento curricular y el

conocimiento del contexto educativo. En futuros estudios se espera llegar a una fase de intervención, en la cual los profesores reciban el acompañamiento necesario para lograr integrar efectivamente las CdT en sus áreas de enseñanza, desarrollar su CDC, y que los estudiantes logren entender mejor los sistemas terrestres de una forma holística y contextualizada al lugar donde viven.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar el conocimiento didáctico del contenido (CDC) en la enseñanza de las Ciencias de la Tierra (CdT) para cuatro docentes de educación secundaria y media en instituciones de educación pública, mediante el análisis de componentes del CDC.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reconocer los componentes del CDC en Ciencias de la Tierra presentes en los cuatro profesores analizados de básica secundaria y media en Instituciones Educativas públicas.
- Describir las características de los componentes del CDC en Ciencias de la Tierra desde la perspectiva de profesores de diferentes áreas/asignaturas y profesionales no-geocientíficos.
- Identificar situaciones o problemas que los profesores analizados presentan frente a la enseñanza de las CdT en las asignaturas que orientan.

4 MARCO CONCEPTUAL

A través de este marco conceptual, se introducirá al lector en los aspectos más relevantes acerca del CDC, cómo se estudia, sus modelos teóricos y su relación con la enseñanza en CdT.

4.1 EL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO (CDC): DEFINICIÓN Y MÉTODOS DE ESTUDIO

El CDC es un concepto introducido por Schulman (1986, 1987, originalmente descrito como PCK por sus siglas en inglés), el cual expresa la forma de representar y formular los contenidos de manera que se hagan comprensibles a otros. En otras palabras, es el conocimiento que se usa para la enseñanza. Según el autor, dentro del CDC se estudian las formas de representar las ideas, qué hace que el aprendizaje de un tópico sea fácil o difícil, las ideas preconcebidas y su influencia en el proceso de aprendizaje, así como las estrategias para reenfocar ideas erróneas que traigan los estudiantes.

La cumbre acerca de CDC realizada en el 2012 definió por consenso el CDC como el atributo personal de un profesor que considera ambas partes, un conocimiento base y una acción. Para el grupo de expertos, el CDC es el conocimiento de, el razonamiento detrás, la planeación de, y el acto de enseñar un tópico particular en una forma particular, por una razón particular y a unos estudiantes en particular, para obtener mejores resultados en los estudiantes (Gess-Newsome, 2015). El CDC es multifacético y se desarrolla con el tiempo a medida que se adquiere más experiencia profesional y contacto con sus estudiantes. El factor emocional, los valores y creencias de los profesores también influyen su CDC (Kind, 2009a; Loughran *et al.*, 2004; Gess-Newsome, 2015).

Uno de los mayores retos a la hora de documentar el CDC en cualquier área de estudio es que éste no es un conocimiento explícito, ya que cuando un docente prepara sus clases no piensa cómo está usando su CDC, con qué modelo se identifica o cómo interactúan sus componentes. Por este motivo, se han desarrollado diversas técnicas y herramientas para describir y caracterizar el CDC en los profesores:

Kind (2009a) describe algunos métodos como los sondeos, los estudios de intervención y el análisis de docentes realizado por investigadores expertos. En el caso de los sondeos, se realizan análisis puntuales para determinar aspectos específicos, por ejemplo, la respuesta de los

estudiantes ante una idea errónea (*misconception*). Los estudios de intervención hacen un seguimiento de los resultados de la enseñanza antes, durante y después de la intervención y analizan su impacto. Los análisis de docentes se realizan por evaluaciones donde se infiere un perfil general de CDC de los docentes a partir del análisis de múltiples fuentes: entrevistas, mapas conceptuales, reflexiones a partir de videos, entre otros (Fernández, 2014).

En este sentido, Loughran *et al.* (2004) desarrollaron una metodología basada en dos instrumentos principales para extraer ese conocimiento de los profesores y definirlo: las representaciones del contenido (ReCos), que tienen que ver directamente con el contenido particular de la ciencia (ideas generales, concepciones alternativas, formas de evaluar, entre otras), y se trabajan en grupos de profesores; y los repertorios de experiencia profesional y pedagógica (Re-PyPs), que se asocian a la práctica docente, y son desarrollados por los profesores individualmente.

Siguiendo este razonamiento, Chan y Humme (2019) realizaron una revisión sistemática de 99 estudios empíricos destinados a caracterizar el CDC de los profesores de Ciencias en diferentes partes del mundo; y describen cuatro dimensiones del CDC que los investigadores estudian: El conocimiento declarativo o “*conocer qué*” (lo que el profesor conoce); el conocimiento procedimental o “*conocer cómo*”; el conocimiento estratégico o “*conocer cuándo, dónde y cómo*” (lo que el profesor hace); y el conocimiento esquemático o “*conocer por qué*” (las razones detrás de sus acciones). Según las autoras, las fuentes de datos para caracterizar CDC provienen principalmente de cuestionarios/encuestas escritas, entrevistas (usualmente semiestructuradas y personales), artefactos de las tareas de enseñanza (planes de enseñanza, videos, reflexiones), observaciones de clase, diarios de reflexión, mesas de trabajo docentes, entre otros.

4.2 MODELOS TEÓRICOS PARA CONCEPTUALIZAR EL CDC

Desde que Schulman (1986, 1987) introdujo el término de CDC, diferentes investigadores han trabajado en la creación de modelos conceptuales que permitan tener un fundamento acerca de qué es el CDC y de qué se compone. Esto ha derivado en una buena cantidad de modelos explicativos del CDC con diferentes componentes y relaciones (Fernández, 2014; Kind, 2009a).

Las divergencias entre estos modelos y su fundamento conceptual no pasaron desapercibidas entre los expertos en CDC. En 1999 se publicó la primera compilación de modelos de CDC para su análisis (Gess-Newsome y Lederman, 1999); y hasta la fecha se han realizado dos cumbres de expertos en CDC (2012 y 2016), donde se analizaron los fundamentos teóricos del CDC y aspectos claves para su investigación. De estos dos encuentros se obtuvieron los dos modelos consensuados CM (cumbre de 2012; Gess-Newsome, 2015) y RCM (cumbre de 2016; Carlson y Daehler, 2019). A continuación se realizará una breve descripción de algunos de los modelos más utilizados en la literatura sobre estudios en CDC.

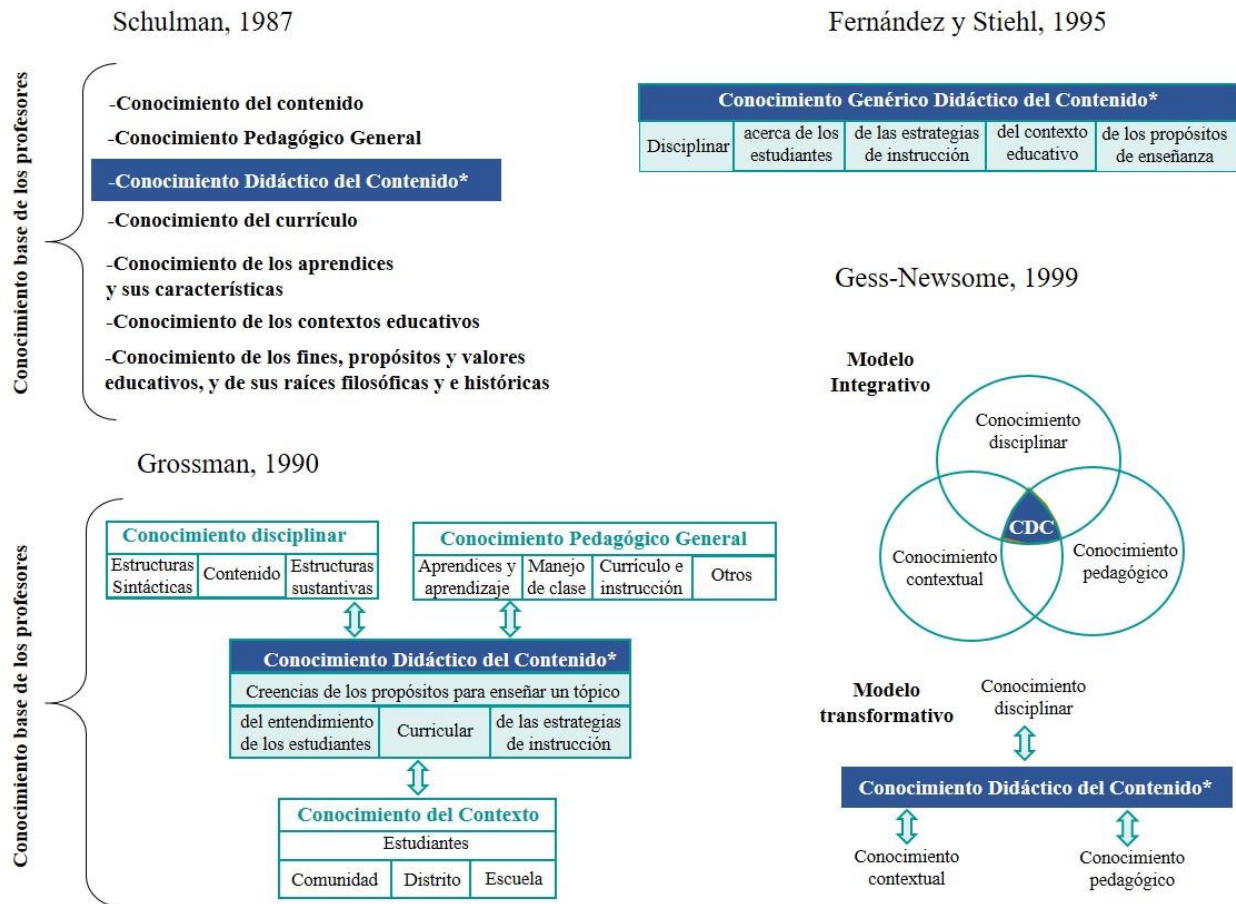
En primer lugar, se encuentra el modelo de Schulman (1987), que estableció la base para estudiar el CDC. En su modelo se describen siete categorías esenciales para el conocimiento base de los profesores (Figura 1), de las cuales el CDC es una de ellas.

El modelo de Grossman (1990) sigue la línea de Schulman, aunque reduce el conocimiento base de los profesores a cuatro categorías (Figura 1). Para el CDC, el autor le da una especial jerarquía a las creencias acerca de los propósitos para enseñar un tema, la cual interactúa con otros tres componentes: el conocimiento de los estudiantes acerca de los contenidos o la disciplina, el conocimiento de los materiales curriculares disponibles para enseñar un tema; y las estrategias y representaciones para enseñar los tópicos (Figura 1).

La inclusión del conocimiento del contenido o disciplinar como parte del CDC y del conocimiento acerca de los contextos educativos se introduce en el modelo presentado por Fernández y Stiehl (1995). Su modelo cuenta con los siguientes componentes (Figura 1): conocimiento del contenido; conocimiento acerca de los estudiantes; conocimiento de las estrategias instructivas; el contexto y los propósitos de la enseñanza.

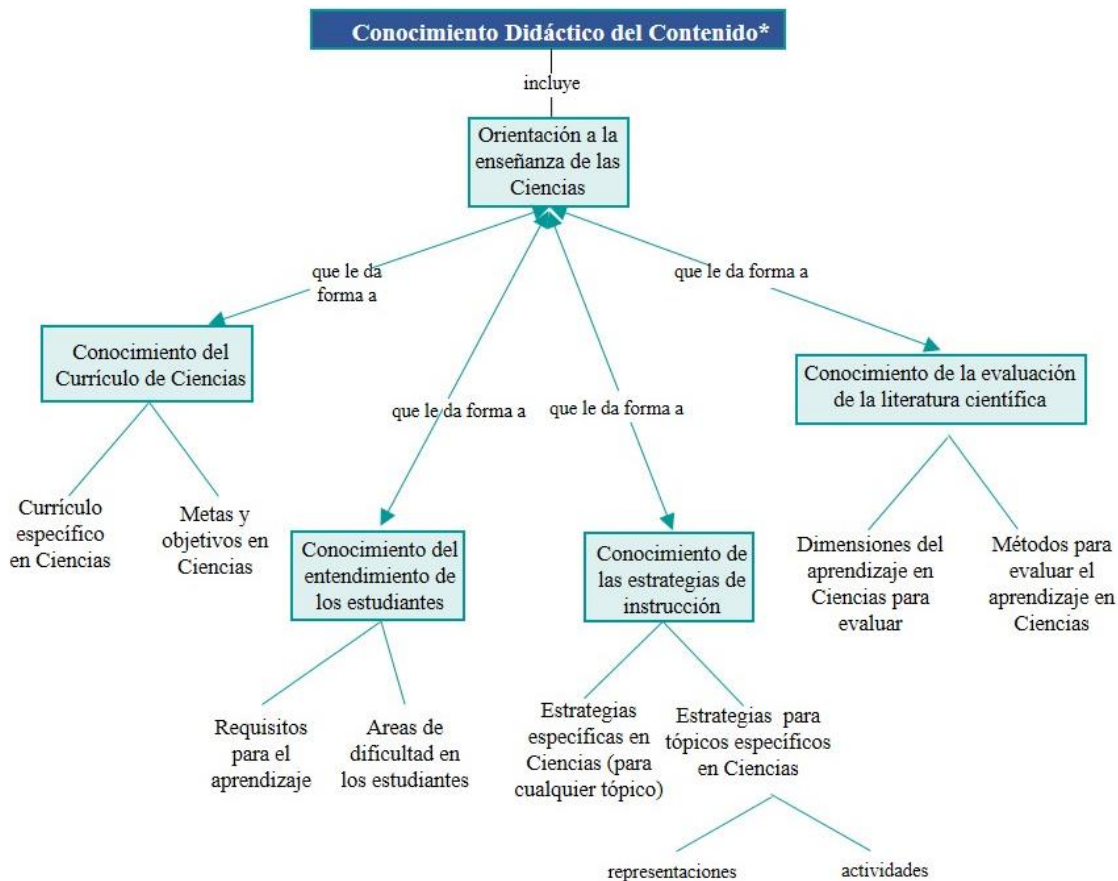
Gess-Newsome (1999) analiza los modelos de CDC en dos enfoques: transformativo e integrativo (Figura 1). Los modelos integrativos consideran el CDC como la intersección o combinación entre los conocimientos disciplinar, educativo y contextual; y los modelos transformativos ubican al CDC como resultado de la transformación de los conocimientos pedagógico, disciplinar y contextual durante la práctica docente.

Figura 1. Modelos de conocimiento base de los profesores y CDC de acuerdo a Schulman (1987), Grossman (1990), Fernández y Stiehl (1995), y Gess-Newsome (1999).



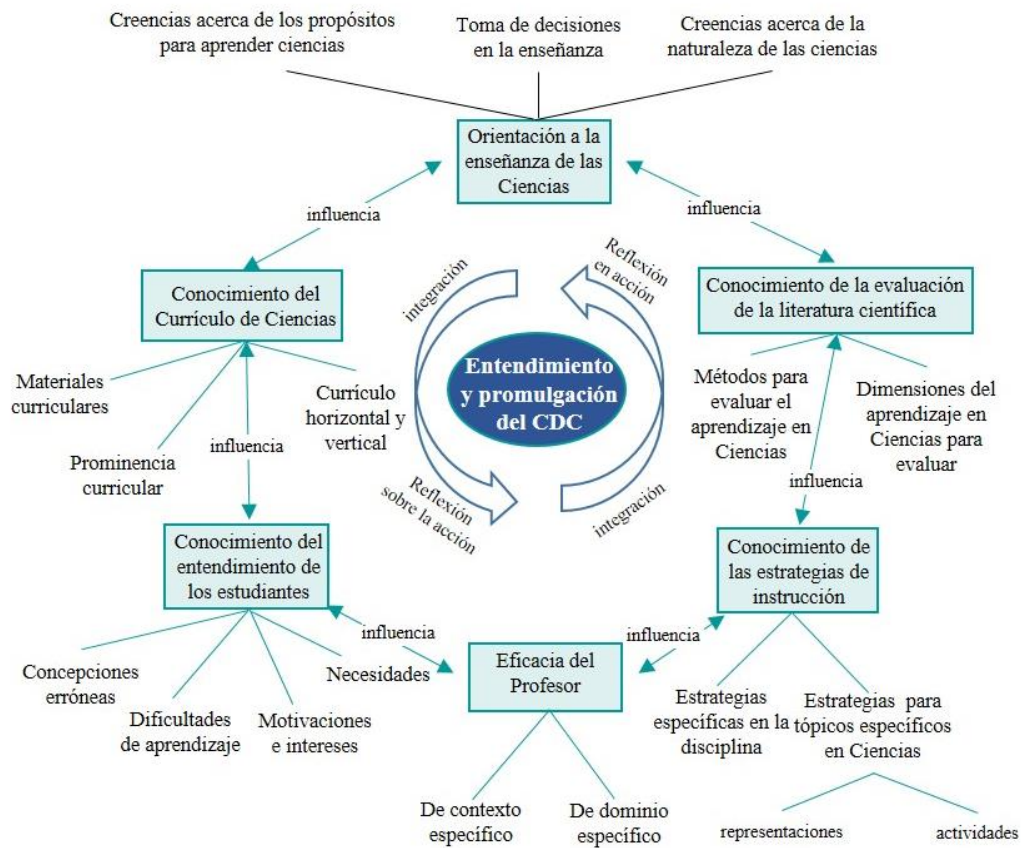
El modelo de Magnusson *et al.* (1999) es el modelo más utilizado y referenciado en los estudios enfocados en CDC. Este introduce como parte fundamental del CDC las Orientaciones a la enseñanza de las Ciencias, que le dan forma a los otros cuatro componentes de su modelo e influyen en las acciones del profesor en la práctica: el conocimiento del currículo en Ciencias, el conocimiento del entendimiento de los estudiantes acerca de la Ciencia, el conocimiento de las herramientas de instrucción y el conocimiento de la evaluación de la literatura científica (Figura 1). Al igual que Grossman (1990), este modelo no incluye el conocimiento del contenido o disciplinar como componente del CDC.

Figura 2. Modelo de CDC propuesto por Magnusson et al. (1999)



Park y Oliver (2008) realizan una revisión conceptual del CDC y modifican el modelo original presentado por Magnusson *et al.* (1999), añadiendo un sexto componente denominado la eficacia del profesor (Figura 3). La principal contribución de este modelo es la importancia de la reflexión relacionada al conocimiento en acción y sobre la acción; el reconocimiento del rol de los estudiantes en la forma como el CDC es organizado, desarrollado y validado; y el carácter idiosincrático del CDC.

Figura 3. Modelo hexagonal de CDC propuesto por Park y Oliver (2008).



La cumbre de expertos realizada en el año 2012, la cual contó con más de 30 investigadores en CDC y un plan de trabajo de varios meses previos al evento, dio como resultado un modelo general consensuado, conocido en la literatura como *consensus model* o CM (Figura 4). Este modelo se encuentra descrito en Gess-Newsome (2015), y se caracteriza por representar el CDC en dos aspectos: un CDC teórico o canónico (que es representado por el CDC de tópico específico) y un CDC personal o idiosincrático, que se genera cuando el conocimiento profesional es transformado a través de la práctica de clase (Fernández, 2014). Las orientaciones y creencias de los profesores se separan como tal del constructo del CDC y actúan como filtros para transformar el CDC personal. El CDC incluiría entonces lo que un profesor conoce, lo que hace y su razonamiento detrás de ello.

Una de las grandes contribuciones del modelo consensuado (CM) con respecto a los modelos previos es mostrar la movilidad y la construcción del CDC a través de la acción docente, así como la influencia de los resultados de los estudiantes para darle forma a todos los aspectos del CDC: el personal, del conocimiento profesional de tópico específico (canónico) y las bases del conocimiento profesional del profesor.

Pocos años después, los investigadores notaron aún dificultades para capturar los datos y analizarlos adoptando el modelo CM en sus trabajos, lo que llevó a una nueva cumbre de 24 expertos realizada en el año 2016, enfocada a las aproximaciones y técnicas para analizar datos y caracterizar el CDC. De esta cumbre se obtuvo el modelo consensuado refinado, o RCM (Figura 4), descrito en detalle por Carlson y Daehler (2019). Este modelo concéntrico y centrado en la práctica de la enseñanza describe la forma en que el conocimiento y la experiencia le dan forma a las prácticas docentes y permea los resultados de los estudiantes.

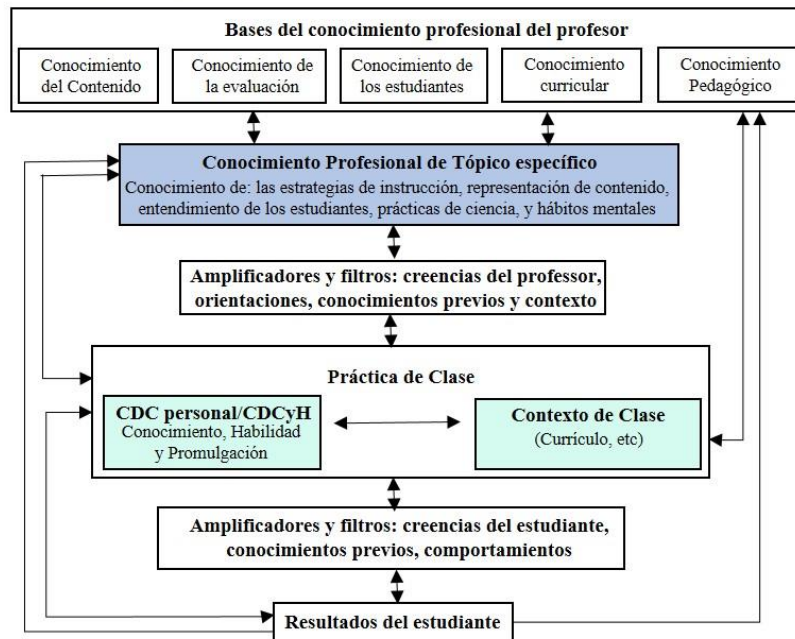
El modelo RCM define los siguientes componentes (o esferas) del CDC (Figura 4): El CDC promulgado (*enacted PCK*), que se refiere al conocimiento y habilidades específicas utilizadas por un profesor individual en una situación en particular (estudiantes y objetivo de aprendizaje específicos); El CDC personal (*personal PCK*), que se refiere al conocimiento acumulativo y dinámico, además de las habilidades de un profesor individual que refleja las experiencias propias de enseñanza y aprendizaje, más las contribuciones de otros profesionales y estudiantes a los que se ha enseñado previamente; el contexto de aprendizaje, que actúa como amplificador/filtro para darle forma al CDC personal; el CDC colectivo (*collective PCK*), que es un conocimiento base especializado para la enseñanza de las Ciencias que ha sido articulado y compartido entre un grupo de profesionales (por ejemplo lo que se documenta en un ReCo); y por último las bases del conocimiento profesional, que representan los aspectos más amplios del conocimiento profesional de un profesor (conocimiento del contenido, pedagógico, de los estudiantes, curricular y de la evaluación en Ciencias).

El modelo RCM visualiza mejor la conexión entre el conocimiento estático y el CDC dinámico que se manifiesta en el aula de clase, y también ubica qué partes del CDC se consideran individuales y propias de cada profesor, y qué partes son conocimientos compartidos. Sin embargo, no especifica los mecanismos por los cuales se conectan los diferentes componentes. En el caso de tratar de analizar qué hacen específicamente los profesores para

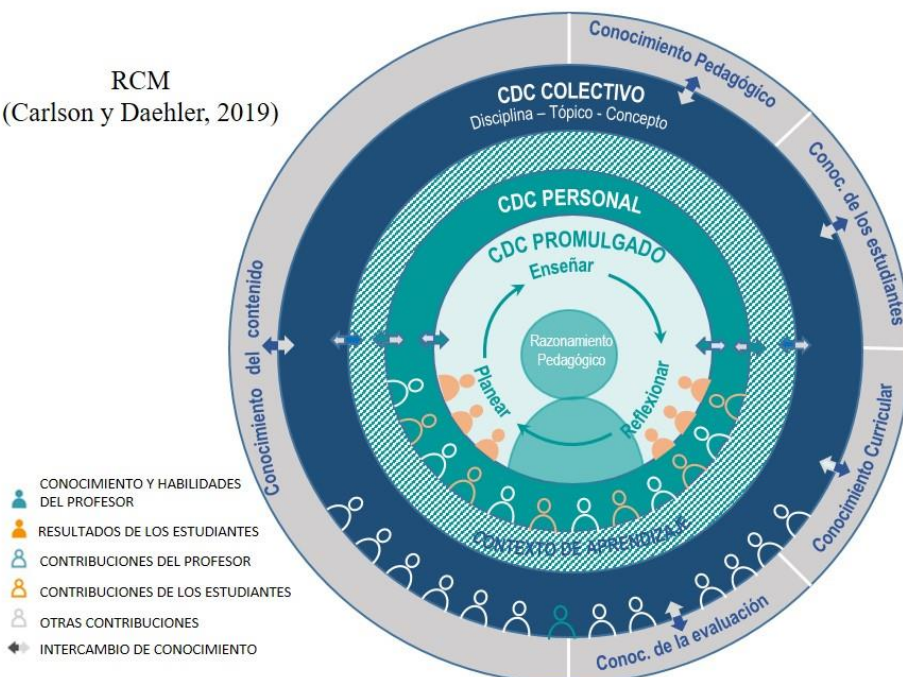
dilucidar su CDC pueden ser más sencillo de aplicar modelos basados en componentes como los descritos anteriormente.

Figura 4. Modelo por consenso de la cumbre de CDC de 2012-CM (Gess-Newsome, 2015), y modelo por consenso refinado de la cumbre de CDC de 2016-RCM (Carlson y Daehler, 2019).

CM (Gess-Newsome, 2015)



RCM
(Carlson y Daehler, 2019)



4.3 COMPONENTES DEL CDC

Para el cumplimiento de los objetivos de la presente investigación se escogieron cuatro componentes que se consideran importantes para evaluar las bases con las cuales los profesores de otras áreas abordan las CdT: la naturaleza de las CdT y orientaciones del profesor, el conocimiento del contenido o disciplinar, el conocimiento curricular y el conocimiento del contexto educativo.

El fundamento teórico para escoger los componentes mencionados se basó teniendo en cuenta los modelos de Magnusson *et al.* (1999) y Park y Oliver (2008), en los cuales se diferencian componentes que permiten ver diferentes aspectos del CDC, sin dejar de lado que todos se encuentran interrelacionados, y que el CDC se construye a partir del proceso cíclico de reflexión, las prácticas de aula y a la interacción con los estudiantes. A nivel del modelo RCM, este proyecto aborda aspectos de los tres círculos externos: el de conocimiento base de los profesores y el del CDC colectivo permeado por los contextos de aprendizaje.

El conocimiento de los estudiantes y las estrategias/métodos de evaluación, pese a que están presentes en los modelos usados como base, no se tratan a profundidad en este trabajo. Se es consciente de su gran importancia en el estudio de un CDC, pero en este estudio no se trabajó directamente con estudiantes en el aula ni se observaron momentos de clase, tampoco se analizó la progresión en sus aprendizajes. Por este motivo, la parte que concierne a los estudiantes se abordará más desde el punto de vista de su contexto e intereses acerca de las CdT.

El conocimiento de los estudiantes abarca aspectos como el entendimiento de las ideas previas/concepciones erróneas, sus dificultades de aprendizaje, motivación e intereses (Magnusson *et al.*, 1999). Este conocimiento es clave para lograr aprendizajes efectivos, y ayuda en el proceso de construcción del CDC.

Las estrategias y métodos de evaluación, de acuerdo a Magnusson *et al.*, (1999), comprenden qué es importante evaluar de los aprendizajes en Ciencias para medir un nivel adecuado de alfabetización científica, así como los métodos más apropiados para evaluar las ciencias de manera general y algún tópico en específico (reportes de laboratorio, modelos, diarios, exámenes escritos, proyectos, entre otros).

Las estrategias de instrucción también se describen como componente de los modelos de base utilizados, y comprenden aspectos como la representación de los contenidos, las actividades a desarrollar, entre otros. Las estrategias de instrucción son muy útiles para evaluar CDC cuando se usan herramientas como los ReCos y los Re-PyPs (Loughran *et al.*, 2004). Para los propósitos de este estudio no se va a describir con detalle este componente, pues no se enfoca en cómo los profesores abordan su área de estudio. Sin embargo, se discutirán aspectos acerca de cómo abordarían conceptos fuera de su área de formación (que en este caso son las CdT) dentro del análisis del conocimiento del contenido.

A continuación se hará una descripción detallada de los componentes que se abordaron en este estudio:

4.3.1 La Naturaleza de las CdT y las Orientaciones del Profesor

Las orientaciones y creencias de los profesores se definen como el conocimiento y creencias acerca de los propósitos y metas para enseñar ciencias a un nivel particular (Magnusson *et al.*, 1999). Estas sirven como un mapa conceptual que guía las decisiones de instrucción, el uso particular de materiales curriculares y las estrategias para evaluar los aprendizajes (Borko y Putman, 1996, como se citó en Magnusson *et al.*, 1999).

En cuanto a las orientaciones, Magnusson *et al.* (1999) definen para las Ciencias en general las siguientes: Ciencias orientadas en procesos, en el rigor académico, en la didáctica, en el cambio conceptual, dirigido a actividades, en el descubrimiento, basada en proyectos, en la investigación y en la investigación dirigida. Estas orientaciones derivan naturalmente en diferentes metas y estrategias de aprendizaje. Por ejemplo, dos profesores pueden estar enseñando el mismo tema, pero un profesor con una orientación basada en la investigación se centrará en que los estudiantes definan e investiguen problemas en ese tema específico y establezcan conclusiones; mientras que un profesor con una orientación basada en el rigor académico realizará actividades de laboratorio que permitan verificar conceptos científicos y demostrar las relaciones entre los conceptos y los fenómenos.

