LA MIGRACIÓN CLIMÁTICA EN EL CURRÍCULO DE FORMACIÓN DE PROFESORES DE LA LICENCIATURA EN QUÍMICA DESDE EL CDCEA.

PAULA ANDREA GARCÍA YARA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

LICENCIATURA EN QUÍMICA

Bogotá, D.C

2021

LA MIGRACIÓN CLIMÁTICA EN EL CURRÍCULO DE FORMACIÓN DE PROFESORES DE LA LICENCIATURA EN QUÍMICA DESDE EL CDCEA.

PAULA ANDREA GARCÍA YARA

Trabajo de grado para optar al título de

LICENCIADA EN QUÍMICA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
Didáctica de los contenidos curriculares en Química. Conocimiento Didáctico del Contenido

Directora

Dra. Leidy Gabriela Ariza Ariza

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

LICENCIATURA EN QUÍMICA

Bogotá, D.C

2021

DEDICATORIA

A mis padres Mélida Yara y John Jairo García por su esfuerzo y por inculcarme la importancia de la educación.

A mi hermana Alejandra García por siempre considerarme capaz de lograr todo lo que me proponga.

A mis hermosas Kiara y Luna por su agradable compañía.

A todo aquel que comparta conmigo el amor por la naturaleza.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por regalarme una hermosa familia que me apoya en mis decisiones y por brindarme la paciencia necesaria para superar mis inconvenientes y sacar esta carrera adelante.

A mi madre Mélida Yara, porque desde el primer momento me motivó a ingresar a la Universidad, por todo el esfuerzo que hace a diario para verme feliz y por ser mi mayor ejemplo de disciplina. A mi padre John Jairo García, por ser mi ejemplo de trabajo constante, por su entrega y sus abrazos llenos de amor.

A mi hermana Alejandra García, por la confianza que me brinda y por ser mi mejor amiga, también le agradezco a mi amigo Pablo Beltrán por apoyarme en mis actividades académicas y por todos los momentos compartidos.

A mi directora de trabajo de grado, la Doctora Leidy Gabriela Ariza Ariza por su paciencia, comprensión, apoyo y orientación para la realización de este trabajo y por inculcarme el gusto por la investigación. También agradezco a los evaluadores porque su contribución mejoró mi proceso.

A la Geóloga Mónica Duque por sus aportes científicos desde la Oceanografía y la Paleoclimatología y por facilitar los espacios con investigadores del Instituto de Investigación en Estratigrafía de la Universidad de Caldas, a quienes también les manifiesto mi gratitud.

A los profesores de la Licenciatura en Química por brindarme las herramientas necesarias para mi formación. A mis compañeros de Universidad de quienes aprendí en cada espacio académico.

A la Universidad Pedagógica Nacional por abrirme las puertas en momentos de dificultad y darme la oportunidad de convertirme en profesional.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 1
1. JUSTIFICACIÓN 4
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 6
3. OBJETIVOS 8
3.1 Objetivo General 8
3.2 Objetivos Específicos 8
4. ANTECEDENTES 9
4.1 Currículo de educación en química desde la educación ambiental 9
4.2 Enseñanza de la educación ambiental 11
4.3 Educación para el cambio climático 12
4.4 Enseñanza de la educación ambiental desde las Geociencias 14
5. MARCO DE REFERENCIA 17
5.1 Referente pedagógico y didáctico 17
5.1.1 Conocimiento Didáctico del Contenido CDC 17
5.1.2 Conocimiento Didáctico del Contenido en Educación ambiental CDCEA 18
5.1.3 Formación de profesores y currículo 19
5.1.4 Educación ambiental y su didáctica 20
5.1.5 Objetivos de desarrollo sostenible en la educación ambiental 22
5.1.5.1 Objetivo trece "*Acción por el clima*" 24
5.2 Referente Disciplinar 25
5.2.1 El cambio climático y su historia 25
5.2.1.1 Adaptación al cambio climático. 26
5.2.1.2 Variación o variabilidad climática y cambio climático 29
5.2.2 Oceanografía química, paleoceanografía y paleoclimatología 32
5.2.3 Paleotermometría y estudio de isótopos como enfoque cuantitativo para la determinación de clima 34
5.2.4 Herramienta fósil: censo de fauna como enfoque cualitativo para la determinación de clima 35
5.3 Referente del contexto social 36
5.3.1 Migración climática 36
5.3.1.1 Migración climática en el pasado 36
5.3.1.2 Migración climática actual 37
6. DISEÑO METODOLÓGICO 39

6.1 Etapas de la investigación 40
Etapa: Diagnóstico 41
Etapa: Concepción científica y didáctica 41
Etapa: Estudio curricular 42
6.2 Población 42
6.3 Muestra 43
6.4 Instrumentos 43
6.5 Validación 44
7. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS 45
7.1 Etapa: Diagnóstico 46
7.2 Etapa: Concepción científica y didáctica 60
7.2.1 Entrevista a profesores de química 60
7.2.2 Entrevista sobre cambio climático y migración climática a expertos en oceanografía- paleoclimatología 79
7.2.3 Concepción científica y didáctica 85
7.3 Etapa: Estudio curricular 89
7.4 Elementos formativos 107
8. CONCLUSIONES 113
BIBLIOGRAFÍA 115
ANEXOS 124
Anexo 1. Entrevista sobre cambio climático y migración climática a profesores en Educación Ambiental 124
Anexo 2. Entrevista sobre cambio climático y migración climática a expertos en oceanografía y paleoclimatología 128
Anexo 3. Matriz de sistematización 130
Anexo 4. Etapa: Diagnóstico. Software Atlas.ti© Versión 7.5.4 131
Anexo 5. Etapa: Concepción científica y didáctica. Entrevista a profesores. Software Atlas.ti© Versión 7.5.4 132
Anexo 6. Etapa: Concepción científica y didáctica. Entrevista a expertos. Software Atlas.ti© Versión 7.5.4 133
Anexo 7. Etapa: Estudio curricular. Software Atlas.ti© Versión 7.5.4 134