Las creencias de un profesor acerca de la naturaleza de una Ciencia, su enseñanza y aprendizaje usualmente provienen de sus propias experiencias durante el aprendizaje, y a menudo influyen en sus prácticas docentes, reflejando el modelo educativo bajo el cual aprendió.

A su vez, las creencias se pueden modificar durante las prácticas docentes por factores como la respuesta positiva de sus estudiantes ante cambios en las estrategias de instrucción, así como el apoyo y soporte de otros colegas más experimentados (Jones y Carter, 2007).

Con el fin de entender las orientaciones y creencias específicas en torno a las CdT, se discutirá a continuación la naturaleza de las CdT como ciencia y el razonamiento geocientífico, así como las aproximaciones que se han realizado para su enseñanza.

2.3.1.1 La Naturaleza de las CdT

Las CdT tienen como objeto de estudio el entendimiento de los Sistemas Terrestres, sus propiedades, características, relaciones, y su evolución. En términos generales, las CdT incluyen disciplinas que analizan la Tierra sólida y sus procesos (Geología, Geoquímica, Geofísica), la atmósfera terrestre (meteorología), los océanos (oceanografía) y el agua que se encuentra tanto en la superficie como debajo de ella (hidrología), así como sus interacciones con la biosfera (ecología), y con otros sistemas en el universo (Astronomía).

Manduca y Kastens (2012) describen algunas de las características distintivas que tienen las CdT:

Tienen un fuerte énfasis en la observación y descripción de los fenómenos naturales, y utiliza una aproximación histórica para probar hipótesis que permitan explicar dichos fenómenos, es decir, se basa en el entendimiento de eventos pasados a través de evidencias que discriminan hipótesis alternativas. Este tipo de aproximación usa el pensamiento abductivo (Aguirre, 2014).

Las CdT tienen rigurosidad científica. Constantemente evalúa sus procedimientos y refina estrategias para probar hipótesis y tener argumentos más sólidos. Sus estándares son comparables a otras ciencias: los argumentos numéricos deben ser estadísticamente aceptables, los resultados experimentales deben ser replicables, los métodos deben ser descritos completamente para poder realizar discusiones y suposiciones.

Las CdT se enfocan en procesos que muchas veces son difíciles de observar, ya sea por su escala o remota locación (observación de planetas, del fondo oceánico); su extenso intervalo de tiempo o porque sucedieron en el pasado. Es por eso que a pesar de su rigurosidad científica es muy interpretativa, y necesita apoyarse en diferentes estrategias como la comparación con

procesos recientes, la convergencia de múltiples métodos que aportan resultados incompletos pero combinados registran un panorama más completo, y la búsqueda de evidencias basadas en las predicciones que se generan a partir de las hipótesis analizadas.

El estudio de las CdT permite desarrollar habilidades cognitivas como: la percepción ambiental, el pensamiento espacial y temporal, la retrospección, el entendimiento de fenómenos a través de diferentes escalas de tiempo y magnitud, la integración de diversas áreas, el pensamiento cíclico y el pensamiento de sistemas (King, 2008; Orion, 2019).

2.3.1.2 Orientaciones y aproximaciones en la enseñanza de las CdT

La enseñanza de las Ciencias de la Tierra ha experimentado un cambio conceptual en los últimos 50 años; desde una visión como un grupo de disciplinas independientes y una enseñanza enfocada al estudio de la Geología en los 70's; ampliando su perspectiva a las Geociencias o Ciencias de la Tierra en la década de los 80's y 90's con la inclusión de la atmósfera, océanos, geomorfología y suelos; y en los últimos 20 años hacia el estudio holístico de los Sistemas Terrestres y un enfoque en la sostenibilidad (King, 2008; Orion, 2019).

No obstante, estudios recientes realizados en la docencia en el área de las CdT muestran todavía una tendencia a la transmisión de conceptos y hechos, con clases centradas en el profesor y una fuerte dependencia a los libros de texto, entrando en conflicto con la creencia de que el desarrollo de habilidades técnicas y cognitivas en las CdT se logran mejor a través del aprendizaje autodirigido, el aprendizaje en exteriores y el pensamiento de sistemas (Roca y García, 2020; Orion, 2019).

Uno de los impactos más profundos de las CdT en los últimos 30 años ha sido el entendimiento generalizado de que la Tierra es un sistema integrado y complejo, compuesto de subsistemas que interactúan en una amplia variedad de escalas (Manduca y Kastens, 2012). A nivel de enseñanza a nivel escolar, la aproximación por Sistemas Terrestres se basa en siete preceptos (King, 2008):

- La Tierra es única, un planeta de rara belleza y gran valor.
- Las actividades humanas, colectivas e individuales, conscientes o inconscientes, afectan el planeta Tierra.

- El desarrollo del pensamiento científico y la tecnología incrementa nuestra habilidad de entender la Tierra y el Espacio.
- El Sistema Terrestre está compuesto de subsistemas de agua, hielo, roca, aire y vida que interactúan entre ellos.
- El planeta Tierra tiene 4.600 millones de años y sus subsistemas evolucionan constantemente.
- La Tierra es un pequeño subsistema dentro de un sistema solar dentro del vasto y antiguo universo.
- Hay muchas personas con carreras que involucran el estudio de los orígenes de la Tierra, sus procesos y su evolución.

El enfoque social de las CdT se encuentra muy ligado a la educación en sostenibilidad y la Geoética, y parte de la premisa que los seres humanos tienen un rol importante en los subsistemas terrestres, por lo tanto requieren responsabilidad y valores éticos en la intervención en los procesos naturales (Vasconcelos *et al.*, 2020; Vasconcelos y Orion, 2021).

La educación de las CdT relacionadas con la sostenibilidad y la Geoética involucran el contexto social, político y económico en las CdT, abordando temas como la gobernanza de los sistemas terrestres, la extracción de recursos de forma sostenible, la reducción en el riesgo de desastres, el manejo del agua y el acceso para todos, la contaminación de suelos, la intervención en problemas ambientales, la promoción de la educación y alfabetización Geocientífica, entre otros (Vasconcelos *et al.*, 2020; Vasconcelos y Orion, 2021).

4.3.2 El conocimiento del Contenido o Disciplinar

El conocimiento del contenido o disciplinar (que en inglés se encuentra en la literatura como *subject matter content* – SMK o *content knowledge* - CK), implica un conocimiento profundo del tema a enseñar, no sólo desde el punto de vista científico o profesional, sino de su naturaleza y su estructura, para buscar la mejor forma de transmitir el conocimiento de una manera efectiva (Schulman, 1986).

Grossman *et al.* (1989), determinan cuatro dimensiones en el conocimiento de la disciplina (SMK) que influyen en la enseñanza: El conocimiento del contenido como tal, que se refiere al saber científico de la disciplina; el conocimiento sustantivo, que incluye los marcos

exploratorios y paradigmas que guían las investigaciones y que le dan sentido a los datos; el conocimiento sintáctico, que es la manera como el nuevo conocimiento es introducido y aceptado en la comunidad científica; y las creencias acerca de la materia en cuestión, ya sea del contenido o de las orientaciones para su enseñanza.

Jüttner *et al.* (2013) describen por su parte tres dimensiones que permiten estudiar el conocimiento del contenido (CK) y desarrollar instrumentos de medición, teniendo en cuenta los tópicos que se consideran relevantes a enseñar en cada disciplina para elaborarlos: el conocimiento declarativo (el saber qué), necesario para explicar hechos y teorías; el conocimiento procedimental (el saber cómo), necesario para explicar procesos; y el conocimiento condicional (el saber cómo y por qué), que conecta conceptos y principios.

A nivel de investigación en el conocimiento del contenido o disciplinar, se han usado metodologías diversas para estudiarlo (Abell, 2007; Jüttner *et al.*, 2013): algunos investigadores lo miden de acuerdo al número y nivel de cursos completados en la disciplina; otros realizan mediciones directas a través de pruebas de falso/verdadero o de selección múltiple; son de amplia aceptación los estudios basados en el entendimiento conceptual y el uso de preguntas abiertas para entender el razonamiento detrás de sus respuestas; también se realizan análisis de concepciones erróneas (*misconceptions*) de los profesores; entrevistas individuales donde se les pide a los profesores organizar tarjetas conceptuales y responder a situaciones hipotéticas de enseñanza; observaciones *in situ* de momentos de clase, entre otros. Esta variabilidad ha dificultado un poco realizar estudios comparativos o sintetizar metodologías para aplicar en diversas disciplinas, pero todos los autores analizados coinciden en la importancia de este tipo de conocimiento en el análisis del CDC en los profesores.

4.3.3 El Conocimiento Curricular

El conocimiento curricular integra aspectos como la organización y secuenciación de los contenidos escolares (fuentes y selección de los contenidos a enseñar, relación con otros conocimientos, y currículo vertical); el conocimiento de los objetivos generales del currículo; la planificación de la enseñanza y el diseño de un programa de actividades que potencie el aprendizaje; la identificación de conceptos clave y contenidos relevantes para la disciplina que se enseña (Grossman, 1990; Magnusson *et al.*, 1999; Solís *et al.*, 2012). Martínez *et al.* (2001) y

Contreras (2008) consideran además dentro del estudio del conocimiento curricular las creencias de actuación curricular (lo que se piensa de se debe hacer frente a lo que piensan que hacen en la realidad), ya que cuando los profesores no realizan este tipo de reflexiones, suelen ser más tradicionales en su actuar y más dependientes al libro de texto (Melo *et al.*, 2020).

Al igual que con el conocimiento disciplinar, el conocimiento curricular se puede estudiar mediante diversas metodologías. La metodología de estudio aplicada por Melo *et al.* (2020) plantea una combinación de instrumentos como: cuestionarios de preguntas abiertas, material curricular utilizado, plantillas de planificación, ReCos, entrevistas semiestructuradas y observaciones de clase; además de realizar tres niveles de análisis: el nivel declarativo (lo que se piensa), el nivel de diseño (lo que se dice que se hará), y el nivel acción (lo que efectivamente se hizo).

4.3.4 El Conocimiento del Contexto

Si bien los estándares de competencias y diseños curriculares son desarrollados por expertos considerando lo que puede ser una adecuada progresión en los aprendizajes y permitiendo unos objetivos educativos más homogéneos, hay que tener en cuenta que los profesores necesitan ajustar constantemente sus aproximaciones con el fin de garantizar progresos satisfactorios en el aprendizaje, ya que una misma metodología puede ser exitosa en un grupo de estudiantes y en otro fracasar, como lo sugieren Barnett y Hodson (2001).

Estos autores definen el término conocimiento de los contextos pedagógicos como parte fundamental del CDC en los docentes, e identifican dos fuentes para obtener este conocimiento: las internas, que son sus percepciones acerca de las respuestas de los estudiantes, padres y otros profesores en torno a sus acciones; y las externas, que incluyen el conocimiento de la disciplina, la regulación gubernamental, políticas escolares, entre otros (Schulman, 1987). También realizan un modelo para la caracterización del conocimiento de los contextos pedagógicos que incluye la codificación y análisis de componentes específicos del conocimiento académico y de investigación, el CDC, el conocimiento profesional y el conocimiento del salón de clase.

El enfoque de los modelos consensuado-CM y consensuado refinado-RCM (Gess-Newsome, 2015; Carlson y Daehler, 2019), determina que tener un profundo conocimiento del contexto en el cual enseñan es esencial para los profesores, ya que éste amplifica y filtra el

conocimiento y habilidades de cada profesor para desarrollar un CDC personal y promulgado; y también es un mediador para la acción docente.

Entre los factores del contexto que influyen en el aprendizaje y la respuesta de los estudiantes se encuentran los atributos de los estudiantes (edad, nivel académico, experiencias previas, disposiciones, entre otros; Carlson y Daehler, 2019); y los aspectos emocionales, culturales y sociales. Barnet y Hodson (2001) señalan que el conocimiento no tiene que tener sólo un sentido lógico para el estudiante, sino que deben hacerlo sentir cómodo y seguro respecto a su identidad cultural y social (en términos de ética, género, política y religión). Esto no quiere decir que debamos deformar la realidad o presentar conocimientos incompletos para agradar a los estudiantes, sino que tanto en el caso de profesores como estudiantes, el conocimiento que les hace sentir ansiosos, inseguros o incomprendidos muy probablemente será rechazado o ignorado.

El ambiente de clase y las interacciones entre profesores y estudiantes no sólo facilitan y estructuran el aprendizaje y el desarrollo del entendimiento, sino que también se motiva al aprendiz porque gana un sentido de sí mismo y de pertenencia, además de incrementar su competencia y reconocimiento (Barnet y Hodson, 2001).

6 METODOLOGÍA

6.1 ENFOQUE Y ALCANCE DEL PROYECTO

Este proyecto tiene un enfoque de tipo cualitativo, con un alcance descriptivo. El diseño de la investigación se basó en el estudio de caso múltiple (Yin, 2014). El diseño, enfoque y alcance se definió basado en las siguientes características:

Este estudio no pretendió realizar una generalización del CDC en CdT a nivel de secundaria, ni realizar mediciones por métodos estandarizados; sino que buscaba identificar características del CDC en CdT en cuatro docentes diferentes. Con esto, se tiene presente que el objeto a estudiar se encuentra influenciado por contextos y perspectivas diferentes en cada individuo (de ahí que se trate de un estudio de caso múltiple-Yin, 2014). El trabajar con un grupo pequeño permite describir con mayor detalle cada caso y contexto para identificar posibles características que pueden compartir otros profesores en común, así como aspectos específicos que influyen en la manera como desarrollan su CDC en CdT.

Aunque existe una base teórica con la cual se desarrollaron los componentes del CDC a analizar y los parámetros a investigar; el estudio no parte de hipótesis previas que requieran probarse ni pretendió llegar a desarrollar hipótesis generales de trabajo por el tamaño mismo de la unidad de trabajo. La parte de la enseñanza en CdT específicamente no tiene una fuerte base bibliográfica en Colombia, ya que es poco estudiada, por lo tanto no se podría hacer una aproximación bibliográfica desde el punto de vista cuantitativo ni análisis estadísticos que sustenten alguna hipótesis de trabajo, por lo tanto, no se consideraron para el desarrollo de este estudio.

6.2 POBLACIÓN Y CONTEXTO

Todos los profesores que participaron en el desarrollo del Trabajo de Grado son docentes activos de colegios públicos en diferentes lugares del país, por lo tanto el contexto educativo y social en el que laboran varía entre ellos, así como las actividades económicas de su población y las problemáticas identificadas, como se ilustra en la Tabla 1.

Tabla 1. Resumen de parámetros poblacionales y del contexto donde laboran los profesores participantes.

	Heliconia	Bogotá	Macanal	Medellín
Ubicación	Municipio de Antioquia	Distrito Capital. Localidad de Ciudad Bolívar (Sur)	Municipio de Boyacá	Antioquia. Localidad Comuna 13 (San Javier)
Rural/ Urbano	Urbano y Rural	Urbano y Rural	Principalmente rural	Urbano
Habitantes	2.300	656.000 (sólo en la localidad de Ciudad Bolívar)	5.000	195.000 (sólo en la localidad de San Javier)
Principal Actividad Económica	Porcicultura, cultivos de café, trabajo informal	Trabajo informal, construcción, oficios varios	Minería, agricultura, sector energético	Empleados de salario mínimo y trabajadores informales
Estrato de los estudiantes	1, 2 y 3	0 y 1	1, 2 y 3	1, 2 y 3
Problemas sociales o ambientales	Zona montañosa, deslizamientos de tierra y desbordamiento de quebradas en temporadas de lluvias intensas	Falta de acceso a agua potable, insuficiencia alimentaria, inestabilidad del terreno construido en áreas ilegales sin planeación territorial	Cambio del microclima por construcción del embalse, influencia del conflicto armado y cultivos ilícitos en la región	Sector en recuperación social después de varios años de violencia, delincuencia y tráfico de drogas. Derrumbes por altas pendientes, problemas de manejo de basuras.
Lugares de Interés Geológico o ambiental en el área	Gran riqueza hídrica, que abastece tanto acueductos rurales como urbanos. Minas abandonadas de sal	Reservas forestales, cuenca del Río Tunjuelo, rellenos sanitarios	Cinturón esmeraldífero de Chivor-Somondoco, hidroeléctrica de Chivor	Extracción de materiales de construcción (agregados y ladrilleras)

6.3 UNIDAD DE TRABAJO

Se seleccionaron cuatro docentes de instituciones educativas públicas en diferentes municipios del país, que orienten asignaturas de Ciencias Naturales y Sociales en grados 6º-11º, de acuerdo a los siguientes criterios:

1. Todos son estudiantes de último semestre de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias de la UAM, con experiencia docente que varía entre 4 y 8 años. Por lo tanto, se trata de docentes experimentados y con un buen nivel de formación en el área educativa.
2. Se consideró interesante ubicar profesores de diferentes áreas del país, ya que el ambiente geológico y contexto económico es diferente, y permite ver si las actividades de minería, agricultura, o los riesgos geológicos latentes tienen un impacto sobre el interés por las CdT o el abordaje de ellas en las aulas de clase de cada comunidad.
3. Si bien todos los docentes orientan asignaturas en Ciencias Naturales y Sociales, se buscó en lo posible que todos tuviesen asignaturas o enfoques diferentes; para observar las variaciones o similitudes en las aproximaciones que puedan tener hacia las CdT dependiendo del área de experiencia del profesor.
4. Se seleccionaron sólo los estudiantes de la maestría que laboraran en instituciones educativas públicas, ya que éstas suelen ser más estandarizadas respecto a sus lineamientos y competencias a desarrollar, reflejando a nivel más general el caso de la educación colombiana. Las instituciones privadas, dependiendo de su misión y visión, o si son internacionales, suelen desarrollar otros tipos de currículos o incluyen temáticas diferentes.

Por cuestiones de confidencialidad, se nombraron los profesores de acuerdo a su ubicación geográfica (nombre de la ciudad o municipio):

- Heliconia (Antioquia). Licenciado en Biología con 7 años de experiencia. Profesor de Biología, Química y Física en Grados 6º -11º en la Institución Educativa San Rafael en el municipio de Heliconia (Antioquia).
- Bogotá (Distrito Capital). Licenciado en Matemáticas y Física con 5 años de experiencia. Profesor de Física, Grados 7º -11º en la localidad de Ciudad Bolívar en la Ciudad de Bogotá.
- Macanal (Boyacá). Físico, con 4 años de experiencia docente. Profesor de Biología en Grado 6º y Física en Grados 6º -11º con enfoque STEM en la Institución Educativa Técnica Jaime Campos Jacome del municipio de Macanal (Boyacá).

- Medellín (Antioquia). Historiadora con 8 años de experiencia docente. Profesora de Ciencias Sociales, políticas y económicas en los grados 6º-7º, 10º-11º de la Institución Educativa Juan XXIII de la comuna 13 de Medellín.

6.4 CONSIDERACIONES ÉTICAS

El capítulo 1 de la resolución 8430 de 1993 (Ministerio de Salud Nacional) regula los aspectos éticos de cualquier actividad de investigación en la cual los seres humanos sean objeto de estudio (Ministerio de Salud Nacional, 1993, Capítulo 1). Esta regulación tiene en cuenta el respeto a su dignidad, la protección de sus derechos y su bienestar.

Atendiendo a los criterios consignados en los artículos 6 y 15 de esta resolución, se realizó un consentimiento informado (ver anexo 1) para ser firmado por los profesores participantes. Todos los profesores son mayores de edad, y autorizaron la colaboración para la realización de encuestas, estudios de caso y entrevistas grabadas. Como se mencionó anteriormente, la privacidad de la identidad de los profesores se mantiene nombrándolos por pseudónimos de la región donde laboran, y se les informó de los avances de la investigación y resultados obtenidos. Esta se considera una investigación sin riesgo físico o psicológico para los profesores participantes, quienes se encontraban en pleno derecho de retirarse si la presente investigación causa una objeción de conciencia o afectación de alguna manera significativa para ellos.

6.5 UNIDAD DE ANÁLISIS

Como se ha mencionado en otros apartados, este proyecto plantea caracterizar el Conocimiento Didáctico del Contenido en Ciencias de la Tierra en un grupo de profesores de secundaria, por medio de la identificación y descripción de algunos de sus componentes a partir de la aplicación de instrumentos de recolección de datos (encuesta, ReCo y ejercicio de transversalidad). Ésta se considera la categoría de investigación, que para efectos prácticos se referencia como CDC en CdT en algunas tablas y en partes del texto.

Con el fin de desarrollar esta categoría, se consideraron cuatro subcategorías, que corresponden a componentes del CDC en CdT de acuerdo a los modelos analizados y que fueron descritos en el marco conceptual: La naturaleza de las CdT y orientaciones del profesor (A-Nor), el Conocimiento del Contenido o Disciplinar (B-Dis), el Conocimiento Curricular (C-Cur), y el Conocimiento del Contexto Educativo (D-Ctx). La idea es identificar en el grupo de profesores

las características de estos componentes desde la perspectiva de las CdT. Los parámetros a analizar para cada una de las subcategorías se encuentran consignados en la Tabla 2.

La Subcategoría A-Nor (Naturaleza de las CdT y orientaciones del profesor) busca explorar cómo los profesores conciben las CdT, cómo las relacionan con sus disciplinas, la utilidad que creen que el estudio de las CdT tiene para la sociedad y para el equilibrio de los sistemas terrestres; y qué orientaciones y tendencias manifiestan en la enseñanza en temas de CdT. Para desarrollar los parámetros a investigar y sus descriptores se tuvieron en cuenta los estudios de King (2008), Orion (2019), Roca y García (2020), y Vasconcelos y Orion (2021) en cuanto a la Naturaleza de las CdT y creencias en torno a ellas; y para las orientaciones de los profesores se usaron los descriptores consignados por Magnusson *et al.* (1999).

La subcategoría B-Dis (Conocimiento del Contenido o Disciplinar) explora el nivel de conocimiento en temas de CdT; la necesidad de profundizar en ciertos temas específicos dentro de las CdT, ya sea por intereses personales o para la asignatura que se dicta; cómo perciben la calidad y precisión científica de los materiales de CdT usados y su nivel de participación en contextos interdisciplinarios. Los parámetros a investigar se tomaron de Grossman *et al.* (1989), Abell (2007) y Kind (2009b), los cuales describen el conocimiento del contenido y los aspectos a tener en cuenta para desarrollarlo en los profesores.

Para la subcategoría C-Cur (Conocimiento Curricular), se determinaron los parámetros de investigación siguiendo las categorías designadas por Melo *et al.* (2020) para caracterizar conocimiento curricular y sus descriptores, teniendo en cuenta también los aportes de Solís *et al.* (2012) por la similitud en las categorías/parámetros a analizar.

Para la subcategoría D-Ctx (Conocimiento del Contexto Educativo) se construyeron los parámetros a investigar teniendo en cuenta el modelo presentado por Barnet y Hodson (2001), aunque no se analizaron en esta parte todos los elementos propuestos por ellos (como el conocimiento académico y de investigación y el CDC), pues redundan en los otros componentes del CDC analizados en este estudio. De esta manera, el énfasis para analizar se hizo en torno a las necesidades de la comunidad donde se encuentra la institución educativa (el cual no se tiene en cuenta en el modelo pero para el caso de las CdT se considera indispensable), el conocimiento del contexto sociocultural de los estudiantes, la accesibilidad a recursos para la

Tabla 2. Subcategorías y parámetros a investigar para cada una de ellas.

CATEGORIA: CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
Subcategoría A-Nor: Naturaleza de las CdT y Orientaciones del Profesor	Subcategoría B-Dis: Conocimiento del Contenido o Disciplinar	Subcategoría C-Cur: Conocimiento Curricular	Subcategoría D-Ctx: Conocimiento del Contexto Educativo
A1. Concepto del profesor acerca de la Naturaleza de las CdT y su relación con su área específica de estudio	B1. Educación previa de los profesores en CdT y autoaprendizaje debido a la práctica de aula	C1. Criterios para seleccionar, modificar o descartar algún tema dentro del currículo	D1. Relevancia de ciertas áreas del conocimiento en CdT en el entorno de la Institución académica
A2. Creencias del profesor con respecto a las CdT y a la labor del geocientífico	B2. Intereses con respecto a la alfabetización en CdT	C2. Conexión entre los contenidos de la asignatura	D2. Conocimiento del contexto de los estudiantes (intereses, situación familiar, socioeconómica, conflictos, etc)
A3. Orientaciones del profesor con respecto a las CdT	B3. Calidad y precisión científica de los materiales seleccionados para el aprendizaje en CdT	C3. Objetivos de aprendizaje y metodología de evaluación	D3. Flexibilidad del docente para realizar cambios dentro de la institución educativa
	B4. Estrategias y obstáculos para abordar contenidos fuera de la disciplina de formación (en este caso CdT)	C4. Uso de los recursos de apoyo para la enseñanza en temas de CdT	D4. Accesibilidad para realizar trabajo de campo/laboratorio para enseñar CdT en la I.E.
	B5. Participación en grupos de investigación multi/interdisciplinarios o conexiones con profesores en otras áreas de experiencia	C5. Objetivos educativos a nivel nacional e internacional y estándares en CdT	D5. Entorno laboral del profesor/concordancia con las políticas institucionales y educativas

Nota: los parámetros de esta tabla se elaboraron de acuerdo a múltiples fuentes: Naturaleza de las CdT y creencias (King, 2008; Orion, 2019; Roca y García, 2020; Vasconcelos y Orion, 2021. Orientaciones hacia la enseñanza (Magnusson et al., 1999). Conocimiento Disciplinar (Grossman et al., 1989; Abell, 2007; Kind, 2009b. Conocimiento Curricular (Melo et al., 2020; Solís et al., 2012). Conocimiento del Contexto Educativo (Barnet y Hodson, 2001).

enseñanza, y el nivel de satisfacción con la actividad docente y con la institución.

6.6 TÉCNICAS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para recoger la información necesaria para este estudio, se aplicaron dos tipos de instrumentos: una encuesta cualitativa (Jansen, 2012) y dos documentos generados por el investigador para ser desarrollados por los participantes (Merriam y Tisdell, 2015). La encuesta fue el instrumento inicial, en el cual se exploró cada una de las subcategorías de estudio. Con esta base se obtuvo un panorama completo y se pudo realizar el diseño de los dos documentos posteriores (una representación de contenido-ReCo y un ejercicio de transversalidad), que permitieron poner en acción el CDC de los profesores con temáticas relacionadas a las CdT y se identificaron dificultades, puntos en común, relaciones de las CdT con otras asignaturas, etc. La idea de aplicar múltiples fuentes de recolección de información era poder triangular la información obtenida y ver la coherencia de sus resultados. A continuación se explicará cada uno de los instrumentos aplicados:

6.6.1 Instrumento 1: Encuesta Inicial (I1-ENI)

La encuesta inicial, que consta de 38 preguntas, se elaboró con el objetivo de tener una idea inicial acerca de cómo han desarrollado los profesores su CDC en CdT, a través de preguntas que permitieran explorar qué tan familiares eran con los temas en CdT, el conocimiento de recursos educativos en temas de las CdT, cómo se enfrentan a enseñar temas fuera de su campo de experticia, sus orientaciones en cuanto a la enseñanza, sus ideas o concepciones previas en torno a las CdT, el grado de interés en profundizar sobre estos temas, y aspectos del contexto educativo en el cual se desempeñan, que pudiesen influir en las prácticas docentes en CdT. Las preguntas se diseñaron de manera que pudiesen responder a los parámetros de investigación consignados en la Tabla 2. En el anexo 2 se pueden consultar las preguntas de la encuesta inicial.

6.6.2 Instrumento 2: Documentos generados por el investigador para ser desarrollados por los participantes (I2-ReCo/I2-ETR)

Durante la encuesta se les preguntó acerca de los temas que los profesores abordaron en clase y de interés particular en su grupo de estudiantes, en la cual surgió como tema en común para todos los docentes el origen del Universo y de la vida y la pregunta acerca de cómo

transversalizar las CdT desde sus áreas de estudio. De esta manera, se realizó el diseño de dos documentos para que los docentes pudiesen analizarlos y elaborarlos. El primer documento corresponde a una representación de contenido (ReCo), y el segundo a un ejercicio de transversalidad.

1.1.1.1 Representación de Contenido (I2-ReCo)

Para desarrollar este documento, se usó la matriz de Representación de Contenido (ReCo) del trabajo de Loughran *et al.* (2004), y siguiendo la idea de Melo *et al.* (2020), se añadió una columna final donde se le pregunta a los profesores el grado de dificultad que tuvieron respondiendo la pregunta. Esto se hace con el fin de que ellos realicen un análisis metacognitivo acerca de sus respuestas y les permita analizar su CDC. En el anexo 3 se encuentra la matriz ReCo aplicada y las preguntas con sus correspondientes subcategorías de investigación a analizar.

Teniendo en cuenta los temas que los profesores conocen y han abordado en clase, el ReCo a elaborar fue acerca de la idea: “La Tierra como planeta único y portador de vida”. Esta idea permite abordar en qué características específicas tiene este planeta que lo hace tan especial para albergar vida humana, así como las relaciones entre la Tierra y otros cuerpos del Sistema Solar. Para desarrollar valores en los estudiantes, se considera interesante porque promueve la reflexión por el cuidado y aprecio hacia nuestro planeta.

Los ReCo’s fueron diseñados para ser trabajados por un grupo de profesores expertos con el fin de compartir ideas y generar una especie de guía conjunta; pero varios estudios demuestran que cuando los profesores en entrenamiento o con menos experiencia construyen sus propios ReCo’s en tópicos nuevos desarrollan su CDC de forma más eficiente, pues logran conceptualizar mejor sus componentes, tienen una visión más clara de las complejidades y relaciones asociadas a la enseñanza de un tema, y disminuyen la falta de confianza ante la enseñanza (Loughran *et al.*, 2004; Humme y Berry, 2011).

En este caso, trabajamos con profesores experimentados, pero que manifiestan no tener un alto grado de conocimiento o falta de confianza al abordar temas en CdT. Por lo tanto, se consideró muy útil aplicar esta herramienta en uno de los temas que suelen abordar en clase, tanto para extraer su CDC y así realizar la descripción de sus componentes, como para que ellos puedan entender más claramente cómo desarrollan su enseñanza frente a este tema.

1.1.1.2 Ejercicio de Transversalidad (I2-ETR)

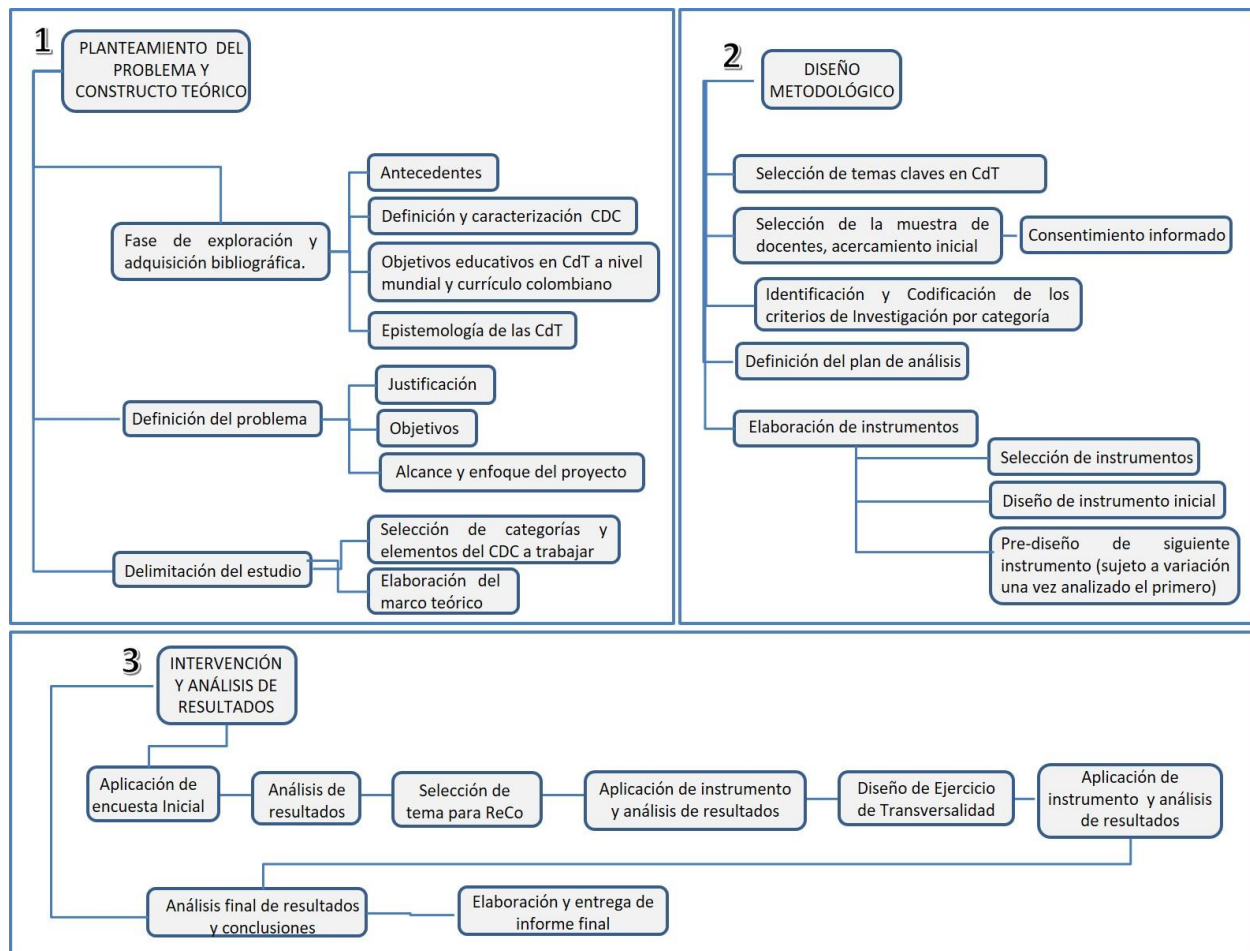
Para la elaboración de este documento se escogió la temática de los volcanes por su estrecha relación con el contexto colombiano, y en especial por la actividad reciente que ha experimentado el Volcán Nevado del Ruiz. En la primera parte de este ejercicio el profesor se enfrenta a una situación hipotética donde su conocimiento general sobre los volcanes se pone a prueba, así como las herramientas que utiliza para desarrollar temas fuera de su área de experticia. En la segunda parte se les provee de una guía donde pueden relacionar esta temática con las asignaturas que orientan y se les pregunta acerca de las estrategias y dificultades en el desarrollo de estos temas.

Para desarrollar este documento se consultó bibliografía respecto a la relación entre temas específicos de CdT y otras áreas (King y Kennet, 2002, 2009; Duke *et al.*, 2007; Bohle, 2016); y las preguntas hechas a los profesores durante el ejercicio se seleccionaron de guías educativas especializadas en volcanes probadas en planteles educativos y diseñadas para estudiantes de educación básica primaria y secundaria (D'Elia et al., 2021; Gil y Sánchez, 2014). En el anexo 4 se puede consultar el diseño del ejercicio tal y como se les presentó a los profesores.

6.7 DISEÑO METODOLÓGICO

El proyecto se realizó en tres fases principales (Figura 5). Una primera fase constituyó el planteamiento del problema y la construcción del marco teórico base que guiaría la investigación, seguida de una fase metodológica explicada a lo largo de este capítulo, y finalmente la aplicación y análisis de los instrumentos diseñados.

Figura 5. Ruta metodológica del proyecto de investigación.



6.8 PLAN DE ANÁLISIS

Tanto la encuesta como los dos documentos generados por los docentes deben ser transcritos en un archivo de Excel para cada docente. Los resultados se analizaron considerando una metodología de estudio de caso múltiple de carácter descriptivo (Yin, 2014), en el cual se

pretende describir un fenómeno en el contexto en el cual ocurre, analizando cada docente por separado y posteriormente identificando puntos en común, relaciones y/o comparaciones.

El análisis de las respuestas obtenidas y transcritas se realizó de forma manual, empleando la técnica de análisis de contenido para buscar características del CDC consignadas en los parámetros de investigación. La codificación inicial de este análisis dio como resultado 88 códigos para las cuatro subcategorías estudiadas y 12 para los obstáculos identificados. Los detalles y descripciones de cada uno de los códigos iniciales se encuentran consignados en el anexo 5.

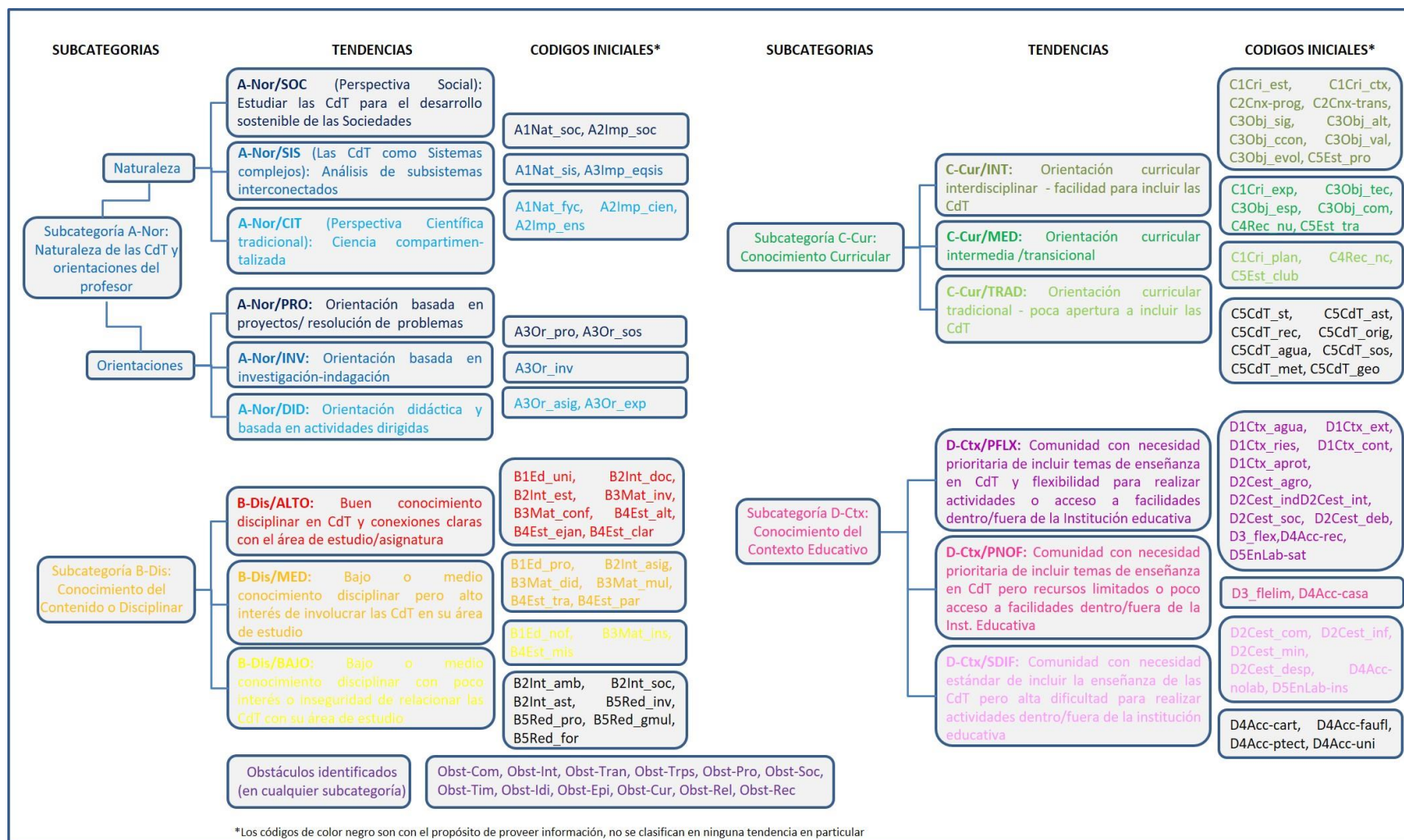
Con el fin de facilitar el análisis de los resultados, estos códigos iniciales se agruparon en un segundo nivel de codificación o “tendencias” (Figura 6). En total se generaron 15 tendencias para las cuatro subcategorías de análisis contempladas en este estudio. A cada subcategoría se le asignó una gama de colores, y cada tendencia presenta un color característico, que permite facilitar su visualización en los datos analizados. Algunos códigos no se agruparon en tendencias debido a que son de carácter informativo (por ejemplo, los diferentes temas en CdT que abordaron en clase).

No se contempló desarrollar un trabajo estadístico con los datos ya que la unidad de trabajo es muy pequeña, pero sí se hace una descripción detallada de los resultados en el capítulo siguiente.

Para la triangulación de los datos, una vez organizada y analizada toda la información en tendencias, se procedió a realizar un compilado por profesor de los aspectos declarativos (las respuestas expresadas en la encuesta inicial), y de los aspectos procedimentales (el desarrollo de las actividades propuestas en el siguiente instrumento), con el fin de observar la concordancia en las tendencias identificadas entre los instrumentos aplicados. Este compilado permitió también realizar comparaciones entre profesores para identificar aspectos en común.

Finalmente, se compartieron los resultados con cada uno de los profesores, para validar que los análisis realmente reflejen las ideas del profesor, tomar nota de cómo fue su experiencia durante el desarrollo de este proyecto, recoger inquietudes y recomendaciones para futuros estudios; así como proveerles de herramientas e información útil para el desarrollo de sus clases.

Figura 6. Códigos usados en el proyecto y sus agrupaciones en tendencias para cada subcategoría de estudio.



7 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

7.1 RESULTADOS INICIALES Y DEFINICIÓN DE TENDENCIAS

Los instrumentos descritos en el capítulo anterior fueron aplicados en tres etapas diferentes y de forma asincrónica. Se escogió de esta manera debido a la poca disponibilidad de tiempo que ellos tienen para desarrollar los instrumentos en un solo día, y a que era importante darles un espacio para reflexionar sobre las preguntas, obteniendo contenidos más estructurados y elaborados que realmente representen sus ideas y pensamientos, sin agotarlos mentalmente o que los hiciesen de afán por cumplir un compromiso.

Con suficiente anterioridad, se envió la encuesta inicial de forma digital a los docentes que aceptaron participar y llenaron el consentimiento informado, acordando un periodo de 2-3 semanas para que enviaran sus respuestas. El análisis de este instrumento permitió identificar los códigos iniciales y definir tendencias (ver figura 6 en el capítulo anterior), así como escoger las temáticas para desarrollar el instrumento 2. Usando los parámetros a investigar consignados en la tabla 2 para las diferentes subcategorías de análisis, y con base en los referentes teóricos consultados (ver los autores de referencia en el subcapítulo 3.5- Unidad de Análisis), se construyeron 15 descriptores (indicadores) por subcategoría que especifican las características de cada una de las tendencias obtenidas (tabla 3). Con esta base se procedió a diseñar el siguiente instrumento para aplicarlo en los meses posteriores.

Con relación a lo anterior, y una vez obtenida la información de cada docente, se aplicó el instrumento 2, que consta de dos documentos: la Representación de Contenido-ReCo y el Ejercicio de transversalidad-ETR. Los documentos fueron enviados por correo electrónico y se acordó un periodo de 3 semanas a la fecha de recibo de cada documento para ser respondido. En cada análisis se revisaban los códigos y tendencias para definirlos mejor, eliminar redundancias y corroborar que los parámetros descritos realmente reflejaran las características de los resultados obtenidos.

Con todos los resultados compilados y codificados se procedió a realizar el análisis por docente, el cual se explicará con detalle en el siguiente apartado.

Tabla 3. Tendencias identificadas y sus descriptores.

Subcategoría A-Nor: Naturaleza de las CdT y Orientaciones del Profesor			
Parámetro a investigar	A-Nor/SOC: Perspectiva Social (estudiar las CdT para el desarrollo sostenible)	A-Nor/SIS: Las CdT como Sistemas complejos (análisis de subsistemas interconectados)	A-Nor/CIT: Perspectiva Científica tradicional (Ciencia compartimentalizada)
A1. Concepto del profesor acerca de la Naturaleza de las CdT y su relación con su área específica de estudio	1. El profesor pone un fuerte énfasis en el rol del ser humano dentro de los sistemas terrestres, y la necesidad de entenderlos para el bienestar de la humanidad	1. El profesor reconoce que las CdT corresponden a un sistema complejo compuesto por subsistemas interconectados. Señala elementos como la Biosfera, Atmosfera, Geosfera, e Hidrosfera	1. El profesor presenta una visión de las CdT como un conjunto de múltiples disciplinas orientadas a entender la Tierra, su origen y procesos
	2. El profesor establece conexiones de tipo social y ambiental entre las dos disciplinas	2. El profesor establece conexiones entre las disciplinas como la forma de aportar al entendimiento de los sistemas terrestres y describe formas en que ambas disciplinas interactúan	2. El profesor describe criterios relacionados a la rigurosidad científica de ambas ciencias y al método científico
A2. Creencias del profesor con respecto a las CdT y la labor del geocientífico	3. Para el profesor es necesario que el ser humano conozca de CdT para intervenir de forma responsable y ética sobre asuntos que afectan a la sociedad y el equilibrio de los sistemas, y hace parte del conocimiento básico de todo individuo sin importar su campo profesional.	3. Para el profesor las CdT son necesarias para entender cómo funciona la Tierra y sus procesos, y cómo se relacionan en todos los niveles y sistemas. Se cree que son un componente básico de la alfabetización científica y que deben ser transversalizadas en diversos campos del conocimiento.	3. El profesor manifiesta que las CdT son importantes para la alfabetización científica y para complementar los conceptos relativos a su disciplina. No necesariamente son importantes para cualquier área profesional y pueden no ser de mucho interés a nivel del público en general.
	4. Promueve valores enfocados a entender el impacto económico, ambiental, cultural y en la salud humana de las actividades extractivas; la relación entre los riesgos naturales y el desarrollo de poblaciones; protección del patrimonio natural, etc.	4. Promueve valores enfocados en la protección del equilibrio de los sistemas y manejo eficiente de recursos.	4. Promueve valores enfocados en la ética profesional y científica: responsabilidad científica, divulgación, veracidad y pertinencia de la información.
	A-Nor/PRO: Orientación basada en proyectos/resolución de problemas	A-Nor/INV: Orientación basada en investigación-indagación	A-Nor/DID: Orientación didáctica y basada en actividades dirigidas
A3. Orientaciones del profesor con respecto a las CdT	5. El profesor orienta las temáticas de CdT dentro de proyectos que permitan el análisis de problemas relacionados con el medio ambiente, cambio climático, riesgos naturales, etc. y plantean posibles soluciones, usando los conocimientos y habilidades del estudiante.	5. El profesor orienta las temáticas de CdT hacia la investigación que permitan la observación de diferentes variables de un fenómeno complejo y cómo funcionan. Se centra en el proceso del descubrimiento, se formulan conclusiones y se evalúa la validez de ellos contrastando con la teoría.	5. El profesor orienta las temáticas en CdT para complementar conceptos de su asignatura o enfocada específicamente en ella, usando temas de CdT en actividades, ejemplos y experimentos. Existe cierto rigor académico.

Subcategoría B-Dis: Conocimiento del contenido o disciplinar			
Parámetro a investigar	B-Dis/ALTO: Buen conocimiento disciplinar en CdT y conexiones claras con el área de estudio	B-Dis/MED: Bajo o medio conocimiento disciplinar pero alto interés de involucrar las CdT en su área de estudio	B-Dis/BAJO: Bajo conocimiento disciplinar con poco interés o inseguridad de relacionar las CdT con su área de estudio
B1. Educación previa de los profesores en CdT y autoaprendizaje debido a la práctica de aula	1. El profesor tiene algún tipo de formación profesional en CdT, y tiene varios años de experiencia en el aula, en la cual ha abordado temas específicos en CdT	1. El profesor tiene alguna formación mínima en CdT (cursos universitarios); o tiene experiencia docente y ha abordado en el aula temas específicos en CdT o relacionados	1. El profesor no tiene ninguna formación en CdT, no tiene experiencia docente y/o ha abordado muy superficialmente en el aula temas en CdT
B2. Intereses con respecto a la alfabetización en Ciencias de la Tierra (CdT)	2. El profesor manifiesta interés en profundizar en temas en CdT, aplicándolos en sus clases y responde positivamente a los intereses de sus estudiantes en estos temas	2. Tanto profesor como estudiantes manifiestan interés en conocer y profundizar en temas de las CdT, aunque se reconocen algunas dificultades en la transposición de los conceptos	2. El interés proviene principalmente de sus estudiantes, y el profesor manifiesta dificultad en responder a ese interés
B3. Claridad conceptual y precisión científica de los materiales seleccionados para el aprendizaje en CdT	3. El profesor tiene claridad conceptual en los temas de CdT que aborda en su área de estudio y escoge materiales que en su forma de ver son adecuados científicamente	3. El profesor consulta materiales en CdT cuando es necesario para el abordaje de sus clases pero presenta problemas para evaluar la calidad de los materiales o entender en profundidad los conceptos	3. El profesor tiene poco conocimiento de materiales en CdT y no los ha usado o los entiende poco
B4. Estrategias y obstáculos para abordar contenidos fuera de la disciplina de formación (en este caso CdT)	4. El profesor aplica diferentes estrategias para abordar temas en CdT y no se limita a los textos o al desarrollo de la cátedra; suele conectar bien los temas con otras áreas de estudio o suele usar ejemplos y/o analogías que faciliten la comprensión de los estudiantes	4. El profesor responde al interés de abordar temáticas en CdT pero se limita con las estrategias de enseñanza o tiene problemas para desarrollar los contenidos. En general aborda los temas parcialmente; y explica de forma general o superficial los fenómenos sin relacionarlos con otras áreas del conocimiento	4. El profesor presenta obstáculos conceptuales para abordar temas en CdT y los evita, reemplazándolos por temáticas más familiares, o los aborda de forma muy superficial y a veces con errores conceptuales
B5. Participación en grupos de investigación interdisciplinarios o conexiones con profesores en otras áreas de experiencia	5. El profesor involucra a sus estudiantes en proyectos o grupos de investigación interdisciplinarios y comparte experiencias con profesores de otras áreas	5. El profesor participa en redes profesionales donde comparte otros enfoques, aunque en su área no realiza proyectos interdisciplinarios con sus estudiantes	5. El profesor se enfoca en su área de estudio con poco contacto con redes interdisciplinarias

Subcategoría C-Cur: Conocimiento curricular			
Parámetro a investigar	C-Cur/ALT: Orientación curricular alternativa - (facilidad para incluir las CdT)	C-Cur/MED: Orientación curricular intermedia/transicional	C-Cur/TRAD: Orientación curricular tradicional - (poca apertura a incluir las CdT)
C1. Criterios para seleccionar, modificar o descartar algún tema dentro del currículo	1. Existe una visión integradora, adaptada al contexto de los estudiantes a la hora de planear los contenidos y con procesos de reflexión del profesor	1. El profesor si bien se guía en las cartillas institucionales, los modifica de acuerdo a las necesidades de los estudiantes y a experiencias exitosas previas	1. El profesor se basa en las cartillas institucionales y se ciñe al plan curricular para planear los contenidos
C2. Conexión entre los contenidos de la asignatura	2. El profesor conoce la progresión vertical de los aprendizajes de su asignatura y también los conecta con otras disciplinas y el contexto de los estudiantes, integrando diversas fuentes de información	2. El profesor conoce la progresión vertical de los aprendizajes de su asignatura, y existe una relación con otras áreas/contextos, aunque se mantiene una programación rígida y ceñida al plan de trabajo	2. Los contenidos son puntuales a la asignatura impartida. Presentan una versión actualizada y simplificada del conocimiento científico. No manifiesta conexiones claras con otras asignaturas
C3. Objetivos de aprendizaje y metodología de evaluación	3. El objetivo del profesor es complejizar y enriquecer el conocimiento cotidiano del estudiante, desarrollando la autonomía, el pensamiento crítico la comprensión profunda de los contenidos. Se evalúa la evolución conceptual del alumno y se aplican metodologías basadas en problemas relevantes a su contexto	3. El objetivo del profesor es que el estudiante adquiera los conocimientos del plan inicial de trabajo, aunque se tiene en cuenta sus conocimientos previos para la progresión de los aprendizajes. Se evalúan las competencias del estudiante y existe una dualidad explicación/aplicación	3. El objetivo del profesor es la adquisición de conocimientos conceptuales y procedimentales que le permita estar bien preparado para las pruebas estandarizadas (SABER) y evalúa por métodos tradicionales
C4. Uso de los recursos de apoyo para la enseñanza en temas de CdT	4. El profesor usa recursos en CdT que le permiten complementar su asignatura o aportar otras perspectivas para enriquecer la enseñanza, e integra diversas fuentes de información	4. El profesor conoce recursos en CdT, aunque los usa poco para preparar los temas de su área de estudio y se restringe al libro de texto o estrategias tradicionales	4. El profesor no usa o no conoce recursos en CdT que le permitan complementar su asignatura. Los recursos elegidos son específicos de su área de estudio
C5. Objetivos educativos a nivel nacional e internacional y estándares en CdT	5. El profesor reconoce la necesidad de abordar las CdT desde una perspectiva interdisciplinar y plantea estrategias para abordarlas desde su asignatura	5. El profesor reconoce que hay temas de CdT que necesitan ser abordados, aunque no evidencia claridad en la conexión con su asignatura o cómo transversalizarlas	5. El profesor reconoce la falta de inclusión de las CdT pero considera que deben ser abordadas fuera de su asignatura

Subcategoría D-Ctx: Conocimiento del Contexto			
Parámetro a investigar	D-Ctx/PFLX: Comunidad con necesidad prioritaria de incluir temas de enseñanza en CdT y flexibilidad para realizar actividades o acceso a facilidades dentro/fuera de la Institución educativa	D-Ctx/PNOF: Comunidad con necesidad prioritaria de incluir temas de enseñanza en CdT pero recursos limitados o poco acceso a facilidades dentro/fuera de la institución educativa	D-Ctx/SDIF: Comunidad con necesidad estándar de incluir la enseñanza de las CdT pero alta dificultad para realizar actividades dentro/fuera de la institución
D1. Relevancia de ciertas áreas de las CdT en el entorno de la Institución académica	1. Se identifica una zona con actividades extractivas, alto riesgo de catástrofes naturales o con problemas de manejo de recursos básicos	1. Se identifica una zona con actividades extractivas, alto riesgo de catástrofes naturales o con problemas de manejo de recursos básicos	1. Zonas con accesibilidad a recursos básicos y con bajo riesgo de catástrofes naturales
D2. Conocimiento del contexto familiar y socio-económico de los estudiantes	2. El profesor está al tanto del contexto socioeconómico y cultural de sus estudiantes y lo involucra activamente en sus estrategias de enseñanza	2. El profesor está al tanto del contexto socioeconómico y cultural de sus estudiantes y trata de involucrarlo activamente en sus estrategias de enseñanza	2. El profesor no se encuentra muy familiarizado con el entorno donde viven sus estudiantes porque es muy diverso
D3. Flexibilidad del docente para realizar cambios dentro de la institución educativa	3. El profesor tiene suficiente flexibilidad para realizar diferentes aproximaciones a los temas y diseñar sus temáticas	3. Hay una fuerte influencia de las guías curriculares pero se le provee al profesor la libertad de establecer cambios	3. El colegio es reacio a introducir cambios curriculares
D4. Accesibilidad para realizar trabajo de campo/laboratorio para enseñar CdT en la I.E.	4. Existe disponibilidad para planear salidas de campo, visitas a museos, o actividades de laboratorio	4. El profesor suele tener que llevar todos los materiales o apoyarse en experimentos caseros y cotidianos	4. El profesor no realiza actividades de campo o laboratorio en su asignatura
D5. Entorno laboral del profesor/concordancia con las políticas institucionales y educativas	5. El profesor se siente motivado, alineado con los objetivos de la institución y satisfecho con su práctica docente	5. El profesor se siente satisfecho con su práctica docente pero se siente limitado dentro de la institución educativa	5. El profesor no se encuentra satisfecho con su práctica docente y/o no goza de un buen ambiente laboral

7.2 RESULTADOS POR DOCENTE

Como se mencionó anteriormente, los resultados de los instrumentos aplicados se analizaron por cada profesor considerando una metodología de estudio de caso múltiple descriptivo (Yin, 2014). A continuación, se hará una descripción detallada de los resultados de los instrumentos para cada una de las subcategorías analizadas, seguido de una tabla final que resume todos los resultados compilados (tabla 4). Por cuestiones de confidencialidad, los cuatro docentes analizados se nombran de acuerdo a su ubicación geográfica: Heliconia, Bogotá, Macanal y Medellín.

En esta discusión se incluyeron algunas de las respuestas extraídas textualmente de los profesores (que se identifican con comillas en el texto y presentan los colores de la tendencia a la que corresponden), pero debido a su extensión no fue posible ponerlas todas. Las respuestas completas de todos los instrumentos aplicados en cada profesor y su respectiva codificación se encuentran en link provisto en el anexo 6.

7.2.1 Heliconia

La subcategoría A-Nor analiza la visión y creencias acerca de la naturaleza de las CdT, así como las orientaciones que tiene el profesor con respecto a la enseñanza de éstas. Al ser un profesor con una formación en el área de las Ciencias Naturales (Biología y Química), su visión de la naturaleza de las CdT se encuentra enfocada al análisis de sistemas interrelacionados, como describe en la I1-ENI: “*Desde las ciencias naturales estudiamos los seres vivos y cómo son sus relaciones con el entorno, la materia y sus transformaciones, además de las leyes que rigen el universo, esto involucra al planeta como parte de un conjunto de conocimientos implícitos en la comprensión de la vida tal cual la conocemos*”. Define las CdT como “*el conjunto de conocimientos que estudian el planeta, desde su formación, sus cambios, transformaciones y cómo va evolucionando en relación al universo*”.

En la I2-ReCo también denota su enfoque en sistemas. Para él es importante que “*los estudiantes reconozcan qué factores se vinculan para que un planeta pueda o no ser apto para que la vida se forme*”, y como orienta la asignatura de Química, es el único profesor de los cuatro docentes analizados que incluye el tópico de los compuestos químicos necesarios para que la vida se forme. En el I2-ETR menciona una combinación de temas relacionados con los sistemas

(volcanes y placas tectónicas), y tópicos con enfoque de ciencia tradicional para abordar desde su asignatura transversal al tema del volcanismo (energía, temperatura, estados de la materia).

Considera que es importante aprender CdT pero no necesariamente a profundidad, y su utilidad va hacia la adquisición de conocimientos científicos, lo que lo ubica en un enfoque de Ciencia Tradicional a nivel de impacto e importancia de las CdT: *“Considero que una persona si bien puede acumular diversidad de conocimientos de cualquier tema, al final, cada quien de acuerdo a sus motivaciones profundiza en un campo de conocimientos específico”*, *“Todo conocimiento científico es valioso para el ser humano”*, *“Cualquier nuevo aprendizaje aporta a la formación integral de mis estudiantes”*.

En su práctica docente involucra regularmente las CdT, y tiene una orientación hacia la investigación y la didáctica. Entre sus estrategias plantea actividades como la cartografía social adaptada al contexto de los estudiantes, laboratorios con muestras de rocas, salidas de campo, recursos interactivos, entre otros.

El profesor Heliconia presenta en general un buen Conocimiento Disciplinar en CdT (subcategoría B-Dis). Además de su formación Universitaria, en donde cursó asignaturas específicas en CdT, posee una amplia experiencia docente, en donde ha abordado varios temas relacionados como: la formación del Universo y del Sistema Solar, la formación de elementos químicos en el universo, estructura interna de la Tierra, origen de la vida, ciclo del agua, ciclo del carbono, recursos naturales, ciencias ambientales, entre otros.

Es un profesor confidente con las fuentes que consulta (libros de texto, internet, investigaciones en didáctica); y presenta claridad conceptual en los aspectos más generales de los instrumentos propuestos. En el I2-ReCo considera aspectos astronómicos, químicos y condiciones climáticas que ayudaron a la evolución de la vida en la Tierra, aunque desconoce muchas de las características intrínsecas de la Tierra que también contribuyeron a desarrollar la vida tal y como la conocemos hoy (campo magnético, condiciones atmosféricas, gravedad, composición rocosa, actividad tectónica y volcánica). En el I2-ETR define con claridad qué es un volcán y qué tipo de materiales pueden encontrarse, pero presenta falencias en aspectos como las diferencias composicionales y en el comportamiento eruptivo de los volcanes, la relación entre la localización de los volcanes y los límites de placas tectónicas, y el monitoreo de la actividad

volcánica. Entre las dificultades que manifiesta con el abordaje de conceptos en CdT se encuentra la comprensión de grandes escalas de tiempo “*es difícil tan sólo imaginar procesos que duren miles de millones de años*”, y obstáculos de transposición (“*conceptos complejos para su aprendizaje, dada su abstracción*”).

Combina estrategias tradicionales y alternativas para desarrollar los contenidos (recursos interactivos, cartografía social, debates, etc); y es el único profesor de los casos analizados que propone laboratorios de rocas y salidas de campo para complementar la enseñanza; aunque reconoce que por las dificultades de tiempo y recursos tiene poca interacción con otros docentes para realizar proyectos multi/interdisciplinarios y salidas de campo.

Con respecto al Conocimiento Curricular (C-Cur), el docente en general tiene una tendencia intermedia-interdisciplinar. Por un lado, tiene siempre presente el plan curricular y en la I1-ENI manifiesta que ajusta sus contenidos para poder abordar todos los contenidos del plan y que sus estudiantes salgan bien en las pruebas estandarizadas, lo que lo situaría en una tendencia tradicional; sin embargo, su práctica docente es más acorde con una tendencia alternativa. En las respuestas de los instrumentos analizados, manifiesta que ajusta sus contenidos de acuerdo a la necesidad y contexto de los estudiantes, y trabaja problemas generales (por ejemplo el medio ambiente) para transversalizar conocimientos desde su asignatura, con énfasis en mejorar la argumentación. Plantea también estrategias de acuerdo a la particularidad de cada grupo, aunque reconoce que a veces se dificulta identificarlas y esto puede limitar el aprendizaje de los estudiantes. También menciona dificultades a tener en cuenta al abordar temas en CdT como el interés de los estudiantes por la temática y la falta de recursos para el aprendizaje. Evalúa de forma integral (pensamiento crítico, competencias, valores), y usa estrategias tradicionales para conocer los aprendizajes de los alumnos como escenarios argumentativos, debates, y exámenes escritos de selección múltiple.

Considera que la educación en CdT en secundaria es regular-media (3/5), siendo el único profesor que la califica de esta manera (los demás la calificaron como baja). Esto se debe a que en su asignatura, como es asociada a las Ciencias Naturales, es donde más contenidos en CdT se pueden encontrar. Piensa que es importante que los estudiantes de secundaria aprendan sobre los Sistemas Terrestres (Hidrosfera, Biosfera, Geosfera, Atmosfera), los recursos minerales, energías renovables y no renovables, recursos hídricos y su distribución en la superficie terrestre, el

cambio climático, el desarrollo sostenible, y la contaminación (ambiental-atmosférica-del agua); ya sea transversal a otras asignaturas, en proyectos interdisciplinarios o en clubes científicos.

Con respecto a su contexto educativo (subcategoría D-Ctx), en general presenta satisfacción laboral, libertad para diseñar los temas a orientar y facilidades para realizar actividades de campo/laboratorio. Sin embargo, considera que el sistema educativo no provee los suficientes recursos y recarga mucho esa responsabilidad en el profesor y los estudiantes. Su institución educativa se encuentra ubicada en una zona montañosa, con abundante agricultura, y con riesgos geológicos (deslizamientos, derrumbes) en épocas de lluvias. Se considera muy importante que los estudiantes reconozcan los rasgos geológicos del área para que tengan un mejor aprovechamiento de los recursos del suelo y agua, y conozcan estrategias de prevención y mitigación de desastres en épocas de invierno.

7.2.2 Bogotá

Con respecto a la Naturaleza de las CdT, estudiada bajo la subcategoría A-Nor (Naturaleza de las CdT, creencias y orientaciones), el profesor presenta predominantemente una visión científica tradicional, en donde los conceptos científicos se abordan desde el punto de vista disciplinar y se aplican para entender cómo funcionan los diferentes procesos de la Tierra, aunque en sus respuestas muestra también un componente social, enfocándose en aplicar las ciencias para desarrollar valores humanos, como se explicará a continuación.

En la encuesta inicial (I1-ENI) define las CdT como “*el estudio de los componentes y comportamientos de los diferentes elementos que conforman el suelo y el interior de la tierra*”, y enfatiza la importancia de valorar nuestro lugar de vida. En el I2-ETR, cuando se le pregunta cómo transversalizar su asignatura con el estudio de los volcanes, menciona temas específicos de un abordaje conceptual: “*Temperatura, energías, densidades, estados de la materia, movimientos, ondas, termodinámica, instrumentos de medición, análisis de gráficas de movimiento vs tiempo, fuerzas, transferencia de calor, efectos de la variación de temperatura, fluidos, presión*”. También menciona que es importante relacionar la Geología con las magnitudes físicas, ya que “*a los estudiantes les cuesta leer un mapa o manejar escalas*”.

En el I2-ReCo, a diferencia de los otros dos instrumentos, expresa más claramente su interés por abordar aspectos diferentes a los conceptos técnicos, como la valoración de otras

formas de vida, la búsqueda de conocimiento durante la historia como parte importante de nuestra naturaleza humana, la forma como el ser humano se ha adaptado a su lugar de vida y otros aspectos de crecimiento individual y en sociedad (como el trabajo en equipo, la construcción social, el respeto por otras posturas, etc). Esta frase tomada del I2-ReCo resume su visión: *“La importancia debe estar en la construcción humana y social del estudiante, de esta manera, se logra la transformación en los procesos educativos. La dificultad está en dirigir una enseñanza del componente con múltiples intenciones y no solo disciplinares”*.

Considera que las CdT son importantes para la cultura general y el conocimiento de nuestro lugar de vida, y que es necesario estudiarlas para proteger la biodiversidad y usar los recursos minerales e hídricos de forma sostenible; pero manifiesta que existen obstáculos de comunicación entre la comunidad geocientífica y el ciudadano común (pues no se conoce la labor que hace un geocientífico).

Su enseñanza se orienta a involucrar las CdT desde su asignatura con un componente didáctico. Sus propuestas prácticas en los I2-ReCo e I2-ETR incluyen numerosas actividades didácticas (maquetas, mapas conceptuales, resúmenes, carteleros) en combinación con actividades alternativas y de indagación (construcción de instrumentos de medición, conversatorios, entrevistas, investigaciones).

Con respecto al conocimiento disciplinar específicamente en CdT (subcategoría B-Dis), el docente muestra un nivel medio a bajo. En lo que concierne a CdT, no tiene cursos previos sino que su conocimiento ha sido adquirido por experiencia profesional, y siente que tiene poco conocimiento técnico para evaluar la calidad de la información que utiliza. Provee explicaciones parciales en los temas analizados en el segundo instrumento (I2-ReCo e I2-ETR), y en especial en el último documento se identificaron algunos errores conceptuales y falta de conocimiento acerca de las causas y características de los fenómenos volcánicos. En el I2-ReCo cuando explica por qué la Tierra es un planeta tan especial para albergar vida, menciona gravedad, oxígeno, agua y condiciones atmosféricas; pero omite los aspectos astronómicos y evolutivos del planeta.

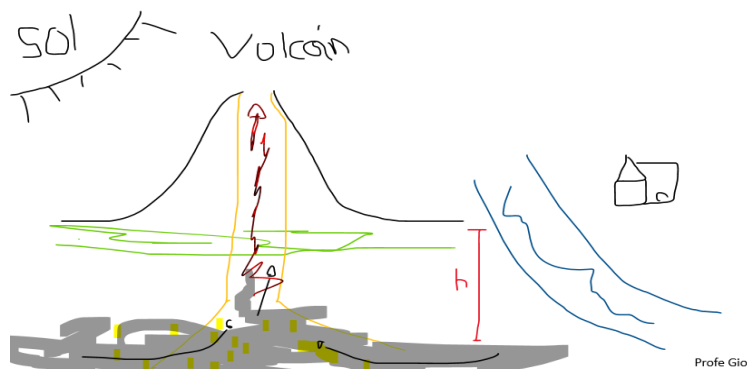
Sin embargo, su experiencia docente le ayuda a tener un alto CDC personal que usa para compensar sus falencias en el conocimiento disciplinar en CdT, ya que suele responder positivamente a los intereses y al contexto de los estudiantes, aplicando estrategias alternativas

en sus clases en donde los estudiantes no sólo hacen tareas y actividades didácticas, sino que realizan entrevistas, trabajos colaborativos y observan videos explicativos de expertos en el tema. El profesor también participa en grupos multidisciplinarios donde puede aprender de profesionales de otras áreas y se involucra activamente en proyectos transversales y de inclusión en su institución educativa.

Para proveer explicaciones, usa analogías comprensibles al nivel de los estudiantes. El siguiente es un ejemplo de una de las analogías que usó de forma apropiada en el I2-ETR para explicar cómo los geocientíficos pueden monitorear y/o predecir una posible erupción volcánica:

“Bien, ¿qué se puede predecir?, cuando el volcán tiene actividad genera movimientos y los geólogos con instrumentos de alta precisión los detectan, voy a darte un ejemplo.

Supongamos que los estudiantes que se encuentran en el piso inmediatamente arriba de nosotros, empezaran a brincar y arrastrar las sillas, ¿tú que puedes percibir? “profe, pues, ruido, vibración y se moverían los vidrios de este salón (respuesta del estudiante)”. Magnífico, imagínate y 30 estudiantes podrían hacer tremendo estruendo, relaciona miles de toneladas de minerales del interior de la tierra, mira el dibujo”:



El tema del conocimiento Curricular (CCur) muestra variaciones entre lo consignado en la encuesta inicial y su práctica docente. En el I1-ENI manifiesta que sus criterios para elegir y modificar los contenidos académicos se ciñen a las cartillas del Ministerio de Educación y los programas curriculares y su forma de evaluar se orienta más al desarrollo de competencias, lo que lo ubicaría en la categoría tradicional. No obstante, lo que menciona de sus prácticas educativas y los ejercicios que desarrolló en el I2-ReCo e I2-ETR lo sitúan en una categoría interdisciplinar: El profesor busca que los estudiantes apliquen sus conocimientos a su entorno,

que desarrollen habilidades integrales (conocimiento-competencias-valores-sociedad), y se preocupa mucho por el factor emotivo/motivacional de los estudiantes para generar aprendizajes más efectivos (como manifestó en el I2-ReCo).

Considera que la educación en CdT en secundaria es baja (2/5). Si bien no conoce material didáctico especializado en CdT, reconoce la importancia de incorporar las CdT como parte del currículo, planteando diversos temas relacionados con la astronomía, el origen de la vida, recursos hídricos, tiempo y clima, el cambio climático, los recursos naturales y el desarrollo sostenible. Manifiesta que uno de los principales obstáculos para abordar las CdT en otras asignaturas es la falta de tiempo para desarrollar temas que están fuera del plan curricular actual, que de por sí ya cuenta con un tiempo muy limitado (tiene sólo una hora por semana en su asignatura).

Con respecto al conocimiento del contexto educativo (D-Ctx), el docente reporta actividades que afectan directamente a su comunidad educativa como son la presencia de minería sin regulación, zonas con problemas de agua potable y predominantemente población vulnerable (personas en condición de pobreza, trabajadores informales, campesinos), además de cercanía a zonas de Páramo/áreas naturales protegidas; lo que justifica la importancia de reforzar la enseñanza de las CdT dentro de su comunidad educativa. No dispone de muchos recursos para realizar actividades de campo/laboratorio, por lo cual debe realizar experimentos con materiales que se consiguen en casa, y no realiza actividades de este tipo que se relacionen directamente con las CdT. Sin embargo, debido a la cercanía de zonas de Páramo existe un potencial para realizar actividades de campo de bajo costo.

En general, a nivel de la Institución educativa reporta satisfacción laboral, libertad para diseñar y enseñar los temas a abordar, y políticas acordes con sus valores e ideas (objetivo común de formar ciudadanos críticos y capaces de solucionar problemas). Con respecto a sus estudiantes, manifiesta estar al tanto de sus intereses y proyectos, así como la importancia de respetar las diferencias de opinión.

7.2.3 Macanal

Con respecto a la subcategoría A-Nor (Naturaleza de las CdT, creencias y orientaciones), se resalta que el profesor Macanal tiene una forma integrada de ver todas las ciencias en general, y no sólo cuando se refiere a las CdT. Cuando aborda los temas, se preocupa de que los estudiantes conecten lo aprendido en sus clases de Biología y Química con los conceptos que introduce en Física para mejorar la comprensión de los estudiantes. Cuando se le pregunta en el I1-ENI qué son las CdT, las define como *“el estudio de los componentes de la Litosfera, Biosfera e Hidrosfera y los fenómenos asociados a éstas”*, lo que lo ubica en una visión holística y de Sistemas.

Con respecto a la importancia de las CdT, sus respuestas indican una tendencia utilitaria. Tanto en el I2-ReCo como en el I2-ETR se refiere a su importancia en los procesos de enseñanza para lograr aprendizajes más significativos, y en el I2-ETR se refiere a las CdT como una ciencia aplicada. Aunque esta descripción se aleja epistemológicamente de la naturaleza de las CdT, en este caso el docente se refiere a la aplicación de conceptos en CdT como ejemplos prácticos o de la vida real para entender los conceptos enseñados en otras asignaturas, como describe en este párrafo:

“La integración de conocimientos permite generar un aprendizaje profundo de la temática, sin embargo, llevar temáticas al eje curricular de múltiples áreas de la ciencia puede ser un reto muy grande, ya que, cada docente pretende desde sus conocimientos y medios, la forma de establecer los múltiples conocimientos a abordar, siendo en este caso las Ciencias de la Tierra un medio aplicado del conocimiento general a abordar en el aula”...“Otra dificultad se encuentra en el dominio de los docentes de la temática asociada a las CdT ya que al ser una Ciencia aplicada, requiere de un estudio profundo por parte del docente, evitando que las dudas de los estudiantes sean resueltas satisfactoriamente”.

Considera que las CdT deben hacer parte de la alfabetización científica general dado que se relacionan con muchas otras áreas del conocimiento: *“El estudio de las CdT nos ayuda a comprender el mundo que nos rodea. Sin embargo, a pesar de que considero que todos debemos contar con las concepciones básicas de esta ciencia, considero que un estudio profundo solo debe llevarse a cabo por quienes dominan este tipo de ciencia”* (I1-ENI).

Su enseñanza se orienta hacia la didáctica, con un fuerte componente de aprendizaje activo, es decir, que involucra directamente a sus estudiantes en la construcción de conocimiento por medio de discusiones en clase, experimentación y desarrollo de actividades en donde los estudiantes deben sustentar o explicar sus creaciones y qué parámetros tuvieron en cuenta para elaborarlos (ya sea maquetas, cuentos, modelos, etc). También se orienta al desarrollo de proyectos escolares de investigación, probablemente por su enfoque en educación STEM.

Su conocimiento disciplinar (subcategoría B-Dis) es en general Alto a pesar de que no ha tenido cursos previos en CdT, sino que todo se debe a su experiencia como docente de Física-STEM en múltiples grados de secundaria. Muestra confianza en la selección de materiales de aprendizaje (que incluyen además de los libros de texto, investigaciones científicas y material especializado en enseñanza), y detecta errores conceptuales en los libros de su área de estudio. En su colegio realizan también proyectos multidisciplinarios en los cuales participa activamente, lo cual ha permitido enriquecer su visión integral de las ciencias.

Evidencia claridad conceptual en los documentos generados (I2-ReCo e I2-ETR), y en múltiples ocasiones comenta que para él fue sencillo responder las preguntas y relacionar los temas debido a que los conoce y suele abordarlos en su práctica docente, pero piensa que no todos los docentes tienen los conocimientos suficientes y requieren profundizar en los temas propuestos para poderlos orientar efectivamente y responder a las inquietudes/dificultades de los estudiantes. En el I2-ReCo respondió: *“No considero que para una persona con formación en este campo sea complicado responder a esta pregunta, sin embargo, para otro tipo de docentes con formaciones distintas puede representar un mayor reto”*. *“Dado que existen DBA designados que determinan la dinámica de aprendizajes en las Ciencias naturales, desarrollar esta temática sin considerar a todas las ciencias, representa un problema que se verá reflejado en los estudiantes en la baja comprensión de la temática, carencia de intereses y motivación en la misma y esto sin lugar a dudas entorpecería el objetivo de la enseñanza de este tema”*.

Con respecto al Conocimiento Curricular (Subcategoría C-Cur), el docente suele ceñirse a los DBA, los estándares curriculares y la preparación necesaria para que los estudiantes logren salir bien en las pruebas estandarizadas (como las pruebas SABER), así que para él es importante ajustar los contenidos de manera que se cumplan los objetivos a pesar de que manifiesta que hay muy poco tiempo para desarrollarlos todos. Esto lo catalogaría a nivel declarativo en una

tendencia tradicional. Sin embargo, sus prácticas docentes muestran una clara tendencia alternativa: Le preocupa desarrollar el pensamiento crítico (I2-ReCo), integra los conocimientos previos no sólo en su área sino en otras áreas como insumo para lograr aprendizajes significativos (I2-ReCo, I2-ETR), y tiene en cuenta el nivel de los estudiantes para desarrollar las actividades propuestas. Sus objetivos de enseñanza se enfocan a la parte académica; en ninguno de los instrumentos menciona el desarrollo de valores personales/sociedad.

El profesor llevó a la práctica en su aula la orientación del tema propuesto en el I2-ReCo con el fin de entender mejor su CDC y sus procesos de aula, ya que este instrumento coincidió con una temática propuesta en el plan curricular original de la asignatura. Esta fue la forma como evaluó la comprensión de sus estudiantes:

“En el caso de aplicación de esta temática utilicé dos herramientas para reconocer el nivel de dominio de los estudiantes: en grado sexto implementé el aprendizaje activo mediante la construcción de sistemas propios con exoplanetas que podían albergar vida, y por otro lado en grado séptimo, se solicitó a los estudiantes que realizaran un relato con base en un exoplaneta ya existente donde explicaran desde su comprensión todas los sucesos que dieron lugar a la formación de estos exoplanetas y su importancia”.

Con respecto a su contexto educativo (Subcategoría D-Ctx), su institución educativa se encuentra en un área con influencia de actividades de minería subterránea e industria energética, y la población se ha visto afectada por cambios en el microclima de la región debido a la construcción del embalse (Hidroeléctrica de Chivor), lo que hace muy importante la educación en CdT para la comunidad. Es un profesor que le interesa conocer los intereses de sus estudiantes con propósitos académicos (crear aprendizajes contextualizados) y es abierto al debate y al respeto de las ideas de sus estudiantes. Reporta en general un nivel de satisfacción con su labor docente, pero reconoce carencias en el sistema educativo, falta de insumos para realizar laboratorios/actividades de campo, y la falta de involucrar al estudiante, su contexto y su familia en el proceso educativo.

7.2.4 Medellín

Para la subcategoría A-Nor (Naturaleza de las CdT, creencias y orientaciones), se puede observar que para esta docente en todas sus respuestas se presenta un componente histórico, económico y social; coherente con su formación académica, y demuestra que realiza una transversalidad efectiva de las CdT desde las Ciencias Sociales, como se explicará a continuación.

En la encuesta inicial (I1-ENI) cuando se le pregunta cómo se relacionan las CdT con su área de especialización respondió: “...*en el caso de las ciencias de la Tierra, ayuda a entender cómo los seres humanos evolucionaron según el entorno en que habitaron, pero también cómo el hombre ayudó en la transformación del planeta*”.

En el I2-ReCo, dentro de los contenidos que le interesa que los estudiantes aprendan, además de los directamente relacionados con la explicación conceptual (“*Big Bang, composición y origen del sistema solar, planetas rocosos vs gaseosos*”, entre otros), menciona los siguientes temas: “*La tarea de los primeros astrónomos y los aportes que nos dejaron como por ejemplo la invención de los primeros telescopios y cómo han evolucionado hasta hoy*”, “*Teoría geocéntrica/teocéntrica y teoría heliocéntrica*”, “*Comparar los avances científicos con los mitos y las religiones sobre el origen del universo y de los seres humanos*”.

En el I2-ETR aplica el tema de los volcanes para abordar el trabajo de un volcanólogo, el aporte del Servicio Geológico Colombiano en la vigilancia de los volcanes del país, la relación de los volcanes con otras áreas de las Ciencias Sociales y la importancia del monitoreo y evaluación de riesgos naturales y planes de emergencia para la seguridad de todos los habitantes “*pensar en clase qué hacer o qué no hacer durante un terremoto por ejemplo o avalancha para el caso del colegio donde trabajo*”.

Para ella, las CdT son importantes para cualquier profesional sin importar su especialidad “*porque el reconocimiento y comprensión de nuestro entorno físico puede ayudarnos a vivir mejor en él, a cuidarlo, a protegerlo y utilizarlo en provecho de todos. Aprender a convivir con nuestro entorno (físico y social) es una competencia ciudadana que se debe desarrollar desde cualquier edad, profesión o ciencia, porque permite asumir a un compromiso social con la humanidad y el planeta desde el presente y hacia el futuro*”.

Su enseñanza se orienta principalmente hacia la didáctica, pues combina la enseñanza de los conceptos con ejercicios prácticos en clase (maquetas, dibujos, modelos, cuentos, mapas, identificación del color de las estrellas, entre otros). En la encuesta manifiesta que las CdT las abordaría mediante proyectos interdisciplinarios y la resolución de problemas, lo cual se demuestra en el I2-ETR, donde además de los ejercicios didácticos usa el análisis de políticas públicas en torno a la prevención de desastres, cartografía social, identificación de zonas de riesgo en el área donde se encuentra ubicada la Institución Educativa, el impacto de la desinformación en los medios de comunicación, entre otros. En el I2-ReCo sólo menciona la utilización de ejercicios prácticos en clase, así como la utilización de multimedia para complementar los conceptos (enfoque didáctico).

Con respecto al conocimiento disciplinar en CdT (subcategoría B-Dis), la docente muestra un nivel medio, aunque por sus respuestas se evidencia que en general posee un alto CDC en su disciplina, y logra combinar efectivamente conceptos de las CdT desde su área de estudio. Tiene varios años de experiencia, lo cual le ha permitido elaborar estrategias propias de enseñanza, indagar en los intereses de los estudiantes e incorporarlos a su asignatura de forma regular, aunque no sean parte de su campo de especialidad.

Sus estrategias de enseñanza se enfocan en desarrollar no sólo las competencias técnicas sino otras habilidades (creatividad, interacción social): Propone que los estudiantes elaboren talleres, dibujos y proyectos manuales (sistema solar, sismógrafo casero); observen las estrellas y sus colores; visiten a eventos institucionales como la feria de Ciencia y tecnología; entrevisten a miembros de su familia sobre qué es el origen de la vida; realicen trabajos en grupo; elaboren cuentos; y elaboración de cuentos); y realicen comparaciones entre diferentes teorías (científicas y no científicas) sobre el origen de la vida.

El I2-ETR muestra claramente cómo aplica su CDC personal para abordar conceptos fuera de su área de disciplina efectivamente. Debido a que no poseía suficiente conocimiento del tema, en lugar de proveer respuestas incompletas a las preguntas súbitas de los estudiantes, les invitó a analizar lo que ellos sabían de los volcanes y dibujar cómo es el proceso de erupción de un volcán. Este ejercicio le permite evaluar sus saberes previos e introducirlos en el tema, y en la siguiente clase realizó la orientación del tema con el material preparado y conectado con las Ciencias Sociales.

Para la instrucción, se apoyó en videos e infografías/imágenes para explicar conceptos más técnicos en los que no tiene mucha experiencia, y relacionó el tema de los volcanes con temas de las Ciencias Sociales como la cartografía (ubicación de los volcanes del país y del mundo, el cinturón de fuego del Pacífico); la economía (desarrollo de las poblaciones en zonas volcánicas y aprovechamiento económico); la historia (desastres naturales históricos); la comunicación ciudadana (por parte de las entidades científicas y los medios de comunicación); la prevención de riesgos y la labor de las entidades gubernamentales en la vigilancia de zonas de riesgo para protección de la comunidad. También da a conocer las entidades encargadas de manejar la información geológica y volcanológica del país.

Debido a que en su zona no hay influencia volcánica directa, aprovechó la introducción al tema para identificar con sus estudiantes los riesgos naturales que les afectan en su localidad y cómo actuar en caso de emergencia, ya que piensa que el contexto es importante para que los estudiantes tengan un aprendizaje más significativo.

Manifiesta sin embargo que tiene dificultades como la falta de conocimiento en varios tópicos de las CdT y problemas para entender los conceptos a profundidad para poder realizar una transposición efectiva. Se observan ciertos obstáculos epistemológicos para comprender las escalas de tiempo o tamaño que involucran las CdT, expresándolo en formas como *“los estudiantes suelen pensar el fenómeno del Big Bang de forma abstracta”*, *“aunque utilizo videos e imágenes para explicarlo, creo que aun así no logro interiorizar correctamente esta teoría”*. Manifiesta también que los estudiantes tienen dificultades para leer e interpretar mapas, y concebir un planeta dinámico: *“para ellos La Tierra siempre es igual y no cambia”*. Por este motivo, para ella es muy importante que los estudiantes adquieran habilidades de pensamiento espacial y temporal en la clase de Ciencias Sociales.

Tampoco se siente confidente evaluando la precisión científica de los materiales que selecciona para la enseñanza, que principalmente son libros de texto, unidades didácticas y multimedia (videos, películas, internet). En el I2-ReCo, cuando se les pregunta qué características tiene la Tierra para que sea habitable, manifiesta no tener conocimiento suficiente ni explicar regularmente varios de los conceptos descritos de acuerdo a la lectura realizada, así como inconformidad con su propio desempeño: *“siempre me cuestiono como enseñar la teoría*

del Big Bang de forma más clara para mis estudiantes, pero aun así siempre creo que lo pude hacer mejor”.

Aunque se prepara constantemente en el área de la didáctica, tiene poca interacción con docentes de otras áreas en conversaciones o proyectos multi/interdisciplinarios, y de hecho manifestó que ésta fue la primera vez que participó en un proyecto interdisciplinario y le fue muy gratificante realizar estos ejercicios y llegar a la conclusión de que las Ciencias Sociales puedan integrarse con otras áreas de las Ciencias Naturales.

Con respecto al conocimiento curricular (Categoría C-Cur), presenta una tendencia interdisciplinar/alternativa. En todos los instrumentos enfoca la selección de contenidos y temas en función de los intereses y necesidades de los estudiantes, así como de su contexto. Prioriza los temas de acuerdo a la facilidad de ellos para contener o enlazar otros contenidos a abordar, reflexiona sobre cómo darles un orden lógico a los temas para abordarlos en una secuencia comprensible y práctica, sin dejar de lado aspectos importantes. También utiliza sus experiencias pasadas (exitosas y no exitosas) para modificar las estrategias de enseñanza.

Realiza indagaciones de saberes previos usando múltiples estrategias (dibujos, explicaciones, preguntas aleatorias, entrevistas a familiares), y tiene en cuenta la conexión entre contenidos como se mencionó anteriormente, pero manifiesta que es difícil a veces seguir una progresión de aprendizajes de un curso a otro, y que a los estudiantes les cuesta mucho transversalizar los aprendizajes a otras áreas de estudio (aunque ella de forma personal los realiza de forma exitosa).

Evalúa de forma cualitativa, concentrándose más en el proceso que en el resultado y en su evolución conceptual, así como en los valores de los estudiantes más que en competencias (*“trabajo individual y grupal, respeto, dedicación, interés, seguridad, creatividad, participación en clase, pensamiento histórico y continuidad en su proceso formativo”*). Sin embargo, aclara que *“no hay que confundir el tener en cuenta la formación humana en el momento de evaluar a los estudiantes con descuidar la calidad en contenidos y evaluaciones que conlleven a que los estudiantes tengan un desconocimiento científico”*.

Considera que la educación en CdT en secundaria es baja (2/5). Si bien no conoce material didáctico especializado en CdT, reconoce la importancia de incorporar las CdT como

parte del currículo, planteando diversos temas relacionados con la astronomía, los sistemas terrestres, la geología, los recursos naturales y el desarrollo sostenible; y como se explicó anteriormente usa múltiples estrategias para incluir algunos de los temas.

Con respecto a la Subcategoría D-Ctx (Conocimiento del Contexto Educativo), se puede apreciar que la profesora está al tanto de la situación socioeconómica de sus estudiantes, así como de los problemas que aquejan a su comunidad. Si bien fomenta el debate, el respeto por la opinión del otro y trata de que sus estudiantes se sientan apreciados y escuchados, no se involucra activamente con las necesidades de sus estudiantes, ni menciona su participación en proyectos sociales o comunitarios. En general realiza múltiples actividades de clase relacionadas con las CdT (como las geoformas, las zonas climáticas, conceptos de astronomía y evolución del planeta/Sistema Solar). No realiza actividades de campo ni laboratorio, sino que usa materiales cotidianos para sus ejercicios de clase/tareas en casa, y usualmente los estudiantes deben aportar los materiales.

La profesora menciona tanto en la I1-ENI como en el I2-ReCo obstáculos de tipo religioso y/o cultural al momento de introducir contenidos científicos. Por ejemplo, en el ReCo sobre la vida en otros planetas manifiesta *“Creo que desde el punto de vista comparativo, los estudiantes se les dificulta aceptar varias explicaciones para un mismo fenómeno, ya que en ellos están muy arraigadas las concepciones religiosas (los 7 días de la creación) y constantemente me preguntan cuál es el papel de Dios en las teorías científicas o en qué momento nació Dios o hablar de algunos mitos indígenas sobre el origen del sol y la luna”*.

Con respecto a la comunidad donde se ubica la institución educativa, se considera muy importante incluir la enseñanza de las CdT en el entorno de esta institución educativa principalmente por dos razones: 1. El alto riesgo de catástrofes naturales (deslizamientos, derrumbes e inundaciones), y la necesidad de educar a la población en el manejo y mitigación de dichos problemas; 2. La mayoría de los estudiantes viven en una comunidad de estratos bajos (1 y 2) y barrios de invasión, donde son comunes los problemas de infraestructura básica, manejo de basuras y acceso a agua potable.

La siguiente tabla resume los resultados obtenidos para los cuatro docentes analizados:

Tabla 4. Resultados de los Instrumentos aplicados en los cuatro docentes.

Subcategoría A-Nor: Naturaleza de las CdT y Orientaciones del Profesor												
TENDENCIAS Y SUS DESCRIPTORES				HELICONIA (Biología y Química)			BOGOTA (Matemáticas y Física)			MACANAL (Física-STEM)		
Parámetro	A-Nor/SOC	A-Nor/SIS	A-Nor/CIT	I1_ENI	I2_ReCo	I2_ETR	I1_ENI	I2_ReCo	I2_ETR	I1_ENI	I2_ReCo	I2_ETR
A1. Concepto del profesor acerca de la Naturaleza de las CdT y su relación con su área específica de estudio	1. El profesor pone un fuerte énfasis en el rol del ser humano dentro de los sistemas terrestres, y la necesidad de entenderlos para el bienestar de la humanidad	1. El profesor reconoce que las CdT corresponden a un sistema complejo compuesto por subsistemas interconectados que actúan en una variedad de escalas, señala elementos como la Biosfera, Atmosfera, Geosfera, e Hidrosfera	1. El profesor presenta una visión de las CdT como un conjunto de múltiples disciplinas orientadas a entender la Tierra, su origen y procesos	A-Nor/SIS	A-Nor/SIS	A-Nor/CIT, A-Nor/SIS	A-Nor/CIT	A-Nor/CIT	A-Nor/CIT	A-Nor/SIS, A-Nor/CTR	A-Nor/SIS	A-Nor/SIS
	2. El profesor establece conexiones de tipo social y ambiental entre las dos disciplinas	2. El profesor establece conexiones entre las disciplinas que llevan al entendimiento del entorno como un todo (holístico)	2. El profesor describe criterios relacionados a la rigurosidad científica de ambas ciencias y al método científico	A-Nor/SIS	A-Nor/SIS	A-Nor/SIS	N/A	A-Nor/SOC	N/A	A-Nor/CIT	A-Nor/SIS	A-Nor/SIS
	3. Para el profesor es necesario que el ser humano conozca de CdT para intervenir de forma responsable y ética sobre asuntos que afectan a la sociedad y el equilibrio de los sistemas, y hace parte del conocimiento básico de todo individuo sin importar su campo profesional	3. Para el profesor las CdT son necesarias para entender cómo funciona la Tierra y sus procesos, y cómo se relacionan en todos los niveles y sistemas. Se cree que son un componente básico de la alfabetización científica y que deben ser transversalizadas en diversos campos del conocimiento	3. El profesor manifiesta que las CdT son importantes para la alfabetización científica y para complementar los conceptos relativos a su disciplina. No necesariamente son importantes para cualquier área profesional y pueden no ser de mucho interés a nivel del público en general	A-Nor/CIT, A-Nor/SIS	A-Nor/CIT	A-Nor/SIS	A-Nor/CIT	A-Nor/SOC	N/A	A-Nor/CIT	A-Nor/SIS	A-Nor/SIS
A2. Creencias del profesor con respecto a las CdT y la labor del geocientífico	4. Promueve valores enfocados a entender el impacto económico, ambiental, cultural y en la salud humana de las actividades extractivas; la relación entre los riesgos naturales y el desarrollo de poblaciones; protección del patrimonio natural, etc.	4. Promueve valores enfocados en la protección del equilibrio de los sistemas y manejo eficiente de recursos	4. Promueve valores enfocados en la ética profesional y científica: responsabilidad científica, divulgación, veracidad y pertinencia de la información	A-Nor/SOC, A-Nor/SIS	A-Nor/CIT	A-Nor/SIS	A-Nor/SIS	A-Nor/SIS	N/A	A-Nor/SOC, A-Nor/CIT	N/A	A-Nor/CIT
				ENI	ReCo	ETR	ENI	ReCo	ETR	ENI	ReCo	ETR
				A-Nor/INV, A-Nor/PRO	A-Nor/INV, A-Nor/DID	A-Nor/PRO	A-Nor/INV	A-Nor/DID	A-Nor/DID	A-Nor/DID, A-Nor/INV	A-Nor/DID	A-Nor/DID, A-Nor/INV
A3. Orientaciones del profesor con respecto a las CdT	5. El profesor orienta las temáticas de CdT dentro de proyectos que permitan el análisis de problemas relacionados con el medio ambiente, cambio climático, riesgos naturales, etc. y plantean posibles soluciones, usando los conocimientos y habilidades del estudiante	5. El profesor orienta las temáticas de CdT hacia la investigación que permitan la observación de diferentes variables de un fenómeno complejo y cómo funcionan. Se centra en el proceso del descubrimiento, se formulan conclusiones y se evalúa la validez de ellos contrastando con la teoría	5. El profesor orienta las temáticas en CdT para complementar conceptos de su asignatura o enfocada específicamente en ella, usando temas de CdT en actividades, ejemplos y experimentos. Existe cierto rigor académico	A-Nor/INV, A-Nor/PRO	A-Nor/INV, A-Nor/DID	A-Nor/PRO	A-Nor/INV	A-Nor/DID	A-Nor/DID	A-Nor/DID, A-Nor/INV	A-Nor/DID	A-Nor/DID, A-Nor/INV
				ENI	ReCo	ETR	ENI	ReCo	ETR	ENI	ReCo	ETR
				A-Nor/INV, A-Nor/PRO	A-Nor/INV, A-Nor/DID	A-Nor/PRO	A-Nor/INV	A-Nor/DID	A-Nor/DID	A-Nor/DID, A-Nor/INV	A-Nor/DID	A-Nor/DID, A-Nor/INV

Subcategoría B-Dis: Conocimiento del Contenido o Disciplinar

				HELICONIA			BOGOTÁ			MACANAL			MEDELLÍN		
TENDENCIAS Y SUS DESCRIPTORES				(Biología y Química)			(Matemáticas y Física)			(Física-STEM)			(Ciencias Sociales)		
Parámetro	B-Dis/ALTO	B-Dis/MED	B-Dis/BAJO	I1_ENI	I2_ReCo	I2_ETR	I1_ENI	I2_ReCo	I2_ETR	I1_ENI	I2_ReCo	I2_ETR	I1_ENI	I2_ReCo	I2_ETR
B1. Educación previa de los profesores en CdT y autoaprendizaje debido a la práctica de aula	1. El profesor tiene algún tipo de formación profesional en CdT, y tiene varios años de experiencia en el aula, en la cual ha abordado temas específicos en CdT	1. El profesor tiene alguna formación mínima en CdT (cursos universitarios); o tiene experiencia docente y ha abordado en el aula temas específicos en CdT o relacionados	1. El profesor no tiene ninguna formación en CdT, no tiene experiencia docente y/o ha abordado muy superficialmente en el aula temas en CdT	B-Dis/ALTO	B-Dis/ALTO	B-Dis/ALTO	B-Dis/MED	B-Dis/MED	N/A	B-Dis/MED	B-Dis/MED	N/A	B-Dis/MED	B-Dis/MED	B-Dis/MED
B2. Intereses con respecto a la alfabetización en Ciencias de la Tierra (CdT)	2. El profesor manifiesta interés en profundizar en temas en CdT, aplicándolos en sus clases y responde positivamente a los intereses de sus estudiantes en estos temas	2. Tanto profesor como estudiantes manifiestan interés en conocer y profundizar en temas de las CdT, aunque se reconocen algunas dificultades en la transposición de los conceptos	2. El interés proviene principalmente de sus estudiantes, y el profesor manifiesta dificultad en responder a ese interés	B-Dis/ALTO	B-Dis/MED	N/A	B-Dis/ALTO	B-Dis/ALTO	B-Dis/MED	B-Dis/ALTO	B-Dis/ALTO	B-Dis/MED	B-Dis/MED	B-Dis/MED	B-Dis/ALTO
B3. Claridad conceptual y precisión científica de los materiales seleccionados para el aprendizaje en CdT	3. El profesor tiene claridad conceptual en los temas de CdT que aborda en su área de estudio y escoge materiales que en su forma de ver son adecuados científicamente	3. El profesor consulta materiales en CdT cuando es necesario para el abordaje de sus clases pero presenta problemas para evaluar la calidad de los materiales o entender en profundidad los conceptos	3. El profesor tiene poco conocimiento de materiales en CdT y no los ha usado o los entiende poco	B-Dis/ALTO	B-Dis/ALTO a B-Dis/MED	B-Dis/ALTO a B-Dis/MED	B-Dis/MED	B-Dis/MED	N/A	B-Dis/ALTO	B-Dis/ALTO	B-Dis/ALTO a B-Dis/MED	B-Dis/BAJO	B-Dis/MED	B-Dis/ALTO a B-Dis/MED
B4. Estrategias y obstáculos para abordar contenidos fuera de la disciplina de formación (en este caso CdT)	4. El profesor aplica diferentes estrategias para abordar temas en CdT y no se limita a los textos o al desarrollo de la cátedra; suele conectar bien los temas con otras áreas de estudio y/o suele usar ejemplos o analogías que faciliten la comprensión de los estudiantes	4. El profesor responde al interés de abordar temáticas en CdT pero se limita con las estrategias de enseñanza o tiene problemas para desarrollar los contenidos. En general aborda los temas parcialmente; y explica de forma general o superficial los fenómenos sin relacionarlos con otras áreas del conocimiento	4. El profesor presenta obstáculos conceptuales para abordar temas en CdT y los evita, reemplazándolos por temáticas más familiares; o los aborda de forma muy superficial y a veces con errores conceptuales	B-Dis/MED a B-Dis/ALTO	B-Dis/ALTO	B-Dis/ALTO	B-Dis/ALTO	B-Dis/MED	B-Dis/BAJO	B-Dis/MED	B-Dis/ALTO	B-Dis/ALTO	B-Dis/MED	B-Dis/ALTO	B-Dis/ALTO
B5. Participación en grupos de investigación interdisciplinarios o conexiones con profesores en otras áreas de experiencia	5. El profesor involucra a sus estudiantes en proyectos o grupos de investigación interdisciplinarios y comparte experiencias con profesores de otras áreas	5. El profesor participa en redes profesionales donde comparte otros enfoques, aunque en su área no realiza proyectos interdisciplinarios con sus estudiantes	5. El profesor se enfoca en su área de estudio con poco contacto con redes interdisciplinarias	B-Dis/ALTO	B-Dis/ALTO	B-Dis/ALTO	B-Dis/ALTO	N/A	N/A	B-Dis/ALTO	B-Dis/MED	N/A	B-Dis/MED	N/A	N/A

Subcategoría C-Cur: Conocimiento Curricular

					HELICONIA			BOGOTA			MACANAL			MEDELLIN		
TENDENCIAS Y SUS DESCRIPTORES					(Biología y Química)			(Matemáticas y Física)			(Física-STEM)			(Ciencias Sociales)		
Parámetro	C-Cur/ALT	C-Cur/MED	C-Cur/TRAD		I1_ENI	I2_ReCo	I2_ETR	I1_ENI	I2_ReCo	I2_ETR	I1_ENI	I2_ReCo	I2_ETR	I1_ENI	I2_ReCo	I2_ETR
C1. Criterios para seleccionar, modificar o descartar algún tema dentro del currículo	1. Existe una visión integradora, adaptada al contexto de los estudiantes a la hora de planear los contenidos y con procesos de reflexión del profesor	1. El profesor si bien se guía en las cartillas institucionales, los modifica de acuerdo a las necesidades de los estudiantes y a experiencias exitosas previas	1. El profesor se basa en las cartillas institucionales y se ciñe al currículo para planear los contenidos		C-Cur/MED a C-Cur/ALT	C-Cur/ALT	C-Cur/MED	C-Cur/TRAD	C-Cur/ALT	C-Cur/ALT	C-Cur/TRAD	C-Cur/ALT	C-Cur/ALT	C-Cur/ALT	C-Cur/MED	C-Cur/ALT
C2. Conexión entre los contenidos de la asignatura	2. El profesor puede identificar una progresión en los aprendizajes y también los conecta con otras disciplinas y el contexto de los estudiantes, integrando diversas fuentes de información	2. El profesor conoce la progresión vertical de los aprendizajes de su asignatura, y existe una relación con otras áreas/contextos, aunque se mantiene una programación rígida y ceñida al plan de trabajo	2. Los contenidos son puntuales a la asignatura impartida. Presentan una versión actualizada y simplificada del conocimiento científico. No manifiesta conexiones claras con otras asignaturas		C-Cur/ALT	C-Cur/MED	C-Cur/MED	C-Cur/ALT	C-Cur/ALT	N/A	C-Cur/ALT	C-Cur/ALT	C-Cur/ALT	C-Cur/MED	C-Cur/ALT	C-Cur/ALT
C3. Objetivos de aprendizaje y metodología de evaluación	3. El objetivo del profesor es complejizar y enriquecer el conocimiento cotidiano del estudiante, desarrollando la autonomía, el pensamiento crítico la comprensión profunda de los contenidos. Se evalúa la evolución conceptual del alumno y se aplican metodologías basadas en problemas relevantes a su contexto	3. El objetivo del profesor es que el estudiante adquiera los conocimientos del plan inicial de trabajo, aunque se tiene en cuenta sus conocimientos previos para la progresión de los aprendizajes. Se evalúan las competencias del estudiante y existe una dualidad explicación/aplicación	3. El objetivo del profesor es la adquisición de conocimientos conceptuales y procedimentales que le permita estar bien preparado para las pruebas estandarizadas (SABER) y evalúa por métodos tradicionales		C-Cur/MED a INT	C-Cur/ALT	C-Cur/ALT	C-Cur/ALT	C-Cur/MED	C-Cur/ALT	C-Cur/ALT	C-Cur/ALT	C-Cur/ALT	C-Cur/ALT	C-Cur/ALT	C-Cur/ALT
C4. Uso de los recursos de apoyo y estrategias para la enseñanza en temas de CdT	4. El profesor usa recursos que le permiten complementar su asignatura o aportar otras perspectivas para enriquecer la enseñanza, e integra diversas estrategias de enseñanza y fuentes de información	4. El profesor conoce recursos en CdT, aunque los usa poco para preparar los temas de su área de estudio y se restringe al libro de texto, usa estrategias didácticas y actividades de clase.	4. El profesor no usa o no conoce recursos en CdT que le permitan complementar su asignatura. Los recursos elegidos son específicos de su área de estudio		C-Cur/TRAD	C-Cur/ALT	C-Cur/ALT	C-Cur/TRAD	C-Cur/ALT	C-Cur/ALT	C-Cur/MED	C-Cur/ALT	C-Cur/ALT	C-Cur/TRAD	C-Cur/ALT	C-Cur/ALT
C5. Objetivos educativos a nivel nacional e internacional y estándares en CdT	5. El profesor reconoce la necesidad de abordar las CdT desde una perspectiva interdisciplinar y plantea estrategias para abordarlas desde su asignatura	5. El profesor reconoce que hay temas de CdT que necesitan ser abordados, aunque no evidencia claridad en la conexión con su asignatura o cómo transversalizarlas	5. El profesor reconoce la falta de inclusión de las CdT pero considera que deben ser abordadas fuera de su asignatura		C-Cur/MED	C-Cur/ALT	C-Cur/ALT	C-Cur/ALT	C-Cur/ALT	C-Cur/ALT	C-Cur/ALT	C-Cur/ALT	C-Cur/ALT	C-Cur/MED	C-Cur/ALT	C-Cur/ALT

Subcategoría D-Ctx: Conocimiento del Contexto Educativo

TENDENCIAS Y SUS DESCRIPTORES				HELICONIA (Biología y Química)			BOGOTA (Matemáticas y Física)			MACANAL (Física-STEM)			MEDELLIN (Ciencias Sociales)		
Parámetro	D-Ctx/PFLX	D-Ctx/PNOF	D-Ctx/SDIF	I1_ENI	I2_ReCo	I2_ETR	I1_ENI	I2_ReCo	I2_ETR	I1_ENI	I2_ReCo	I2_ETR	I1_ENI	I2_ReCo	I2_ETR
D1. Relevancia de ciertas áreas del conocimiento en CdT en el entorno de la Institución académica	1. Se identifica una zona con actividades extractivas, alto riesgo de catástrofes naturales o con problemas de manejo de recursos básicos	1. Se identifica una zona con actividades extractivas, alto riesgo de catástrofes naturales o con problemas de manejo de recursos básicos	1. Zonas con accesibilidad a recursos básicos y con bajo riesgo de catástrofes naturales	D-Ctx/PFLX	N/A	N/A	D-Ctx/PFLX	N/A	D-Ctx/PFLX	D-Ctx/PFLX	N/A	D-Ctx/PFLX	D-Ctx/PFLX	N/A	D-Ctx/PFLX
D2. Conocimiento del contexto de los estudiantes (intereses, situación familiar, socioeconómica, conflictos, etc)	2. El profesor está al tanto del contexto socioeconómico y cultural de sus estudiantes y lo involucra activamente en sus estrategias de enseñanza	2. El profesor está al tanto del contexto socioeconómico y cultural de sus estudiantes y trata de involucrarlo activamente en sus estrategias de enseñanza	2. El profesor no se encuentra muy familiarizado con el entorno donde viven sus estudiantes porque es muy diverso	D-Ctx/PFLX	N/A	N/A	D-Ctx/PFLX	D-Ctx/PFLX	D-Ctx/PFLX	D-Ctx/PFLX	N/A	N/A	D-Ctx/PNOF	D-Ctx/PFLX	D-Ctx/PFLX
D3. Flexibilidad del docente para realizar cambios dentro de la institución educativa	3. El profesor tiene suficiente flexibilidad para realizar diferentes aproximaciones a los temas y diseñar sus temáticas	3. Hay una fuerte influencia de las guías curriculares pero se le provee al profesor la libertad de establecer cambios	3. El colegio es reactivo a introducir cambios curriculares	D-Ctx/PFLX	D-Ctx/PFLX	D-Ctx/PFLX	D-Ctx/PFLX	D-Ctx/PNOF	D-Ctx/PFLX	D-Ctx/PFLX	D-Ctx/PFLX	D-Ctx/PFLX	D-Ctx/PNOF	D-Ctx/PFLX	D-Ctx/PFLX
D4. Accesibilidad para realizar trabajo de campo/laboratorio para enseñar CdT en la I.E.	4. Existe disponibilidad para planear salidas de campo, visitas a museos, o actividades de laboratorio	4. El profesor suele tener que llevar todos los materiales o apoyarse en experimentos caseros y cotidianos	4. El profesor no realiza actividades de campo o laboratorio en su asignatura	D-Ctx/PFLX	D-Ctx/PFLX	D-Ctx/PFLX	D-Ctx/PNOF	D-Ctx/PNOF	N/A	D-Ctx/PNOF	N/A	N/A	D-Ctx/PNOF	D-Ctx/PNOF	D-Ctx/PNOF
D5. Entorno laboral del profesor/concordancia con las políticas institucionales y educativas	5. El profesor se siente motivado, alineado con los objetivos de la institución y satisfecho con su práctica docente	5. El profesor se siente satisfecho con su práctica docente pero se siente limitado dentro de la institución educativa	5. El profesor no se encuentra satisfecho con su práctica docente y/o no goza de un buen ambiente laboral	D-Ctx/PFLX	N/A	N/A	D-Ctx/PFLX	N/A	N/A	D-Ctx/PFLX a NOF			D-Ctx/PFLX	N/A	D-Ctx/PNOF

Nota: los espacios marcados con N/A significan que ese indicador no fue estudiado en ese instrumento o que no se obtuvo una respuesta clara de parte del profesor que permita asignarle una tendencia a ese indicador.

7.3 COMPARACIONES ENTRE DOCENTES CON RESPECTO AL CDC ENFOCADO A LAS CDT

Terminando la discusión y análisis por docente, se procedió a identificar similitudes y puntos de contraste. A continuación se presenta una síntesis de los resultados obtenidos por cada subcategoría:

Con respecto a la Naturaleza de las CdT y orientaciones del profesor (subcategoría A-Nor), los profesores suelen tener una visión de las CdT coherente con su formación académica y/o experiencia profesional: El docente del área de Ciencias Naturales (Heliconia) y el docente STEM (Macanal) suelen tener una visión holística y de sistemas interrelacionados; la docente de Ciencias Sociales (Medellín) tiene una visión social (el ser humano como parte activa de los sistemas terrestres); y el docente de Matemáticas y Física (Bogotá) tiene una visión científica tradicional. En general todos coinciden en la importancia de aprender CdT para la alfabetización científica general y como complemento disciplinar de sus asignaturas, ya que permite aprendizajes más profundos al poder aplicar ejemplos prácticos y de la vida real para entender conceptos más abstractos o complejos.

Los profesores abordan los temas en CdT con un enfoque didáctico (actividades dirigidas y experimentos), pero combinan el aprendizaje activo y los enfoques de investigación (especialmente en el caso de los docentes Heliconia y Macanal).

La relación entre favorecer una visión sobre la otra con respecto a la formación académica de los docentes tiene un sustento epistemológico. La formación académica de cada profesor determina su perspectiva disciplinar, que se define como la visión de la realidad en un sentido general que refleja todos los elementos que definen esa disciplina: los fenómenos a estudiar, su epistemología, conceptos, teorías y métodos (Repko y Szostak, 2020). Esta perspectiva disciplinar tiene una profunda influencia en la manera como el docente orienta su enseñanza, los métodos que utiliza, los tópicos de interés que hacen parte de otras áreas de estudio y cómo los integra con su asignatura.

El conocimiento del contenido o disciplinar en CdT (Subcategoría B-Dis) varía entre los profesores. Sólo el docente de Ciencias Naturales (Heliconia) tiene cursos universitarios

específicos en CdT; el resto de los profesores adquirieron sus conocimientos por la experiencia docente. El alto CDC en sus asignaturas respectivas les permite aplicar múltiples estrategias para desarrollar contenidos fuera de su área de disciplina y transversalizarlos efectivamente. Este resultado es coherente con las investigaciones realizadas por Abell (2007) y Sun You (2017), acerca de cómo los profesores experimentados pueden aplicar su CDC en otros dominios del conocimiento, facilitando las aproximaciones interdisciplinarias.

Los docentes Heliconia y Macanal se muestran confidentes en su conocimiento para abordar los temas en CdT y evaluar las fuentes que usan para preparar sus clases, mientras que los docentes Bogotá y Medellín manifiestan mayores dificultades. Todos coinciden en el reto de integrar las CdT porque requiere una comprensión profunda de los temas y la mayoría de los docentes pueden no tener los conocimientos necesarios para lograrlo.

Los temas que mencionan haber abordado en su práctica docente están relacionados con temas astronómicos (por ejemplo el origen y composición del universo y del Sistema Solar, los movimientos terrestres, el origen de la vida, zonas climáticas, formas y relieves, energías renovables y no renovables, recursos naturales y temas ambientales (cambio climático, contaminación ambiental, etc).

Todos los profesores, a excepción de la profesora Medellín, participan en proyectos multidisciplinarios y de inclusión; los cuatro realizan actividades de formación continua, consultan fuentes de investigación en didáctica y asisten a congresos/seminarios. Esto permite incrementar las oportunidades de integrar conocimientos en diferentes áreas.

Con respecto al conocimiento curricular (C-Cur), si bien existe una fuerte tendencia a seguir los lineamientos del Ministerio de Educación, DBA's y planes curriculares, son docentes con tendencias alternativas e interdisciplinarias que ajustan sus contenidos de acuerdo a las necesidades y contexto de sus estudiantes; se preocupan por el desarrollo del pensamiento crítico, competencias ciudadanas y valores personales/sociales; en combinación con los conocimientos académicos. El profesor Bogotá tiene muy en cuenta el factor emotivo/motivacional de los estudiantes también.

Sus contextos educativos son variados, pero en general en todos se observa la necesidad de que los estudiantes conozcan su entorno natural y geológico, ya que existe exposición a

riesgos naturales, minería activa, problemas de contaminación o afectación del medio ambiente, cercanía a zonas protegidas y problemas con el manejo de recursos hídricos. Presentan satisfacción laboral pero consideran que faltan recursos educativos para desarrollar su labor, por lo cual se valen mucho de experimentos caseros e insumos de fácil acceso.

7.4 SITUACIONES Y PROBLEMAS FRENTE A LA ENSEÑANZA DE LAS CDT DESDE OTRAS ÁREAS DE LAS CIENCIAS

El análisis de los temas abordados en el aula con los cuatro profesores demuestra que los docentes requieren tener un conocimiento básico en CdT, el cual han ido aprendiendo con la práctica. Si bien ellos manifiestan que son muy pocos los temas en CdT que se abordan actualmente en las aulas (a excepción de Heliconia, todos calificaron la enseñanza en CdT en secundaria como baja); reconocen que la integración de esta ciencia con sus respectivas asignaturas permite aprendizajes más significativos y contextualizados.

Entre las dificultades identificadas para abordar las CdT desde sus asignaturas se encuentran factores externos o institucionales como el tiempo (ya que es demasiado poco para la carga académica y la cantidad de estudiantes): “*Dispongo sólo de una hora a la semana para mi asignatura (Bogotá)*”; la falta de recursos académicos e insumos para realizar trabajos de campo/laboratorio “*faltan recursos educativos, siento que recae mucho en lo que uno como docente prepara, las condiciones socio-económicas de mis estudiantes dificultan el aprendizaje (Heliconia)*”; y los problemas de comunicación entre la comunidad geocientífica y los docentes de las instituciones (ya que los docentes analizados no conocen materiales de soporte en CdT para el desarrollo de sus clases ni tienen muy claro la labor de los geocientíficos en la sociedad).

También existen factores internos que influyen en la enseñanza de las CdT como son los obstáculos epistemológicos (los profesores se refieren a algunos conceptos como muy abstractos para ser comprendidos, problemas con manejos de escalas de tiempo o estudiantes con una percepción de una Tierra no cambiante); las dificultades de transposición didáctica “*aprendí nuevos conceptos y otras posibilidades en las que no había pensado y no sabría cómo explicarlas en clase de forma práctica (Medellín)*”; los obstáculos religiosos y/o culturales por parte de los estudiantes, en especial cuando se abordan los temas del origen del Universo y el Sistema Solar “*ellos anteponen las explicaciones que les dan sus padres y abuelos sobre el origen de la vida y les cuesta compararlas con las científicas y las mitológicas (Medellín)*”

Es de resaltar la preocupación de los docentes por las implicaciones de la falta de dominio de los temas en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. *“Esta temática requiere de comprender muchos procesos que están fuera del dominio del área del docente, por lo cual dificulta la identificación de dificultades en los estudiantes” (Macanal)”*

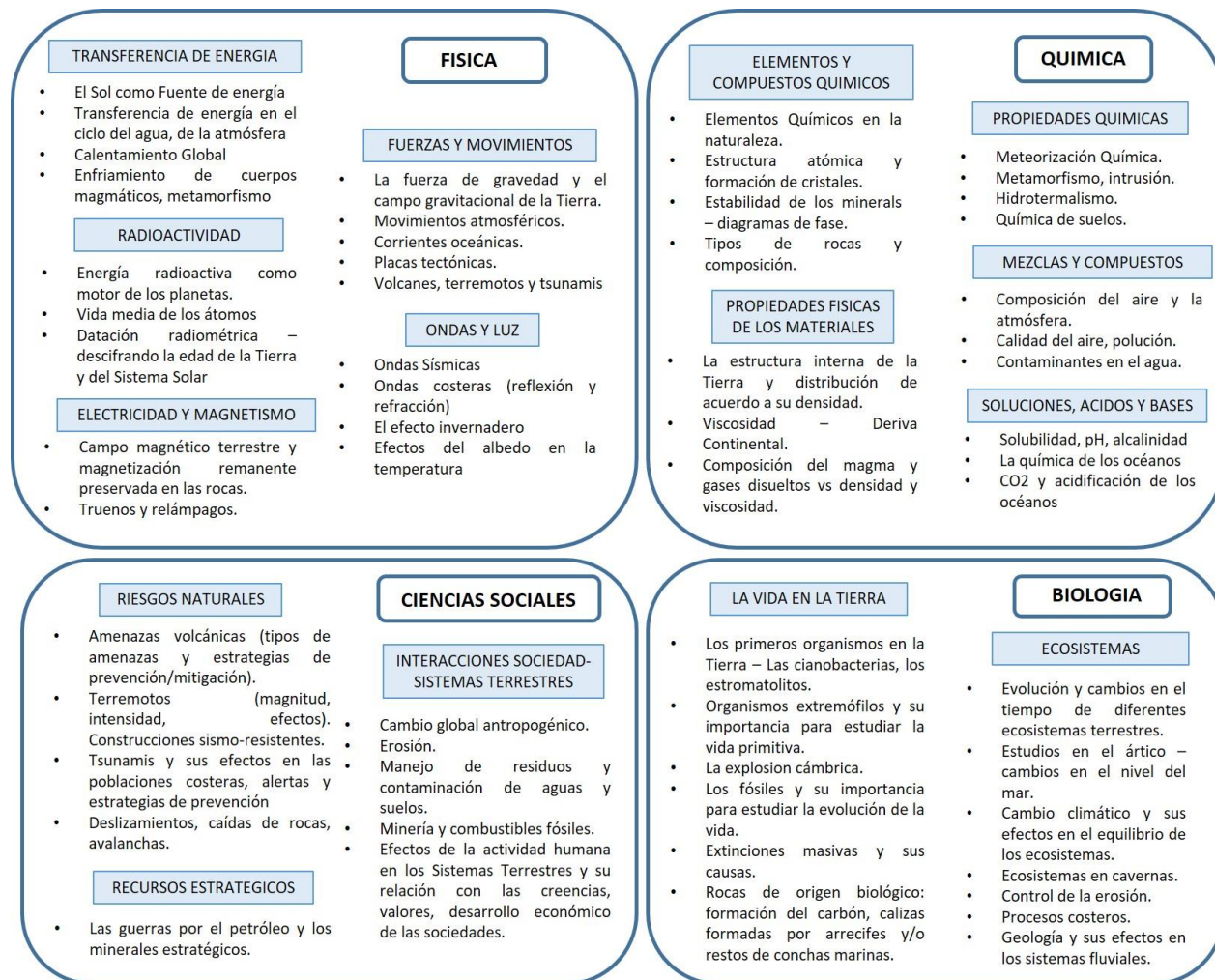
Los profesores mencionaron algunas habilidades que se les dificulta mucho a los estudiantes, pero que dentro de sus asignaturas son importantes y ellos refuerzan mucho, como son: las magnitudes, el manejo de diferentes escalas, la lectura de mapas, el pensamiento espacial y el pensamiento temporal. La integración de tópicos de CdT ayuda a superar estas dificultades, ya que por medio de su estudio se desarrollan habilidades de pensamiento espacial (al analizar cómo se ven los objetos y estructuras tridimensionalmente), temporal en diversas escalas (ya que maneja fenómenos que pueden ocurrir inmediatamente como los derrumbes o procesos que tardan cientos o miles de millones de años), pensamiento cíclico (ciclo del agua, ciclo del carbono) y el pensamiento de sistemas (Biosfera, Hidrosfera, atmosfera), ya que involucran procesos físicos, químicos y biológicos que se interrelacionan entre sí (King, 2008; Orion, 2019). Los temas ambientales y de sostenibilidad proveen ejemplos excelentes para desarrollar temas sociales y de educación ciudadana con miras hacia el futuro, así como el pensamiento crítico y la toma consciente de decisiones (NSF, 2009; Pedrinacci *et al.*, 2013; Correa y Greco, 2017).

Este estudio señala que es posible realizar una transversalidad efectiva de las CdT en otras asignaturas de las Ciencias, debido a que varios temas específicos de las CdT pueden conectarse fácilmente con tópicos de otras asignaturas que se encuentran contemplados en los currículos actuales de secundaria. Con el fin de facilitar esta labor, se creó una lista de temas en CdT que pueden ser abordados desde otras disciplinas y que fue compartida con los docentes analizados en este estudio (figura 7).

Como se mencionó anteriormente, una de las dificultades es la falta de conocimiento acerca de material educativo especializado en Ciencias de la Tierra, por lo cual se apoyan principalmente en los libros de texto o material multimedia (videos y páginas web). En el anexo 7 se compiló una lista de enlaces a materiales educativos (guías educativas, libros y experimentos) creados por profesionales en Ciencias de la Tierra, en español y de acceso público y gratuito, el cual fue compartido a los docentes al final de este estudio. Es importante que los

docentes sepan que materiales de calidad y con énfasis en la educación básica y primaria existen, para que puedan consultarlos y así incrementar su conocimiento disciplinar en CdT.

Figura 7. Tópicos en CdT que pueden ser transversalizados en otras disciplinas.



Nota: para la realización de este cuadro se tuvieron en cuenta los aportes de King y Kennett (2002), King et al. (2009), Duke y Williams (2007); y Bohle, M. (2016).

8 CONCLUSIONES

La identificación y descripción de los componentes del CDC en CdT permitió establecer la coherencia del pensamiento y práctica docente a través de los diferentes instrumentos analizados, con tendencias similares para cada docente. Si bien un análisis cualitativo presenta un nivel de subjetividad aportado por el investigador, el que existan diferentes instrumentos que reflejen el mismo pensamiento docente y que los resultados sean congruentes con investigaciones previas permiten sustentar su validez. Al compartir los resultados con los docentes analizados también se garantizó que las interpretaciones de la investigadora realmente estuvieran acordes con el sentido que los docentes querían expresar en sus respuestas.

Teniendo en cuenta los resultados discutidos en el capítulo anterior se puede concluir que la formación académica y su práctica docente habitual influye en las múltiples visiones encontradas (ciencia tradicional, sistemas, enfoque social) y las orientaciones preferidas para abordar temas en CdT (orientaciones basadas en proyectos y resolución de problemas, en investigación e indagación y en didáctica/ejercicios y actividades de clase); así como las tendencias curriculares alternativas que presentan. El contexto influye en la selección de las actividades que realizan con sus estudiantes. En este sentido fue de gran riqueza contrastar el pensamiento y práctica docente de profesores con diferentes formaciones académicas usando los mismos instrumentos.

El conocimiento disciplinar en CdT varía entre los profesores, y ha sido adquirido principalmente durante la práctica (abordando temas relacionados con las CdT que se encuentran dentro del plan curricular). La falta de formación académica en CdT se manifiesta en dificultades epistemológicas, de transposición, errores conceptuales y falta de confianza en el manejo de temas relacionados con las CdT; pero se encontró que el desarrollo de su CDC en las asignaturas que orientan habitualmente (ya que son docentes con varios años de experiencia y formación avanzada en Educación) les permite aplicar múltiples estrategias para desarrollar contenidos fuera de su área de disciplina e integrarlos efectivamente a sus asignaturas, compensando las falencias en su formación académica inicial.

Existen temas de interés común en CdT, ya sea porque todos los profesores orientan alguna parte de éstos o porque son necesarios para la alfabetización científica básica, como son

los temas astronómicos (origen y composición del universo y del Sistema Solar), los movimientos terrestres, el origen de la vida, zonas climáticas, formas y relieves, energías renovables y no renovables, recursos naturales, temas ambientales y de responsabilidad social para el desarrollo sostenible (cambio climático, contaminación ambiental, etc). Además, como se explicó en la discusión de resultados, el estudio de las CdT también permite el desarrollo de habilidades necesarias en otros campos de las ciencias (pensamiento espacial y temporal, cíclico, de sistemas, crítico, manejo de escalas y magnitudes); lo cual sustenta la necesidad de integrar de forma efectiva las CdT en estas asignaturas. Sin embargo, la falta de tiempo y recursos educativos pueden influir negativamente en la inclusión de temáticas transversales al núcleo básico de cada asignatura y por ende el desarrollo del CDC en otras áreas diferentes a la de experticia.

El entendimiento de los temas en CdT que abordan en clase y la forma como los suelen orientar, así como las dificultades que tanto profesores como estudiantes presentan en la enseñanza y el aprendizaje de estos conceptos, permitió proveerles material de apoyo relevante y contribuye a establecer futuras estrategias de intervención e inclusión de las CdT de forma integral.

El interés que muestran los docentes en mejorar su comprensión y enseñanza de las CdT para complementar las asignaturas que orientan y lograr aprendizajes más significativos, su participación en proyectos multidisciplinarios, y las actividades de formación continua que realizan son factores cruciales en el desarrollo del CDC en otras áreas diferentes a su área de experticia, como en este caso de las CdT.

9 RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta la escasa información que existe acerca de la educación en temas de Ciencias de la Tierra en el contexto colombiano y en especial en CDC, se recomienda continuar realizando trabajos de investigación en esta área con el fin de desarrollar instrumentos de indagación que permitan un análisis de diferentes aspectos del CDC, así como estrategias de intervención enfocadas al mejoramiento de las estrategias de enseñanza en temas de CdT y de integración interdisciplinar para los docentes de educación básica secundaria.

A nivel metodológico, una de las grandes limitantes del presente estudio fue la imposibilidad de realizar observación en el aula de clase. Para futuros estudios se recomienda realizar este tipo de actividades de observación como instrumento de recolección de datos adicional a los presentados en este estudio, ya que permite obtener información de otros aspectos importantes en el análisis del CDC como es el manejo de la clase y la interacción con los estudiantes, teniendo así un panorama más completo para el análisis del CDC de los profesores.

Se requiere un esfuerzo de parte de la comunidad académica geocientífica para incrementar las estrategias de comunicación con los docentes de instituciones educativas de nivel básico, con el fin de incentivar el desarrollo de la educación en CdT en las aulas de secundaria. En este sentido, se debe tener en cuenta no solo el mejoramiento de los documentos de referencia curricular, sino también la actualización y formación de los docentes en escenarios pedagógicos y/o institucionales, donde se brinden herramientas que puedan impactar directamente la integralidad de las ciencias.

10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abell, S. (2007). Research on science teacher knowledge. En: S. K. Abell, y N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers, London.
- Abell, S., Park, M., Hanuscin, D., Lee, M., Gagnon, M. (2009). Preparing the Next Generation of Science Teacher Educators: A Model for Developing PCK for Teaching Science Teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 20, 77–93.
- Aguirre, Y. (2014). Historicidad y abducción: dos herramientas para fortalecer el desarrollo de procesos de pensamiento de los estudiantes y profesores en Ciencias de la Tierra. *Nadir: Revista electrónica de geografía austral* 6(1).
- Arias, D., Bonan B., y Gonçalves P.W. (2018). Propuestas de formación docente para la enseñanza de las Ciencias de la Tierra en Argentina. *Terræ Didactica*, 14(4), 355-362.
- Barnet, J., y Hodson, D. (2001). Pedagogical context knowledge: Toward a fuller understanding of what good science teachers know. *Science Education*, 85(4), 426- 453.
- Berry, A., Friedrichsen, P., Loughran, J. (2015). Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education (1st edition). Routledge, New York.
- Bohle, M. (2016). Handling of Human-Geosphere intersections. *Geosciences* 6(1), 3.
- Carlson, J. y Daehler, K. (2019). The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. En: A., Humme, R. Cooper, y A. Borowski (Eds.). *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science* (pp. 77-92). Editorial Springer, Singapore.
- Chan, K., y Humme, A. (2019). Towards a Consensus Model: Literature Review of How Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge is investigated in Empirical Studies. En: A., Humme, R. Cooper, y A. Borowski (Eds.). *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science* (pp. 3-76). Editorial Springer, Singapore.
- Claret, A., Villa, L.Y. y Méndez-Duque, J. (2019). La propuesta Curricular de Ciencias de la Tierra en Colombia. En: Hernández, M. (Ed.), *Geociencias en la educación primaria y secundaria*. (Vol. I: Realidades y Oportunidades en Latinoamérica y el Caribe, pp. 42-51). Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

- Contreras, S. (2008). Qué Piensan los Profesores sobre sus Clases: Estudio sobre las Creencias Curriculares y las Creencias de Actuación Curricular. *Formación Universitaria*, 1(3), 3-11.
- Correa, L. R. y Greco, R. (2017). La integración de temas geocientíficos para la educación en ciencias, tecnología, sociedad y medioambiente: una propuesta para el aprendizaje significativo. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 25(2), 168-175.
- Damron, M. (2011). *Earth Science and Biology connections: enhancing Earth Science relevance for students through biological explorations*. Thesis for Master of Science. Michigan State University.
- Duarte, J. (2020). *Caracterización del Conocimiento Didáctico del Contenido sobre educación ambiental de profesores de Bogotá, Colombia*. Tesis de Doctorado Interinstitucional en Educación, Universidad Pedagógica Nacional.
- Duke, V. y Williams, C. (2007). *Chemistry for Environmental and Earth Sciences*. CRC Press.
- Duque, M., Celis, J., Díaz, B., y Gómez, M. (2014). Diez pilares para un programa de desarrollo profesional docente centrado en el aprendizaje de los estudiantes. *Revista Colombiana de Educación*, 67, 107-124.
- Fernández, C. (2014). Knowledge Base for Teaching and Pedagogical Content Knowledge (PCK): Some useful models and implications for teachers's training. *Problems of Education in the 21st Century*, 60(1), 79-100.
- Fernández, C., y Fernandes-Goes, L. (2014). Conocimiento Pedagógico del Contenido; estado del arte en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. En A. Garritz (Ed.). *Conocimiento Didáctico del Contenido. Una Perspectiva Iberoamericana* (pp 65-99). Editorial Académica Española. Saarbrücken, Alemania.
- Fernández-Balboa, J. M., y Stiehl, J. (1995). The generic nature of pedagogical content knowledge among college professors, *Teaching and Teacher Education*, 11(3), 293–306.
- Francis, S. (2015). El conocimiento Pedagógico del Contenido como categoría de estudio de la formación docente. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 5 (2), 1-18.
- Garritz, A., Lorenzo, M., Daza, S. (2014). *Conocimiento Didáctico del Contenido. Una Perspectiva Iberoamericana*. Editorial Académica Española. Saarbrücken, Alemania.
- Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical Content Knowledge: An introduction and orientation. En J. Gess-Newsome y N.G. Lederman (Eds.). *Pedagogical content knowledge and science*

- education: the construct and its implication for science education* (pp. 3-17). Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Netherlands.
- Gess-Newsome, J. y Lederman, N. (1999). *Pedagogical content knowledge and science education: the construct and its implication for science education*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Netherlands.
- Gess-Newsome, J. (2015). A model of teaching professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK summit. En A. Berry, P. Friedrichsen, y J. Loughran (Eds.). *Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education* (1st edition, pp. 28–42). Routledge, New York.
- Grangeat, M. (2015). *Understanding science teachers' professional knowledge growth*. Sense Publishers. Rotterdam.
- Greenwood, T., Brainbridge, L., Pryor, K., y Allan, R. (2019). *Chemistry in the Earth System*. (First Edition). Biozone Learning Media, California.
- Grossman, P.L., Wilson, S.M., y Schulman, L. (1989). Teachers of substance: subject matter knowledge for teaching. En M. Reynolds (Ed.), *Knowledge base for the beginning teacher* (pp. 23-36). New York. Pergamon Press.
- Grossman, P.L. (1990). *The making of a teacher: teacher knowledge and teacher education*. New York. Teachers College Press.
- Hashweh, M. (2005). Teacher pedagogical constructions: a reconfiguration of pedagogical content knowledge. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 11(3), 273-292.
- Hume, A. y Berry, A. (2011). Constructing CoRes—a Strategy for Building PCK in Pre-service Science Teacher Education. *Research in Science Education* 41. 341-355.
- Humme, A., Cooper, R., Borowski, A. (2019). *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science*. Editorial Springer, Singapore.
- Jansen, H. (2012). La lógica de la investigación por encuesta cualitativa y su posición en el campo de los métodos de investigación social. *Paradigmas*, 4, 39-72.
- Jones, G. y Carter, G. (2007). Science Teacher Attitudes and Beliefs. En S. Abell y N. Lederman (Eds.). *Handbook of Science Education* (pp. 1067-1104). Lawrence Erlbaum Associates, London.

- Jüttner, M., Bonne, W., Park, S., Neuhaus, B. (2013). Development and use of a test instrument to measure biology teachers' content knowledge (CK) and pedagogical content knowledge (PCK). *Educational assessment, evaluation and accountability* 25, 45-67.
- Kind, V. (2009a). Pedagogical content knowledge in science education: Perspectives and potential for progress. *Studies in Science Education*, 45(2), 169-204.
- Kind, V. (2009b). A conflict in your head: An exploration of trainee science teachers' subject matter knowledge development and its impact on teacher self-confidence. *International Journal of Science Education*, 31(11), 1529-1562.
- King, C. (2008). Geoscience education: an overview. *Studies in Science Education*, 44 (2), 187-222.
- King, C., y Kennett, P. (2002). Earth science contexts for teaching physics. Part 1: Why teach physics in an Earth science context?. *Physics Education* 37 (6), 467-469.
- King, C., Kennet, P. y Devon, E (2009). Earthlearningidea: A Worldwide Web-Based Resource of Simple but Effective Teaching Activities. *Journal of Geoscience Education* 61, 37-52.
- Lacreau, H. (2015). Geociencias para la formación ciudadana. *XIV Congreso Geológico Chileno -Actas*, 469-472.
- Ley 115 de 1994. [Congreso de la República de Colombia]. Por la cual se expide la Ley General de Educación. 8 de Febrero de 1994.
- Loughran, J., Mulhall, P., y Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in Science: developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of research in Science Teaching*, 41(4), 370-391.
- Loughran, J., Berry, A., y Mulhall, P. (2012). *Understanding and developing Science teachers' Pedagogical Content Knowledge*. (Second Edition). Sense Publishers, Rotterdam.
- Lozada, J. (2021). *Enseñanza de la Ecotoxicología a partir del enfoque interdisciplinar y el CDC entre Química y Educación Ambiental*. Tesis de Pregrado en Licenciatura en Química, Universidad Pedagógica Nacional.
- Magnusson, S., Krajcik, J., y Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. En J. Gess-Newsome y N.G. Lederman (Eds.). *Pedagogical content knowledge and science education: the construct and its implication for science education* (pp. 95-132). Dordrecht, Netherlands. Kluwer.

- Manduca, C. y Kastens, K (2012). Geoscience and geoscientists: Uniquely equipped to study the Earth. En K. Kastens y C. Manduca (Eds.). *Earth & mind II: Synthesis of research on thinking and learning in the geosciences. Geological Society of America, Special Paper 486* (pp. 1–12). Boulder, Colorado.
- Martínez-Aznar, M.M., Martín Del Pozo, R., Rodrigo-Vega, M., Varela-Nieto, M.P., Fernández-Lozano, M.P., y Guerrero-Serón, A. (2001). ¿Qué pensamiento profesional y curricular tienen los futuros profesores de ciencias de secundaria?. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 67-87.
- Melo, L, Cañada, F., Mellado, V., y Buitrago, A. (2016). Desarrollo del Conocimiento Didáctico del Contenido en el caso de la enseñanza de la Carga Eléctrica en Bachillerato desde la práctica de aula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 13 (2), 459-475.
- Melo, L., Cardona, G., Cañada, F., y Martínez, G. (2018). Conocimiento Didáctico del Contenido sobre el principio de Arquímedes en un programa de formación de profesores de física en Colombia. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 23 (76), 253-279.
- Melo, L, Caballero, A., Soto-Ardila, L.M., y Melo, D. (2020). La dimensión curricular como componente del conocimiento didáctico del contenido. *Cadernos de Pesquisa*, 50(175), 210-233.
- Merriam, S. y Tisdell, E. (2015). Chapter 7: Mining data from documents and artifacts. En: S. Merriam, E. Tisdell (eds.). *Qualitative research : a guide to design and implementation. Fourth edition* (pg. 162-189). Jossey-Bass, a Wiley brand.
- Mizzi, D. (2013). The challenges faced by science teachers when teaching outside their specific science specialism. *Acta Didactica Napocensia*, 6(4), 1-6.
- Mora, W. y Parga, D. (2008). El Conocimiento Didáctico del Contenido en Química: integración de las tramas de contenido histórico–epistemológicas con las tramas de contexto–aprendizaje. *Tecné, Episteme y Didaxis* 24, 56-81.
- Mora, W. y Parga, D. (2014). Aportes al CDC desde el pensamiento complejo. En A. Garritz (Ed.). *Conocimiento Didáctico del Contenido. Una Perspectiva Iberoamericana* (pp 100-143). Editorial Académica Española. Saarbrücken, Alemania.
- Mora, W. (2015). Desarrollo de capacidades y formación en competencias ambientales en el profesorado de ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis* 38, 185-203.

National Science Foundation. (2009). Earth Science Literacy Principles.

<http://www.earthscienceliteracy.org/>

Occipinhi, S. (2020). Earth sciences, an “out of system” science: epistemology, models and skills. *Earth and Environmental Science Research and Reviews* 3(4), 194-198.

Orion, N. (2019). The future challenge of Earth science education research. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research* 1(3), 1-8.

Park, S., y Oliver, S. (2008). Revisiting the conceptualization of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, 38, 261-284.

Patiño, D, Patiño, O., y Pulido, O. (2019). Conocimiento Didáctico del Contenido y prácticas de enseñanza de las Matemáticas. *Revista Espacios* 40 (5), 17.

Pedrinacci, E., Alcalde, S., Alfaro, P., Almodóvar, G., Barrera, J., Belmonte, A., Brusi, D., Calonge, A., Cardona, V., Crespo, A., Feixas, J., Fernández, E., González, A., Jiménez, J., López, J., Mata, J., Pascual, J., Quintanilla, L., Rábano, I., Rebollo, L., Rodrigo, A. y Roquero, E. (2013). Alfabetización en Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21 (2), 117-129.

Peña, D., Arias, C. (2020). La educación en Geociencias como eje de formación ciudadana en el contexto ecuatoriano. *Res Non Verba Revista Científica*, 10 (1), 1-10.

Plotnick, R.E., Varelas, M., Fan, Q. (2009). An Integrated Earth Science, Astronomy, and Physics Course for Elementary Education Majors. *Journal of Geoscience Education*, 57 (2), 152-158.

Quiroga, S. (2021). Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) del cambio climático: una caracterización en torno al diseño y desarrollo profesional de docentes en ejercicio. *Revista Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Número Extraordinario, Memorias V Congreso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias. 23 y 24 de septiembre de 2021.*

Roca, N. y Gacriá, M. (2020). Trainee teacher experience in Geoscience education: Can we do better?. *Geoheritage* 12 (92), 1-15.

Repko, A. y Szostak, R. (2021). *Interdisciplinary research: process and theory*. (Fourth Edition). Sage Publications.

- Resolución 8430 de 1993 [Ministerio de Salud Nacional]. Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. 04 de octubre de 1993.
- Rincón, L. y Robledo, J. (2010). Discusión acerca de la enseñanza de las Ciencias Naturales y análisis de unidades didácticas en relación con la integración de las Ciencias Naturales, en el ciclo dos de enseñanza. *Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza* 3 (5), 21-41.
- Ruiz, D. (2023). Caracterización del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) de docentes de Química y su influencia en la construcción de un modelo de planeación didáctica: un estudio de caso. *Revista del Centro de Investigación y Estudios Gerenciales* 59, 118-135.
- Schulman, L. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Schulman, L. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Solís, E., Porlán, R., y Rivero, A. (2012). ¿Cómo representar el conocimiento curricular de los profesores de ciencias y su evolución?. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(3), 9-30.
- Sun You, H. (2017). Why Teach Science with an Interdisciplinary Approach: History, Trends, and Conceptual Frameworks. *Journal of Education and Learning* 6 (4), 66-77.
- Vasconcelos, C., Schneider, S. y Peppoloni, S. (2020). *Teaching Geoethics: Resources for Higher Education*. Goal-Erasmus. U. Porto Ediciones.
- Vasconcelos, C., Orion, N. (2021). Earth Science Education as a Key Component of Education for Sustainability. *Sustainability*, 13, 1316.
- Verdugo, J., Solaz, J., San José, V. (2017). El Conocimiento Didáctico del Contenido en Ciencias: Estado de la Cuestión. *Cadernos de Pesquisa*, 27(164), 586-611.
- Yin, R. (2014). *Case Study Research : Design and Methods*. (Fifth edition). Sage, 2014.

12 ANEXOS

Anexo 1: Consentimiento Informado

Previo a la aplicación de instrumentos con los docentes, se les pidió llenar el siguiente consentimiento informado, el cual se envió vía correo electrónico usando la herramienta de formas de Google. En la primera página se especifica el contenido del texto del consentimiento informado que fue firmado por los profesores, y en la segunda se muestran los consentimientos firmados (con las firmas y correos electrónicos distorsionados por motivos de confidencialidad).

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA REALIZACION DE ENCUESTAS/ENTREVISTAS/ESTUDIOS DE CASO

Correo electrónico: _____

Nombre completo: _____

Declaro que he sido informado e invitado a participar de la Investigación denominada: **"EL CDC EN CIENCIAS DE LA TIERRA: ESTUDIO DE CASO EN CUATRO DOCENTES DE EDUCACIÓN BÁSICA SECUNDARIA Y MEDIA EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS PÚBLICAS DE COLOMBIA"**. Este es un proyecto de Tesis de Maestría en Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Autónoma de Manizales, realizado por la estudiante Rosa Carolina Ayala Calvo.

Mi participación es completamente libre y voluntaria y la información que yo suministre será tratada de manera confidencial. Los datos obtenidos serán usados sólo con propósito de esta investigación o de los artículos científicos derivados de ella.

También he sido informado que puedo hacer preguntas en cualquier momento a la responsable de este proyecto de investigación y tener una respuesta clara acerca de qué se está realizando con los datos aportados.

Firmando este consentimiento, estoy de acuerdo con participar de las encuestas, estudios de caso y entrevistas designadas y dedicar el tiempo correspondiente, que se estima en máximo dos horas por instrumento (encuesta, estudio o entrevista).

También estoy de acuerdo en entregar los resultados de los formatos solicitados en un tiempo prudencial, previamente acordado con la responsable de la investigación, y autorizo la grabación de la entrevista.

Se me informa que no estaré obligado a realizar actividades que deriven de este proyecto en mi aula de clase.

También se me informa que no me será solicitado realizar aportes económicos al proyecto, así como tampoco recibiré compensación económica alguna por participar en él.

Mi información personal y nombre serán tratados de manera confidencial, y no serán compartidos con organizaciones gubernamentales, empleadores, familiares, etc.

Acepto____ **No Acepto**____ **Firma** _____

Medellín

Consentimiento Informado para la realización de encuestas/entrevistas/estudios de caso.

Por medio de esta forma, el docente autoriza participar de los instrumentos diseñados para el transcurso de la investigación

"EL CDC EN CIENCIAS DE LA TIERRA: ESTUDIO DE CASO EN CUATRO DOCENTES DE EDUCACIÓN BÁSICA SECUNDARIA Y MEDIA EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS PÚBLICAS DE COLOMBIA"

Correo *

XXXXXXXXXXXX@autonoma.edu.co

Nombre Completo *

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Declaro que he sido informado e invitado a participar de la Investigación denominada: "EL CDC EN CIENCIAS DE LA TIERRA: ESTUDIO * DE CASO EN CUATRO DOCENTES DE EDUCACIÓN BÁSICA SECUNDARIA Y MEDIA EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS PÚBLICAS DE COLOMBIA". Este es un proyecto de Tesis de Maestría en Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Autónoma de Manizales, realizado por la estudiante Rosa Carolina Ayala Calvo.

Mi participación es completamente libre y voluntaria y la información que yo suministre será tratada de manera confidencial. Los datos obtenidos serán usados sólo con propósito de esta investigación o de los artículos científicos derivados de ella.

También he sido informado que puedo hacer preguntas en cualquier momento a la responsable de este proyecto de investigación y tener una respuesta clara acerca de qué se está realizando con los datos aportados.

Firmando este consentimiento, estoy de acuerdo con participar de las encuestas, estudios de caso y entrevistas designadas y dedicar el tiempo correspondiente, que se estima en máximo dos horas por instrumento (encuesta, estudio o entrevista).

También estoy de acuerdo en entregar los resultados de los formatos solicitados en un tiempo prudencial, previamente acordado con la responsable de la investigación, y autorizo la grabación de la entrevista.

Se me informa que no estaré obligado a realizar actividades que deriven de este proyecto en mi aula de clase.

También se me informa que no me será solicitado realizar aportes económicos al proyecto, así como tampoco recibiré compensación económica alguna por participar en él.

Mi información personal y nombre serán tratados de manera confidencial, y no serán compartidos con organizaciones gubernamentales, empleadores, familiares, etc.

☒ Acepto
☐ No acepto

Espacio para firma: *

XXXXXXXXXXXX

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Macanal

Consentimiento Informado para la realización de encuestas/entrevistas/estudios de caso.

Por medio de esta forma, el docente autoriza participar de los instrumentos diseñados para el transcurso de la investigación

"EL CDC EN CIENCIAS DE LA TIERRA: ESTUDIO DE CASO EN CUATRO DOCENTES DE EDUCACIÓN BÁSICA SECUNDARIA Y MEDIA EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS PÚBLICAS DE COLOMBIA"

Correo *

XXXXXXXXXXXX@autonoma.edu.co

Nombre Completo *

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Declaro que he sido informado e invitado a participar de la Investigación denominada: "EL CDC EN CIENCIAS DE LA TIERRA: ESTUDIO * DE CASO EN CUATRO DOCENTES DE EDUCACIÓN BÁSICA SECUNDARIA Y MEDIA EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS PÚBLICAS DE COLOMBIA". Este es un proyecto de Tesis de Maestría en Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Autónoma de Manizales, realizado por la estudiante Rosa Carolina Ayala Calvo.

Mi participación es completamente libre y voluntaria y la información que yo suministre será tratada de manera confidencial. Los datos obtenidos serán usados sólo con propósito de esta investigación o de los artículos científicos derivados de ella.

También he sido informado que puedo hacer preguntas en cualquier momento a la responsable de este proyecto de investigación y tener una respuesta clara acerca de qué se está realizando con los datos aportados.

Firmando este consentimiento, estoy de acuerdo con participar de las encuestas, estudios de caso y entrevistas designadas y dedicar el tiempo correspondiente, que se estima en máximo dos horas por instrumento (encuesta, estudio o entrevista).

También estoy de acuerdo en entregar los resultados de los formatos solicitados en un tiempo prudencial, previamente acordado con la responsable de la investigación, y autorizo la grabación de la entrevista.

Se me informa que no estaré obligado a realizar actividades que deriven de este proyecto en mi aula de clase.

También se me informa que no me será solicitado realizar aportes económicos al proyecto, así como tampoco recibiré compensación económica alguna por participar en él.

Mi información personal y nombre serán tratados de manera confidencial, y no serán compartidos con organizaciones gubernamentales, empleadores, familiares, etc.

☒ Acepto
☐ No acepto

Espacio para firma: *

XXXXXXXXXXXX

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Bogotá

Consentimiento Informado para la realización de encuestas/entrevistas/estudios de caso.

Por medio de esta forma, el docente autoriza participar de los instrumentos diseñados para el transcurso de la investigación

"EL CDC EN CIENCIAS DE LA TIERRA: ESTUDIO DE CASO EN CUATRO DOCENTES DE EDUCACIÓN BÁSICA SECUNDARIA Y MEDIA EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS PÚBLICAS DE COLOMBIA"

Correo *

XXXXXXXXXXXX@autonoma.edu.co

Nombre Completo *

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Declaro que he sido informado e invitado a participar de la Investigación denominada: "EL CDC EN CIENCIAS DE LA TIERRA: ESTUDIO * DE CASO EN CUATRO DOCENTES DE EDUCACIÓN BÁSICA SECUNDARIA Y MEDIA EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS PÚBLICAS DE COLOMBIA". Este es un proyecto de Tesis de Maestría en Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Autónoma de Manizales, realizado por la estudiante Rosa Carolina Ayala Calvo.

Mi participación es completamente libre y voluntaria y la información que yo suministre será tratada de manera confidencial. Los datos obtenidos serán usados sólo con propósito de esta investigación o de los artículos científicos derivados de ella.

También he sido informado que puedo hacer preguntas en cualquier momento a la responsable de este proyecto de investigación y tener una respuesta clara acerca de qué se está realizando con los datos aportados.

Firmando este consentimiento, estoy de acuerdo con participar de las encuestas, estudios de caso y entrevistas designadas y dedicar el tiempo correspondiente, que se estima en máximo dos horas por instrumento (encuesta, estudio o entrevista).

También estoy de acuerdo en entregar los resultados de los formatos solicitados en un tiempo prudencial, previamente acordado con la responsable de la investigación, y autorizo la grabación de la entrevista.

Se me informa que no estaré obligado a realizar actividades que deriven de este proyecto en mi aula de clase.

También se me informa que no me será solicitado realizar aportes económicos al proyecto, así como tampoco recibiré compensación económica alguna por participar en él.

Mi información personal y nombre serán tratados de manera confidencial, y no serán compartidos con organizaciones gubernamentales, empleadores, familiares, etc.

☒ Acepto
☐ No acepto

Espacio para firma: *

XXXXXXXXXXXX

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Heliconia

Consentimiento Informado para la realización de encuestas/entrevistas/estudios de caso.

Por medio de esta forma, el docente autoriza participar de los instrumentos diseñados para el transcurso de la investigación

"EL CDC EN CIENCIAS DE LA TIERRA: ESTUDIO DE CASO EN CUATRO DOCENTES DE EDUCACIÓN BÁSICA SECUNDARIA Y MEDIA EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS PÚBLICAS DE COLOMBIA"

Correo *

XXXXXXXXXXXX@hotmail.com

Nombre Completo *

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Declaro que he sido informado e invitado a participar de la Investigación denominada: "EL CDC EN CIENCIAS DE LA TIERRA: ESTUDIO * DE CASO EN CUATRO DOCENTES DE EDUCACIÓN BÁSICA SECUNDARIA Y MEDIA EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS PÚBLICAS DE COLOMBIA". Este es un proyecto de Tesis de Maestría en Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Autónoma de Manizales, realizado por la estudiante Rosa Carolina Ayala Calvo.

Mi participación es completamente libre y voluntaria y la información que yo suministre será tratada de manera confidencial. Los datos obtenidos serán usados sólo con propósito de esta investigación o de los artículos científicos derivados de ella.

También he sido informado que puedo hacer preguntas en cualquier momento a la responsable de este proyecto de investigación y tener una respuesta clara acerca de qué se está realizando con los datos aportados.

Firmando este consentimiento, estoy de acuerdo con participar de las encuestas, estudios de caso y entrevistas designadas y dedicar el tiempo correspondiente, que se estima en máximo dos horas por instrumento (encuesta, estudio o entrevista).

También estoy de acuerdo en entregar los resultados de los formatos solicitados en un tiempo prudencial, previamente acordado con la responsable de la investigación, y autorizo la grabación de la entrevista.

Se me informa que no estaré obligado a realizar actividades que deriven de este proyecto en mi aula de clase.

También se me informa que no me será solicitado realizar aportes económicos al proyecto, así como tampoco recibiré compensación económica alguna por participar en él.

Mi información personal y nombre serán tratados de manera confidencial, y no serán compartidos con organizaciones gubernamentales, empleadores, familiares, etc.

☒ Acepto
☐ No acepto

Espacio para firma: *

XXXXXXXXXXXX

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Anexo 2: Instrumento 1 (Preguntas de la Encuesta Inicial)

Con esta encuesta se pretende conocer un poco acerca de la relación de profesores de diversas asignaturas con la enseñanza de las Ciencias de la Tierra. Se abordarán conceptos relativos a las creencias en torno a la naturaleza de las Ciencias de la Tierra y orientaciones de la enseñanza, el conocimiento disciplinar, conocimiento curricular, y del contexto de la Institución educativa y comunidad de trabajo. La encuesta consta de 38 preguntas, algunas de selección de casillas, que le permitirán al docente reflexionar sobre diferentes aspectos tanto de su práctica docente como de su perspectiva acerca de las Ciencias de la Tierra.

Enlace para acceder a la encuesta: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSc9SiXBVWitwuzKmA7Kas3t-EBoVFai4CpSwHBisXQDXxTjA/viewform?usp=sf_link

PARÁMETRO A INVESTIGAR	PREGUNTAS	TOTAL
Subcategoría A-Nor: Naturaleza de las CdT y Orientaciones del Profesor		6
A1. Concepto del profesor acerca de la Naturaleza de las CdT y su similitud con la naturaleza de la ciencia de su área de estudio	A1.1. ¿Para ti qué son las Ciencias de la Tierra? A1.2. En términos epistemológicos, ¿qué diferencias o similitudes piensas que tiene tu disciplina con las Ciencias de la Tierra?	
A2. Creencias y Orientaciones del profesor con respecto a las CdT y a la labor del geocientífico	A2.1. ¿Crees que es importante que un profesional de cualquier área (un médico, un economista, un biólogo, un físico) aprenda Ciencias de la Tierra? ¿Por qué? A2.2. En tu caso específico, en qué crees que te aporte el aprender Ciencias de la Tierra? A2.3. ¿Crees que en general las Ciencias de la Tierra son poco conocidas o entendidas por el ciudadano común? Si tu respuesta es afirmativa, ¿Cuáles crees que son las causas? A2.4. Por favor señala aspectos que desde tu área de estudio puedes y desearías promover en los estudiantes (pregunta de selección de casillas)¹	

A3. Orientaciones del profesor en las CdT

A3.1. Si necesitaras incorporar temáticas de Ciencias de la Tierra en tu asignatura por sugerencia del gobierno o de la Institución Educativa, ¿bajo qué enfoque(s) o perspectiva(s) crees que las abordarías? (pregunta de selección de casillas)²

Subcategoría B-Dis: Conocimiento del contenido o disciplinar

12

B1. Educación previa de los profesores en CdT y autoaprendizaje debido a la práctica de aula

B1.1. ¿Cuál es tu nivel y tipo de formación? (por ejemplo, Licenciado en Ciencias Naturales con Maestría en Educación; Biólogo PhD en Ciencias; etc).

B1.2.1. Asignatura y Grados que orientas en tu Institución Educativa

B1.2.2. Años de experiencia como docente de secundaria

B1.3. Durante tu formación universitaria, ¿tomaste uno o más cursos en Ciencias de la Tierra, Sistemas Terrestres, Geología o Geociencias?

B1.4. Por favor marca en la casilla correspondiente si has tenido experiencia docente explicando alguno de estos temas, o si los sueles abordar en alguna de tus clases (pregunta de selección de casillas)³

B2. Intereses con respecto a la Alfabetización en Ciencias de la Tierra (CdT)

B2.1. De los anteriores temas, ¿cuáles son de particular interés para ti o para enriquecer la enseñanza de la asignatura que dictas? ¿Qué ventajas o inconvenientes encuentras a la hora de incluirlos en tu asignatura?

B2.2. ¿En tu experiencia en el aula los estudiantes han mostrado interés particular en aprender sobre algunos de estos temas? ¿Cómo respondiste a este interés?

B3. Calidad y precisión científica de los materiales seleccionados para el aprendizaje en CdT

B3.1. ¿Cuáles fueron tus principales fuentes para preparar tus clases en los temas seleccionados en las casillas de la pregunta B1.4.? (pregunta de selección de casillas, puedes seleccionar varias si este es tu caso)⁴

B3.2. ¿Encuentras alguna discrepancia entre tus conocimientos y los conocimientos expuestos en las fuentes o recursos utilizados? ¿Son de fácil acceso? ¿De fácil entendimiento? Por favor, selecciona las casillas con las que te identificas ⁵

B4. Estrategias y obstáculos para abordar contenidos fuera de la disciplina de formación (en este caso CdT)

B4.1. Cuando tienes que abordar contenidos que están fuera de tu área de experiencia o disciplina... ¿cuáles son tus estrategias? (puedes seleccionar varias y/o escribir una nueva)⁶

B4.2. Si abrieran la asignatura "Ciencias de la Tierra" para grado 10 y tú fueras el encargado de dictarla el siguiente semestre, ¿cuáles creen que serían tus principales dificultades? ⁷

B5. Participación en grupos de investigación multidisciplinares o conexiones con profesores en otras áreas de experiencia	B5.1. ¿Sueles leer artículos de investigación en didáctica para desarrollar tus clases o tomar cursos de formación para desarrollar tus clases o para mejorar aspectos de tu forma de enseñar? B5.2. ¿Pertenece a alguna red o asociación de maestros donde comparten ideas y experiencias o participas en grupos de investigación multi/interdisciplinares? ¿Participas en Seminarios y Congresos?
---	---

Subcategoría C-Cur: Conocimiento curricular

9

C1. Criterios para seleccionar, modificar o descartar algún tema dentro del currículo	C1.1. ¿Cuáles son los criterios en los que te basas para incluir/descartar/modificar contenidos en el plan curricular?
C2. Conexión entre los contenidos de la asignatura	C2.1. ¿Qué estrategias usas para relacionar lo que venían aprendiendo en tu asignatura en el grado anterior y lo que necesitan aprender para el siguiente grado? C2.2. ¿Sueles relacionar los contenidos que enseñas con otras asignaturas/áreas de estudio y/o el contexto de los estudiantes?
C3. Objetivos de aprendizaje y metodología de evaluación	C3.1. ¿Con cuáles de estos objetivos de aprendizaje te identificas más? (marca los 2 o 3 más importantes para ti)⁸ C3.2. ¿Qué evalúas en tus estudiantes? Describe en pocas palabras cómo es tu proceso regular.
C4. Recursos de apoyo para la enseñanza en temas de CdT	C4.1. ¿Conoces material especializado en temas de Ciencias de la Tierra? ¿Los has usado para aprender o enseñar algunos de los temas descritos en la primera sección de la encuesta? Si la respuesta anterior es positiva, ¿cuáles son las que recuerdas haber consultado? C5.1. ¿Cómo calificarías de 1 a 5 el estado de la enseñanza en Ciencias de la Tierra en Colombia (siendo 1 el más bajo y 5 el más alto)?
C5. Objetivos educativos a nivel nacional e internacional y estándares en CdT	C5.2. ¿Cuáles de estos tópicos crees que son definitivamente importantes en la alfabetización básica de todos y que un estudiante de secundaria debería aprender antes de culminar su bachillerato sin importar la carrera que elija a futuro? (pregunta de selección de casillas)⁹ C5.3. ¿Crees que es posible lograr incluir estas temáticas que señalaste en el punto anterior en los currículos actuales? (pregunta de selección de casillas)¹⁰

Subcategoría D-Ctx: Conocimiento del contexto educativo

11

D1. Relevancia de ciertas áreas del conocimiento en CdT en el entorno de la Institución académica	D.1.1. ¿Cerca de tu institución educativa o de la comunidad donde se ubica se pueden identificar las siguientes actividades o situaciones? (pregunta de selección de casillas) ¹¹
D2. Conocimiento del contexto de los estudiantes (intereses, situación familiar, socioeconómica, conflictos, etc)	D1.2. ¿Alguna de las situaciones identificadas en la pregunta anterior presentan un problema o tienen gran influencia en el desarrollo y dinámica de la comunidad donde se ubica la institución educativa y en tus estudiantes? explica brevemente D2.1. ¿En qué estrato se ubican mayoría de tus estudiantes? Si bien todas las familias tienen actividades económicas diferentes, ¿en dónde crees que podrías clasificar en general al grupo familiar de los estudiantes? (pregunta de selección de casillas)¹² D2.2. ¿Sueles estar al tanto o conocer los intereses de los estudiantes, sus metas y proyectos de vida, sus mayores dificultades? ¿Crees que esto influye en la forma como les enseñas y las cosas que les enseñas? D2.3. ¿En algún momento las creencias étnicas, religiosas, culturales de tus estudiantes han generado debate, rechazo o polémica con los conceptos o ideas que quieres enseñar? ¿Cómo manejaste esas situaciones?
D3. Flexibilidad del docente para realizar cambios dentro de la institución educativa	D3.1. Con respecto a la flexibilidad en torno al plan curricular de tu asignatura... (pregunta de selección de casillas) ¹³
D4. Accesibilidad para realizar trabajo de campo/laboratorio para enseñar CdT en la I.E.	D4.1. ¿En tu práctica docente realizas actividades de campo o laboratorio o visitas a museos? ¿Hay buen acceso o disponibilidad de materiales en tu institución para realizar actividades de campo o laboratorio? ¿O sueles hacer experimentos caseros con materiales provistos por ti y/o los estudiantes? D4.2. ¿Alguna de las actividades de campo o laboratorio que has realizado se relacionan con contenidos en Ciencias de la Tierra? Cuáles actividades específicamente?
D5. Entorno laboral del profesor/concordancia con las políticas institucionales y educativas	D5.1. ¿Consideras que las políticas educativas y/o institucionales actuales son acordes a la manera como ejerces la docencia? ¿Por qué? D5.2. Consideras que tu trabajo actual como docente es (puedes señalar cuantas casillas sean necesarias)¹⁴: D5.3. Con relación a la(s) asignatura(s) específica(s) que orientas en tu institución educativa, tú te sientes:

Reflexión final - Expectativas

Para finalizar, no sin antes agradecerte inmensamente tu paciencia y honestidad a través de todas estas preguntas...en pocas palabras me gustaría saber tu opinión y experiencias durante el desarrollo de esta encuesta. Si te surgieron ideas nuevas o proyectos a futuro para realizar con tus estudiantes, preocupaciones, temas en los que te interese aprender más, etc.

Opciones de las preguntas con casillas:

¹ La responsabilidad social de hacer Ciencia, ya que el conocimiento científico puede ser usado para cosas buenas o para hacer mucho daño; La importancia de comunicar el conocimiento científico de una manera útil, veraz, en el momento correcto para poder tomar acciones, y con el propósito de hacer un bien común más que lograr beneficios personales o económicos; El estar correctamente informado acerca de problemas globales, tales como el cambio climático, la escasez de agua potable, el agotamiento de recursos indispensables para la humanidad; El estar correctamente informado acerca de los riesgos y amenazas naturales de la región donde viven y el trabajo de los científicos en observar y desarrollar estrategias de mitigación; La necesidad de usar los recursos hídricos y minerales de manera sostenible y responsable; Cómo proteger la biodiversidad; El impacto económico y cultural de las actividades extractivas en una región (minería, hidrocarburos), o del desarrollo de plantas energéticas (hidroeléctricas, nucleares, térmicas, etc); El impacto ambiental y en la salud humana de las actividades extractivas en una región (minería, hidrocarburos), o del desarrollo de plantas energéticas (hidroeléctricas, nucleares, térmicas, etc); Proteger lugares de interés paleontológico, formaciones naturales de interés turístico como cavernas, etc (patrimonio geológico), para evitar su deterioro y el tráfico de especímenes con importante valor científico; Otro. Cuál?

² Desde la perspectiva de tu campo de acción. Por ejemplo, si soy historiador, usaría aspectos como la evolución histórica del desarrollo de las Ciencias de la Tierra, o cómo el manejo de los recursos naturales y minerales afectaron el desarrollo histórico, etc.; Durante la explicación de conceptos de tu área pondrías ejemplos directamente relacionados con las Ciencias de la Tierra; Mediante proyectos de investigación interdisciplinarios en los cuales podamos descubrir cómo actúa la física, cómo actúa la química, etc para entender un fenómeno natural. De esta manera, propiciar habilidades científicas y la aproximación desde diferentes puntos de vista para explicar un mismo fenómeno.; Desde una mirada ambiental, de sistemas. Los seres humanos hacemos parte de un sistema terrestre, con una serie de subsistemas interconectados, y es importante entenderlos con el fin de saber cómo nos afectan o nosotros a ellos para lograr un equilibrio; Desde una función social. Cómo el entender los procesos terrestres ayudan al bienestar de las sociedades y qué podemos hacer para mantener ese bienestar; Mediante la resolución de problemas. Por ejemplo, entendiendo las causas del cambio climático y explorando las posibles soluciones en términos económicos, políticos, tecnológicos, etc.; Otra. Cuál?

³ La Formación del Universo y del Sistema Solar, ley de Hubble; Composición del universo y las estrellas, formación de elementos químicos en el universo; El Sistema Solar (tamaños, distancias, composición de los planetas, etc); Fases Lunares, eclipses, estaciones, movimientos de rotación y translación; Estructura Interna de la Tierra (composición y diferenciación por densidad); Hidrosfera, Biosfera, Geosfera, Atmosfera; Edad de la Tierra, métodos de datación relativa y absoluta (evidencia geológica, fósil, dataciones radiométricas); Origen de la vida, y evolución de las especies; Interacción de la Biosfera con los sistemas terrestres; Rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas y sus procesos de formación; Tectónica de Placas; Formación de montañas, rasgos geográficos y fallas geológicas; Volcanes, terremotos y Tsunamis (procesos de liberación de energía); Propagación de ondas en medios sólidos/líquidos/vacío; Distribución y formación de elementos químicos, compuestos y minerales en la Tierra; Recursos minerales; Energías renovables y no renovables; Tiempo y Clima, zonas climáticas, corrientes atmosféricas, huracanes; Ciclo del carbono; Ciclo del agua; Recursos hídricos y su distribución en la superficie terrestre; Riesgos naturales, catástrofes, tecnologías para mitigar sus efectos; Crecimiento de las poblaciones vs agotamiento de los recursos naturales y las guerras por ellos; Cambio climático, posibles causas, efectos y consecuencias; Contaminación ambiental, atmosférica, del agua; Desarrollo de la humanidad en torno a la disponibilidad o explotación de recursos; Impacto ambiental de las actividades humanas, desarrollo sostenible; Observación-Interpretación-Elaboración de Hipótesis-Prueba.

⁴ Libro de texto/guía del curso; Investigaciones y artículos publicados en revistas científicas/tesis de grado; Wikipedia; Páginas de internet especializadas en el tema; Recursos de enseñanza específicos en esos temas, unidades didácticas; Videos; Noticias; ChatGPT; Otra. Cuál?

⁵ He encontrado que algunos de los conceptos no son científicamente correctos; No tengo suficiente conocimiento técnico o científico del tema para calificarlos como buenas fuentes o regulares; Uso en general buenas fuentes de referencia y estoy de acuerdo con sus conceptos; Tengo fácil acceso a ellos, sé usar los motores de búsqueda y encontrar la información que necesito; Me cuesta encontrar información confiable porque no sé en dónde encontrarla; Muchos de los recursos buenos están en otro idioma que no domino; Tengo problemas con la terminología científica usada en las fuentes consultadas; Me parece que la manera como se presenta la información es de difícil entendimiento y tengo que realizar una buena transposición didáctica para que mis estudiantes entiendan estos conceptos tan complejos.

⁶ Me apoyo en fuentes externas/libros de texto/páginas de internet; Les pongo un video explicado por un experto en el área, o en lo posible, lo llevo al aula para que interactúe con los estudiantes y responda sus preguntas; Encuentro apoyo en compañeros del trabajo/docentes de esas áreas/tutores o mentores; Me apoyo en lo aprendido en la Universidad/cursos anteriores; Aprovecho las visitas a museos/experiencias interactivas/expediciones de campo; Enfoco este contenido desde el punto de vista de mi área de experiencia; Otra. Cuál?

⁷ Falta de preparación o conocimiento de los temas a abordar; La terminología Geológica es difícil, son demasiados nombres raros; Es difícil comprender variaciones en escalas de tiempo tan grandes, tan sólo imaginar procesos que duren miles de millones de años; No es fácil comprender la naturaleza de esta ciencia, sus objetivos de estudio, cómo se desarrolla; Mis creencias religiosas o culturales chocan con los conceptos planteados por las Ciencias de la Tierra, en cuanto a origen del Universo, del planeta, de la vida, edad absoluta de la Tierra, etc.; No es un área que me llame particularmente la atención, por lo tanto no concentraría todas mis energías en aprenderla y entenderla; No sabría cómo generar interés es mis estudiantes por aprender de estos temas; Otra. Cuál?

⁸ Que los estudiantes salgan bien preparados para el siguiente nivel educativo; Que los estudiantes logren relacionar lo aprendido con su entorno, que lo apliquen; Que los estudiantes entiendan el por qué y los mecanismos detrás de las teorías y fenómenos explicados; Que los estudiantes desarrollen un pensamiento crítico respecto a los conceptos aprendidos en clase; Que los estudiantes tengan una información actualizada y moderna, sepan manejar herramientas y tecnologías que necesitan para su futuro; Que los estudiantes desarrollen habilidades para realizar investigaciones de manera autónoma y tengan una participación activa; Que los estudiantes descubran el conocimiento por el contacto directo con la realidad que los rodea; Que los estudiantes corrijan concepciones erróneas que traigan de clases anteriores y construyan nuevos conocimientos más sólidos y fundamentados.

⁹ El Universo y el Sistema Solar (origen, historia temprana de su formación, composición de estrellas y planetas, etc.); Los movimientos terrestres: movimientos de rotación y translación, y estaciones; Hidrosfera, Biosfera, Geosfera, Atmosfera; Historia de la Tierra, eras geológicas; Origen de la vida y evolución de las especies; Tipos de rocas y minerales y cómo se forman; La Tectónica de Placas y su relación con la formación de rasgos geográficos en la superficie terrestre.; Volcanes, terremotos, Tsunamis; Recursos minerales; Energías renovables y no renovables; Recursos hídricos y su distribución en la superficie terrestre; Tiempo y Clima, zonas climáticas, corrientes atmosféricas, huracanes; Cambio climático, desarrollo sostenible; Contaminación ambiental, atmosférica, del agua; Otro. Cuál?

¹⁰ Sí, de hecho varias de las señaladas se dictan actualmente; Sí, pero requiere un esfuerzo docente para relacionarlas con sus respectivas asignaturas dentro de sus clases regulares.; Sí, algunas de ellas se pueden trabajar en proyectos interdisciplinarios; Sí, sería necesario crear un espacio académico dedicado a las Ciencias de la Tierra, por ejemplo, la semana de las Ciencias de la Tierra, un día al mes dedicado a la enseñanza en temas Ciencias de la Tierra, etc.; Sí, por medio de clubes científicos/actividades extracurriculares dedicadas a temas de Ciencias de la Tierra; Sí, creando una nueva asignatura, puede ser para grados 10º y 11º denominada Ciencias de la Tierra y Ambientales; Tal vez, pero lo más probable es que todas las casillas anteriores no sean realizables pues es muy difícil crear estos espacios dentro de una institución educativa; Tal vez, pero es difícil que los profesores se involucren en hacer estos cambios a menos que sea un proyecto dirigido y/o asesorado por un profesional en Ciencias de la Tierra; No, mientras no cambie el sistema educativo y estas temáticas hagan parte del estándar de competencias que hay que seguir

¹¹ Minería activa; Operaciones petroleras; Agricultura, población rural predominantemente; Zonas de interés científico (yacimientos arqueológicos, paleontológicos, etc); Zonas de Páramo/Reservas naturales/Parques Nacionales Naturales; Volcanes activos; Cavernas, cuevas; Derrumbes, deslizamientos; Inundaciones por desborde de ríos o quebradas; Problemas de contaminación de agua o atmosférica; Problemas de suministro de agua potable; Problemas por cercanía a rellenos sanitarios; No tengo conocimiento del área donde trabajo y si presenta alguno de estos problemas o situaciones; Otra. Cuál?

¹² Campesinos, agricultores, pescadores; Mineros, petroleros, trabajadores de centrales energéticas; Militares, policías; Asalariados con título de bachiller o técnico; Asalariados con título Universitario o superior, empresarios; Comerciantes, dueños de pequeños negocios o tiendas; Trabajadores informales, vendedores ambulantes o que viven del diario; Desplazados, inmigrantes ilegales, personas en condición de extrema pobreza; Comunidades indígenas o afrodescendientes; Pertenecientes a grupos armados o ilegales; NO tengo información al respecto; Otra. Cuál?

¹³ El colegio es reactivo a cualquier cambio que se introduzca, se debe manejar tal y como está, con sus orientaciones y temas predeterminados; Te proveen un currículo específico pero tienes flexibilidad suficiente para introducir cambios significativos; Puedes realizar cambios de orientación o enfoque de los temas, siempre y cuando mantengas el plan curricular; Te da una serie de competencias y orientaciones para cada grado, pero tú tienes la libertad de diseñar los temas a abordar y la forma cómo hacerlo.

¹⁴ Bien remunerado, considerando el estándar salarial de los profesores; Necesario para la comunidad en la que laboras; Valorado por los directivos del plantel; Agradable por la relación con los otros profesores; Apreciado por tus estudiantes y sus padres; Crees que cambia vidas para bien; Motivador a nivel intelectual y emocional; Estresante, con mucha carga laboral; Muy bueno con los estudiantes y profesores, pero difícil en la relación con directivos; Te sientes algo estancado, sin avance; No es lo ideal, pero es lo que hay por ahora; Otro. Cuál?

Anexo 3: Documento 1 – Instrumento 2 (Representación de Contenido)

Tema

La búsqueda de exoplanetas y la naturaleza especial de la tierra como portadora de vida

Objetivos de la actividad

1. Encontrar los elementos del CDC consignados en las respuestas de la encuesta inicial del trabajo de grado en curso, por medio de una Representación de Contenido.
2. Identificar dificultades en el desarrollo de temas en Ciencias de la Tierra aplicados a situaciones didácticas.

Instrucciones

Leer el Texto Sugerido: <https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/fisica/la-busqueda-de-otra-tierra-lejos-de-la-tierra/>.

De acuerdo a este texto, me gustaría que realizaras un análisis del tema: ***La Tierra como planeta único y portador de vida.***

A continuación se presenta una tabla de Representación de Contenido (ReCo), en la cual debes responder una serie de preguntas asociadas a la enseñanza de este tema.

Formato ReCo (adaptado de Loughran *et al.*, 2004 y Melo *et al.*, 2018)

Tema a enseñar: La Tierra como planeta único y portador de vida	Respuesta del docente (Las casillas de esta columna se presentan vacías a los profesores para que escriban aquí, pero para propósitos del trabajo se puso qué subcategorías indaga cada una de las preguntas)	¿Qué tan difícil te pareció responder a esta pregunta? Califica de 0 a 5, siendo 5 el más difícil ¿Por qué?
¿Qué intentarías que los estudiantes aprendan con este tema? (<i>Qué contenidos, valores, habilidades, procedimientos, etc.</i>)	A-Nor; B-Dis; C-Cur; D-Ctx	
¿Por qué es importante que los estudiantes aprendan esto?	A-Nor; B-Dis; C-Cur; D-Ctx	
¿Qué características tiene la Tierra que hace que tenga vida y porqué eso es tan raro de encontrar en cualquier planeta?	B-Dis	
¿Abordarías todos estos conceptos que mencionaste anteriormente con tus estudiantes o en general qué dejarías por fuera y no les enseñarías por el momento?	B-Dis; C-Cur	
¿Qué estrategias, recursos o procedimientos de enseñanza emplearías para que los estudiantes se motiven y comprendan este tema? ¿Por qué seleccionaste estas estrategias?	B-Dis; C-Cur	
¿Para ti cuáles son las principales dificultades/limitaciones asociadas con	B-Dis; C.Estudiantes (trabajado en parte en D-Ctx)	

la enseñanza de este tema? ¿Podrías abordarlo desde tu asignatura?		
¿Qué conocimientos acerca de los problemas conceptuales, procedimentales o actitudinales de los estudiantes podrían influir en el desarrollo de este tema?	A-Nor; C.Estudiantes (trabajado en parte en D-Ctx)	
Cómo evaluarías las comprensiones de los estudiantes respecto a este tema? (instrumentos, técnicas)	C-Cur	

Anexo 4: Documento 2 – Instrumento 2 (Ejercicio de Transversalidad)

Tema

El Volcán Nevado del Ruiz

Objetivos

1. Encontrar los elementos del CDC consignados en las respuestas de la encuesta inicial del trabajo de grado en curso, por medio de un estudio de caso relacionado con un tema de alto interés general pero que no necesariamente es abordado por los profesores en clase durante el desarrollo del currículo.
2. Explorar los conceptos básicos relacionados al estudio de los volcanes, no sólo desde el punto de vista geológico, sino desde una perspectiva multidisciplinaria, que permita una transversalidad del conocimiento desde diversas áreas de estudio.

Actividad a desarrollar

Entre el 24 de marzo y el 27 de junio de 2023, el Volcán Nevado del Ruiz se declaró en alerta naranja, durante la cual miles de personas fueron evacuadas en las poblaciones ubicadas en la zona de amenaza alta (en un radio de 15 Km al cráter Arenas), hubo cierre de comercios y el turismo cayó considerablemente, especialmente durante el mes de abril.

La creciente exposición mediática (noticias, internet) generó entre los estudiantes un gran interés por aprender más de los volcanes. Imagina que en una clase posterior a una emisión de cenizas reportada por todos los medios, los estudiantes te empezaron a realizar muchas preguntas. Realmente no era una clase que habías preparado con anterioridad, así que respondes de la mejor manera que puedes de acuerdo a tu estado actual de conocimiento sobre los volcanes y con los recursos que posees en ese momento en clase.

A continuación, por favor responde las preguntas que hicieron los estudiantes (puedes adjuntar dibujos si lo deseas, así como si los hubieses pintado en el tablero, o si en el momento te hubieses valido de otros recursos explica cuáles son y cómo los usaste):

Estudiante 1: ¿Qué es en sí un volcán? ¿Cómo funciona?

R/

Estudiante 2: ¿Hay maneras de predecir cuándo el Nevado del Ruiz va a hacer erupción? ¿Cómo hacen para saber que ahora hay riesgo y en otros meses o años no?

R/

Estudiante 3: Es que en las películas se ven así todos negritos burbujeantes y rojos brillantes, y acá las fotos sólo muestran una columna de humo ahí toda gris como si fuera un incendio forestal... ¿Eso quiere decir que no todos los volcanes son iguales?

R/

Estudiante 4: Si vivir cerca de un volcán es tan peligroso, ¿por qué entonces la gente se va a vivir cerca de ellos? ¿Qué beneficios les puede traer eso?

R/

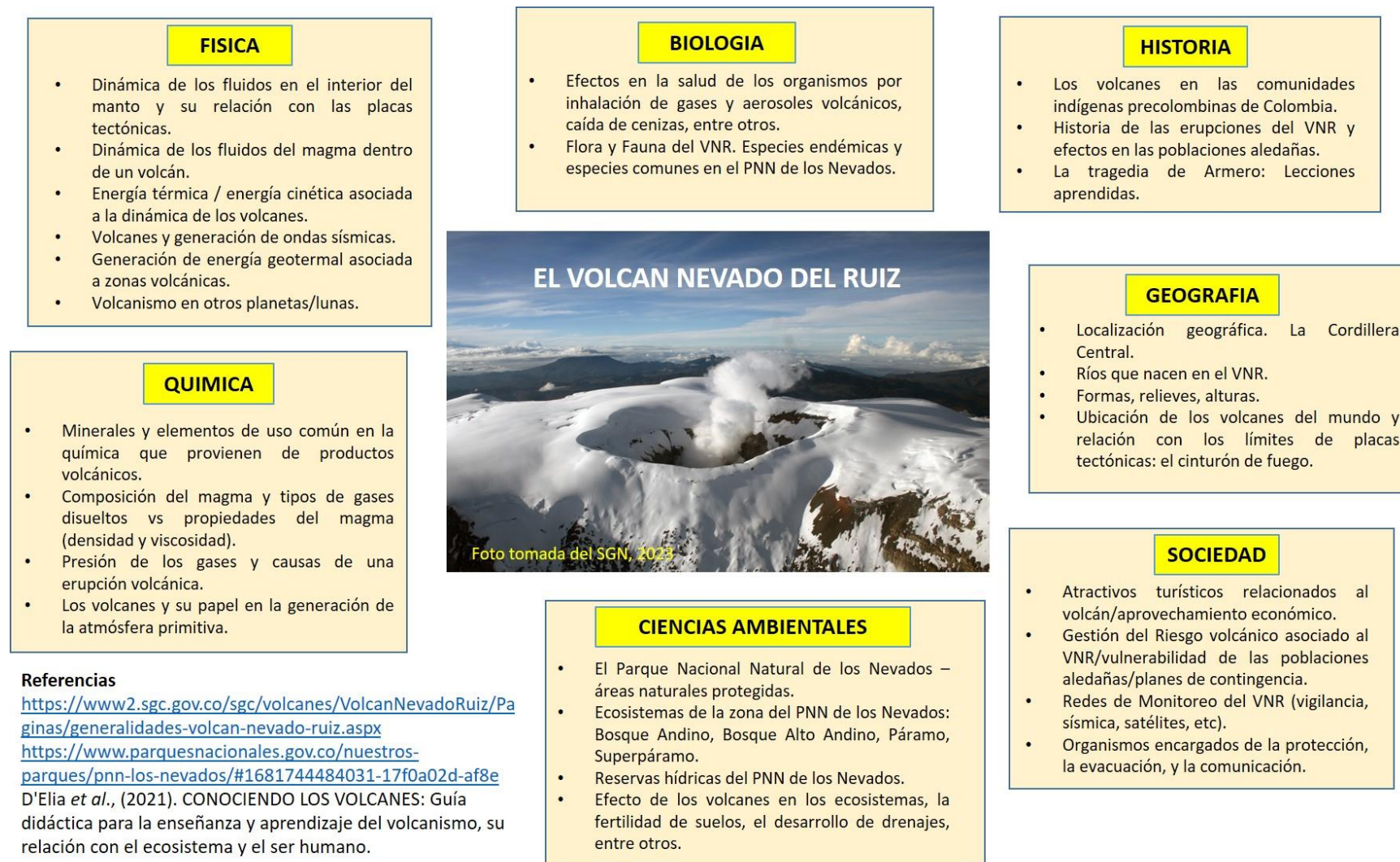
Estudiante 5: ¿En Colombia hay más volcanes? Es que no entiendo bien en dónde se ubican los volcanes o de qué depende que haya volcanes en ciertas áreas específicas

R/

Luego de esta interesante e inesperada sesión, se te ocurrió aprovechar ese gran interés actual en los volcanes para seguir explorando el tema desde tu área de estudio y relacionarlo al currículo que tienes que abordar para tu grupo de clase; así que acordaste con los estudiantes de hablar más sobre el tema de los volcanes durante el desarrollo del curso. Por favor observa el siguiente cuadro y describe de acuerdo al currículo de los cursos que orientas actualmente:

(Espacio para cuadro 1, siguiente página)

Cuadro 1. Ideas de temas asociados al Volcán Nevado del Ruiz que pueden ser abordados en diferentes áreas de estudio.



1. Qué temas definitivamente puedes desarrollar y aprovechar para que los estudiantes conozcan un poco más acerca de los volcanes al mismo tiempo que estableces conexiones con tu asignatura. Explica.

R/

2. Qué estrategias utilizarías para desarrollar estos temas (materiales, recursos, procedimientos).

R/

3. ¿Cuáles son las principales dificultades que encuentras para abordar este tema de los volcanes desde tu asignatura?

R/

Anexo 5: Códigos empleados para clasificar la Información

Subcategoría A-Nor: Naturaleza de las CdT y Orientaciones del Profesor

A-Nor/SOC: Perspectiva Social (estudiar las CdT para el desarrollo sostenible de las Sociedades)

A-Nor/SIS: Las CdT como Sistemas complejos (análisis de subsistemas interconectados)

A-Nor/CIT: Perspectiva Científica tradicional (Ciencia compartimentalizada)

A-Nor/PRO: Orientación basada en la solución de problemas y proyectos que aborden problemas reales o sociales

A-Nor/INV: Orientación basada en la investigación/indagación que permita explicar fenómenos

A-Nor/DID: Orientación didáctica mediante el uso de actividades dirigidas y experimentos

Parámetro	Código	Nombre	Descripción
A1Nat - Concepto del profesor acerca de la Naturaleza de las CdT y su relación con su área específica de estudio	A1Nat_soc	Sociedad	Perspectiva donde los seres humanos tienen un rol importante en el entendimiento y cuidado de su entorno y de los sistemas terrestres
	A1Nat_sis	Sistemas	La Tierra es un sistema integrado y complejo, compuesto de subsistemas (Biosfera, Hidrosfera, Atmosfera) que interactúan en una amplia variedad de escalas
	A1Nat_fyc	Fenómenos y conceptos	Estudio de las CdT desde el punto de vista fenomenológico y conceptual (estudio de los componentes y fenómenos naturales, su origen, evolución, comportamiento), ciencia compartimentalizada en varias disciplinas
A2Imp - Creencias del profesor con respecto a la importancia de las CdT	A2Imp_soc	Responsabilidad social	Las CdT contribuyen a la valoración del planeta, cuidado del entorno, compromiso social y se promueven valores relacionados con estos.
	A3Imp_eqsis	Equilibrio de sistemas	Las Cdt son importantes para comprender los sistemas y cómo mantener su equilibrio. Los valores promovidos se dirigen a la protección del medio ambiente, manejo eficiente de recursos y el equilibrio de sistemas
	A2Imp_cien	Alfabetización Científica y complemento disciplinar	Las Cdt son importantes para la alfabetización científica y para complementar otras áreas de estudio. Los valores promovidos tienen que ver con la responsabilidad científica, la veracidad y pertinencia de la información
	A2Imp_ens	Procesos de Enseñanza	Las CdT ayudan a lograr aprendizajes significativos cuando se aplican en otras áreas de estudio
A3Or - Orientaciones del profesor con respecto a la enseñanza de las CdT	A3Or_pro	Proyectos interdisciplinarios	Orientación del profesor a abordar las CdT mediante proyectos interdisciplinarios y educativos que aborden problemas reales y permitan encontrar soluciones desde diferentes aspectos
	A3Or_sos	Función Social y sostenibilidad	Orientación del profesor a abordar las CdT desde el punto de vista de la Sostenibilidad, la actividad humana en el entorno, abordar problemas como el cambio climático, etc.
	A3Or_inv	Enfoque investigativo	Orientación del profesor a abordar las CdT desde proyectos de investigación que permitan descubrir patrones, variables y elaborar explicaciones sobre diferentes fenómenos, por ejemplo cómo funcionan los sistemas terrestres
	A3Or_asig	Enfoque desde su asignatura	Orientación del profesor a abordar las CdT como ejemplos para complementar conceptos desde su asignatura

Subcategoría B-Dis: Conocimiento del Contenido o Disciplinar

B-Dis/ALTO: Buen conocimiento disciplinar en CdT y conexiones claras con el área de estudio

B-Dis/MEDIO: Bajo o medio conocimiento disciplinar pero alto interés de involucrar las CdT en su área de estudio

B-Dis/BAJO: Bajo conocimiento disciplinar con poco interés o inseguridad de relacionar las CdT con su área de estudio

Parámetro	Código	Nombre	Descripción
B1Ed - Educación previa de los profesores en CdT y autoaprendizaje debido a la práctica de aula	B1Ed_uni	Curso Universitario	El profesor tomó uno o dos cursos específicos en CdT o afines durante sus formación Universitaria
	B1Ed_nof	No formación previa	El profesor no posee formación previa en CdT
	B1Ed_pro	Experiencia docente	El profesor aprendió sobre temáticas en CdT por experiencia docente (orientando sus asignaturas)
B2Int - Temáticas de interés en Ciencias de la Tierra (CdT)-para el profesor y los estudiantes	B2Int_amb	Interés ambiental	El profesor manifiesta interés en profundizar en las temáticas de CdT relacionadas con el medio ambiente
	B2Int_soc	Interés social	El profesor se interesa en las interacciones entre el ser humano y los sistemas terrestres
	B2Int_ast	Interés astronomía	El profesor manifiesta interés en profundizar en las temáticas de CdT relacionadas con la astronomía (Origen y evolución del Universo y el Sistema Solar, eclipses, estaciones, etc.
	B2Int_doc	Interés propio	El profesor tiene intereses propios en profundizar en temáticas de las CdT
	B2Int_asig	Interés por asignatura	El profesor manifiesta interés en profundizar ciertas temáticas de CdT porque se encuentran dentro del plan curricular o los proyectos institucionales
	B2Int_est	Interés por estudiantes	El profesor aborda las CdT por el interés de los estudiantes en ciertos temas y responde positivamente a estos intereses
B3Mat - Claridad conceptual y precisión científica de los materiales seleccionados para el aprendizaje en CdT	B3Mat_did	Material Didáctico	Las fuentes que usa el profesor principalmente son libros de texto, recursos especializados para enseñanza, guías didácticas
	B3Mat_mul	Multimedia	Las fuentes que usa el profesor principalmente son páginas de internet, videos, noticias
	B3Mat_inv	Investigación Científica	Las fuentes que usa el profesor principalmente son publicaciones en revistas científicas, tesis de grado
	B3Mat_conf	Confidente	Evalúa sus fuentes y distingue buenas fuentes de fuentes regulares, sabe encontrar errores conceptuales
	B3Mat_ins	Inseguro	Manifiesta no tener suficiente conocimiento de las CdT para saber si una fuente es buena o no
B4Est - Estrategias y obstáculos para abordar contenidos fuera de la disciplina de formación (en este caso CdT)	B4Est_alt	Estrategias alternativas	El docente usa varias estrategias que incluyen estudiar las CdT desde su área de estudio, visitar museos, organizar charlas de expertos donde los estudiantes puedan interactuar y hacer preguntas, etc
	B4Est_tra	Estrategias tradicionales	El docente se apoya más en los libros de texto, páginas de internet, y en los cursos tomados durante la Universidad
	B4Est_evi	Estrategias evasivas	El docente evade el tema en cuestión y lo reemplaza por otra temática más familiar
	B4Est_ejan	Analogías/ejemplos	El docente usa analogías o ejemplos de forma correcta para lograr que los estudiantes comprendan los conceptos con temas familiares a su contexto
	B4Est_clar	Claridad conceptual	El docente muestra claridad conceptual en la explicación de fenómenos específicos en CdT
	B4Est_par	Abordaje parcial	El docente tiene un conocimiento parcial de los contenidos propuestos, explicando sólo de manera superficial o parcial los fenómenos
	B4Est_mis	Explicaciones incorrectas (misconceptions)	El docente tiene una idea superficial de los contenidos y aunque los explica, no logra establecer correctamente las causas de ciertos fenómenos y puede transmitir misconceptions

B5. Participación en grupos de investigación interdisciplinarios o conexiones con profesores en otras áreas de experiencia	B5Red_inv	Investigación Didáctica	El docente consulta investigaciones en didáctica, no sólo en su área sino en otras áreas de la enseñanza.
	B5Red_pro	Redes profesionales	El docente participa de redes profesionales donde puede intercambiar experiencias educativas en diferentes áreas de estudio
	B5Red_gmul	Grupos multi/interdisciplinarios	El docente participa en proyectos multi/interdisciplinarios
	B5Red_for	Formación docente	El docente asiste a cursos y congresos de formación docente

Subcategoría C-Cur: Conocimiento Curricular

C-Cur/ALT: Orientación curricular alternativa - (facilidad para incluir las CdT)

C-Cur/MED: Orientación curricular intermedia/transiciona

C-Cur/TRAD: Orientación curricular tradicional - (poca apertura a incluir las CdT)

Parámetro	Código	Nombre	Descripción
C1Cri - Criterios para seleccionar, modificar o descartar algún tema dentro del currículo	C1Cri_est	Necesidad estudiantes	Los contenidos se seleccionan de acuerdo a la necesidad de los estudiantes y a su entorno; se tiene en cuenta su edad y dificultades
	C1Cri_plan	Plan curricular, pruebas estandarizadas	Los contenidos se seleccionan de acuerdo a los estándares curriculares y los objetivos que se esperan para el curso, y para que los estudiantes obtengan buenos resultados en las pruebas estandarizadas (ej., pruebas SABER)
	C1Cri_ctx	Contexto/ actualidad /sociedad	Los contenidos se ajustan por situaciones de la actualidad que generan gran impacto (por ejemplo una pandemia, una guerra), o para que tenga sentido para el contexto donde el estudiante vive. Así mismo, se busca que los estudiantes a futuro generen impacto y desarrollo social con ese conocimiento
	C1Cri_exp	Experiencias previas	Los contenidos se ajustan de acuerdo a la experiencia docente con otros grupos previos de estudiantes
C2Con - Conexión entre los contenidos de la asignatura	C2Cnx-prog	Progresión	El profesor puede establecer una progresión en los aprendizajes
	C2Cnx-trans	Transversalidad	El profesor conecta contenidos de su área de estudio con otras asignaturas, incluso menciona áreas de las CdT (ambientales)
C3Obj - Objetivos de aprendizaje y metodología de evaluación	C3Obj_sig	Aprendizaje Significativo	Se busca desarrollar el pensamiento crítico en los estudiantes, que apliquen su conocimiento con el entorno, y que integren la información aprendida a sus conocimientos previos
	C3Obj_alt	Alternativo	Busca desarrollar el conocimiento a través de proyectos de investigación y el entendimiento de los mecanismos detrás
	C3Obj_tec	Tecnológico	Busca que los estudiantes tengan una información actualizada y moderna, sepan manejar herramientas y tecnologías que necesitan para su futuro
	C3Obj_ccon	Cambio conceptual	El profesor manifiesta interés en encontrar las concepciones erróneas de sus estudiantes y ayudarles a construir nuevo conocimiento
	C3Obj_esp	Espontáneo	Se fomenta a que los estudiantes descubran el conocimiento por el contacto directo con el mundo que los rodea
	C3Obj_val	Valores	El profesor enfatiza en los valores del estudiante: respeto, interés, dedicación, valores morales, seguridad, etc.
	C3Obj_com	Competencias	El profesor evalúa las competencias de los estudiantes: académicas, ciudadanas, de trabajo en equipo
	C3Obj_evol	Evolución conceptual	El profesor se preocupa por proceso formativo durante la construcción del conocimiento en sus estudiantes
	C4Rec_nc	No conoce	El profesor no conoce material especializado en CdT

C4Rec- Recursos de apoyo para la enseñanza en temas de CdT	C4Rec_nu	Conoce y no usa	El profesor conoce material especializado pero usa los libros de texto del curso
C5CdT- Temas que se deben abordar en los currículos a nivel nacional	C5CdT_st	Sistemas Terrestres	Hidrosfera, Biosfera, Geosfera, Atmosfera y sus interacciones
	C5CdT_ast	Astronomía, Movimientos terrestres	El Universo y el Sistema Solar (origen, historia temprana de su formación, composición de estrellas y planetas, etc); los movimientos terrestres (movimientos de rotación y translación, y estaciones)
	C5CdT_rec	Energía y recursos minerales	Recursos minerales, Energías renovables y no renovables
	C5CdT_orig	Origen de la vida/evolución	Origen de la vida y evolución de las especies
	C5CdT_agua	Agua	Recursos hídricos y su distribución en la superficie terrestre
	C5CdT_sos	Sostenibilidad	Contaminación ambiental (agua y atmósfera), cambio climático, desarrollo sostenible
	C5CdT_met	Climatología/ meteorología	Tiempo y Clima, zonas climáticas, corrientes atmosféricas, huracanes
	C5CdT_geo	Geología	Volcanes, terremotos, Tsunamis; tipos de rocas y minerales y cómo se forman; la Tectónica de Placas y su relación con la formación de rasgos geográficos en la superficie terrestre
C5Est- Estrategias para incluir esas temáticas en los currículos existentes	C5Est_pro	Proyectos interdisciplinarios	Estrategias para abordar las CdT mediante proyectos interdisciplinarios
	C5Est_tra	Transversal a otras asignaturas	Estrategias para abordar las CdT desde otra asignatura
	C5Est_club	Club científico	Estrategias para abordar las CdT mediante clubes científicos y actividades extracurriculares

Subcategoría D-Ctx: Conocimiento del Contexto Educativo

D-Ctx/PFLX: Comunidad con necesidad prioritaria de incluir temas de enseñanza en CdT y flexibilidad para realizar actividades o acceso a facilidades dentro/fuera de la Institución educativa

D-Ctx/PNOF: Comunidad con necesidad prioritaria pero recursos limitados o poco acceso a facilidades dentro/fuera de la institución educativa

D-Ctx/SDIF: Comunidad con necesidad estándar pero alta dificultad para realizar actividades dentro/fuera de la institución

Parámetro	Código	Nombre	Descripción
D1Cxt- Relevancia de ciertas áreas del conocimiento en CdT en el entorno de la Institución académica	D1Ctx_agua	Agua para riego/agua potable	Zonas con uso de suelo en especial para agricultura y necesidades de agua para riego. La comunidad presenta problemas para el suministro de agua potable.
	D1Ctx_ext	Actividades extractivas	Hay influencia de extracción minera, petrolera o afines
	D1Ctx_ries	Riesgos geológicos	Se presentan constantes derrumbes o inundaciones, en especial en época de invierno
	D1Ctx_cont	Contaminación	La comunidad presenta problemas por contaminación de agua o atmosférica o se encuentra afectada por rellenos sanitarios
	D1Ctx_aprot	Áreas protegidas	La comunidad se encuentra cerca o influenciada por zonas de páramo, reservas naturales, parques nacionales, etc
D2Cest - Conocimiento del contexto de los	D2Cest_agro	Campo	Agricultura, pesca, campesinos
	D2Cest_com	Comercio	Comerciantes, dueños de pequeños negocios o tiendas

estudiantes (intereses, situación familiar, socioeconómica, conflictos, etc)	D2Cest_inf	T. Informal	Trabajadores informales, vendedores ambulantes o que viven del diario
	D2Cest_ind	Industria	Mineros, petroleros, trabajadores de centrales energéticas y otras industrias
	D2Cest_min	Minorías	Población indígena y afrodescendiente
	D2Cest_desp	Desplazados/inmigrantes ilegales	Desplazados, inmigrantes ilegales, personas en condición de extrema pobreza
	D2Cest_int	Intereses	Los intereses de los estudiantes se tienen en cuenta para el desarrollo de los contenidos propuestos
	D2Cest_soc	Problemática Social	La problemática social de los estudiantes se tiene en cuenta para el desarrollo de los contenidos propuestos
	D2Cest_deb	Abierto a Debate	El profesor establece un clima de debate y mentalidad abierta hacia otras ideas, así como favorece un ambiente de respeto hacia ideas contrarias
D3Flex- Flexibilidad del docente para realizar cambios dentro de la I.E.	D3_flex	Flexibilidad	Les permite realizar cambios en los enfoques y temas, manteniendo unos estándares de competencias
	D3_flelim	Flexibilidad limitada	Les permite realizar cambios en los enfoques y orientaciones de los temas, pero no se permiten cambios en el plan curricular
D4Acc - Accesibilidad para realizar trabajo de campo/laboratorio para enseñar CdT en la I.E.	D4Acc-rec	Recursos accesibles	Se cuenta con disponibilidad de materiales de laboratorio y facilidades para realizar visitas a museos o actividades de campo
	D4Acc-casa	Experimentos caseros	Se realizan experimentos caseros o actividades con cosas cotidianas de casa o materiales reciclados.
	D4Acc-nolab	No hace laboratorios	Usualmente el docente y/o el estudiante debe poner los materiales para realizarlos
	D4Acc-cart	Cartografía	No se realizan prácticas de laboratorio
	D4Acc-faufl	Fauna y flora	Temas en los que se hacen laboratorios
	D4Acc-ptect	Placas tectónicas	
	D4Acc-uni	Universo	
D5Pol - Políticas educativas vs objetivos del profesor en torno a la enseñanza y el aprendizaje, ambiente laboral	D5EnLab-sat	Satisfecho	Considera que el sistema funciona para la manera como enseña. A nivel laboral se encuentra valorado, apreciado y motivado. Presenta retos intelectuales y aprende constantemente
	D5EnLab-ins	Insatisfecho	Ve muchas falencias en el sistema y en su institución educativa: falta de recursos, la responsabilidad recae mucho en el profesor, no se tiene en cuenta el contexto del estudiante, etc

Obstáculos Identificados		
Código	Nombre	Descripción
Obst-Com	Obstáculo de comunicación	Falta de comunicación y promoción de las Geociencias, así como poca presencia de geocientíficos en el Sistema Educativo
Obst-Int	Obstáculo de interés	Falta de interés en temas relacionados con las CdT (temas aburridos o no se le ve utilidad práctica)
Obst-Tran	Obstáculo de transversalidad	Dificultad para conectar las CdT con otras áreas de estudio o con la vida cotidiana
Obst-Trps	Obstáculo de transposición	Dificultad para hacer los contenidos de las CdT enseñables
Obst-Pro	Obstáculo de progresión	Problema para ver progresión de los aprendizajes por falta de continuidad en el desarrollo de los temas
Obst-Soc	Obstáculo social	Percepción negativa acerca de las labores del geocientífico, o desconexión con los problemas de la comunidad y de los estudiantes. También hay situaciones particulares del entorno social de los estudiantes que pueden causar dificultades para interesarse en aprender CdT
Obst-Tim	Obstáculo de tiempo	Falta de tiempo para desarrollar contenidos en CdT o contenidos no explícitos en el diseño curricular
Obst-Epi	Obstáculo epistemológico	Dificultad para entender los conceptos relacionados con las CdT o su terminología. La información presentada es difícil de entender, o es difícil dimensionar los conceptos y pasarlos de lo abstracto a la vida cotidiana y real
Obst-Idi	Obstáculo de idioma	Dificultad para encontrar o comprender información porque está en otros idiomas
Obst-Cur	Obstáculo curricular	Falta de presencia curricular en los estándares de competencias
Obst-Rel	Obstáculo religioso o cultural	Creencias religiosas o culturales que contradicen los conceptos abordados en CdT
Obst-Rec	Obstáculo de falta de recursos	Falta de recursos o materiales para apoyar la enseñanza

Anexo 6: Resultados de los instrumentos

El siguiente enlace de Google Drive permite consultar las transcripciones de los diferentes instrumentos aplicados:

https://drive.google.com/drive/folders/14TTAXHCOT2Bjy7KG9nd95y0pLDEsfCmM?usp=share_link

Anexo 7: Material de apoyo para enseñar contenidos en CdT

Los siguientes enlaces contienen material en CdT de acceso público y gratuito, en idioma español, creado por profesionales en Ciencias de la Tierra, y diseñado para la enseñanza a niveles de básica primaria y secundaria.

- ESTA. Earth Learning Idea – version en español: Catálogo con ideas y guías didácticas en diversos temas de las CdT. Cada guía presenta actividades de clase, objetivos educativos y enlaces/fuentes adicionales para consultar.
https://www.earthlearningidea.com/Indices/contents_Spanish.html
- UNAM. Experimentos Simples para entender una Tierra complicada: Colección de libros con experimentos prácticos para entender conceptos no sólo en CdT sino de las Ciencias Naturales y la física, con explicaciones aplicadas a la dinámica y procesos terrestres. <https://tellus.geociencias.unam.mx/index.php/experimentos-simples/>
- D'Elia et al (2021). Conociendo los Volcanes: Guía didáctica para la enseñanza y aprendizaje del volcanismo, su relación con el ecosistema y con el ser humano.
<https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/libros/pm.4927/pm.4927.pdf>
- Orion et al (2007). El Planeta Azul: El Ciclo del Agua en los Sistemas Terrestres – versión en español. <https://stwww1.weizmann.ac.il/geogroup/?p=458>
- Wilgenbus et al (2019). Cuando la Tierra Ruge: Vivir con el riesgo (versión en español). Guía del maestro para el aprendizaje de Riesgos Naturales y diseñado para niños de 8 a 11 años. https://fondation-lamap.org/sites/default/files/pdf_res_int/cuando-la-tierra-ruge-es.pdf
- King (2022). Explorando las Geociencias en Todo el Mundo – versión en español.
<http://www.igeoscied.org/download/exploring-geoscience-across-the-globe-spanish-version/>