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de esta investigación se fundamentó en la necesidad de relacionar la enseñanza de la educación ambiental con los contenidos de química en el currículo de formación de profesores de la Universidad Pedagógica Nacional. En esta dirección, Parga (2015), a partir de una revisión en el plan de estudios, identificó que muy pocos de los espacios disciplinares de la Licenciatura cuentan con una dimensión ambiental, a pesar de que tanto en la misión como la visión del programa se considera a este tipo de contenido como un eje fundamental.

La educación ambiental, según Wilches (2013), tiene como propósito formar a partir de una educación de calidad, ciudadanos que tengan una mejor relación con el ambiente, entendido este como un entramado de interacciones políticas, sociales, económicas, culturales, ecológicas e históricas que emergen en un territorio, lo que implica un dialogo de saberes de tipo social y científico.

Las consecuencias del cambio climático en un lugar afectan el derecho a la vida, a la educación, a la salud y a la cultura, hechos que promueven desplazamientos poblacionales. La migración climática es un fenómeno producto del cambio climático (Pérez, 2018) que no está aislado de la enseñanza de la química. Para comprenderlo, es necesario analizar el impacto del clima a través de la historia, dimensionando la paleoceanografía, la paleoclimatología y la paleotermometría a partir de los isotopos y su estudio en los microfósiles calcáreos y su función como método de datación, puesto que estos ayudan a comprender variaciones climáticas en tiempos pasados, cambios climáticos actuales e incluso predecir modelos climáticos a futuro (Bruckner, 2017).

Lo anterior puede ser utilizado para identificar las razones por las cuales ocurrieron este tipo de migraciones y cómo las diferentes formas de mitigación o adaptación al fenómeno se vinculan con el objetivo 13 "*Acción por el clima*" como parte de los ODS, siendo estos aplicados a la química que se vive en el contexto real. En general, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como parte de la Agenda 2030, considerada un plan estratégico en favorecimiento de las personas y el

planeta (Naciones Unidas, 2015), se relacionan con la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) en donde su intencionalidad se dirige a generar actitudes, valores y conocimientos que fortalezcan la educación con miras a una sostenibilidad, lo que implica un cambio en los programas universitarios (De Curiana, Expósito y De Valls, 2019).

Dada la naturaleza de la migración climática como problemática ambiental, este contenido se puede "*ambientalizar*" (Parga, 2019) con los contenidos químicos dentro del currículo en la formación. Teniendo en cuenta lo anterior, el Conocimiento Didáctico del Contenido en Educación Ambiental (CDCEA) propuesto por Ariza (2017), brinda herramientas que permiten relacionar el currículo explicito con el currículo implícito, logrando así que el profesor comprenda sus formas de enseñanza y articule realidades ambientales del contexto del estudiante.

A partir de lo anterior, el objetivo de este trabajo es establecer elementos formativos desde el CDCEA que permitan articular los contenidos de enseñanza de la química con la Educación Ambiental a través de la noción de esta como conocimiento interdisciplinar, transversal y holístico (Pérez, 2013), con la intención de generar un currículo flexible para la formación de Licenciados en Química de la Universidad Pedagógica Nacional ante lo que exige la realidad del egresado.

Para lograr este fin, se planteó una metodología basada en la teoría fundamentada cuyo análisis se realizó a partir de datos que fueron transformados para el desarrollo de esta, en donde se hicieron comparaciones constantes y se encontraron categorías (Requena, Planes y Miras, 2006).

Enmarcada en un estudio cualitativo de tipo descriptivo y exploratorio, la investigación se organizó en tres etapas: en primer lugar se realizó una etapa de diagnóstico desde el CDCEA en donde se efectuó una sistematización de datos por medio de una matriz, para esto, se recopilo la información alojada en la búsqueda de artículos especializados sobre migración climática realizados durante los últimos cinco años, en una segunda etapa de concepción científica y didáctica se desarrollaron entrevistas a profesores de química que han orientado espacios de educación ambiental y expertos e investigadores en oceanografía y

paleoclimatología con el fin de reconocer la concepción científica y didáctica de la migración climática.

Finalmente, la tercera etapa abarco el análisis desde las categorías del CDCEA del plan de estudios y programas sintéticos de los espacios académicos seleccionados de la versión 3.0 del programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional para relacionar la enseñanza de la química con la migración climática. Con los datos obtenidos en las tres etapas, se realizó una triangulación del análisis para así comprender la realidad del estudio y establecer los elementos formativos que permitan dicha articulación.

Lo anterior permitió identificar que en torno a las **investigaciones sobre migración climática** no se encuentra información concreta respecto al conocimiento químico del fenómeno, siendo este un eje central de estudio que podría abordarse desde la enseñanza. Por otra parte, en torno a la **concepción científica y didáctica** del fenómeno se evidencia que aunque existen elementos que permiten abordar en el CDCEA de los profesores la dinámica de migración climática, el fenómeno no es muy claro para ellos, lo cual dificulta dimensionar desde aspectos políticos, históricos, económicos y culturales la realidad de la problemática. De igual manera se refleja que el papel del investigador aporta elementos que permiten comprender la migración climática desde su origen histórico y epistemológico.

Con respecto al **análisis de programas sintéticos de los espacios académicos**, se encuentran elementos que permitirían abordar la migración climática, sin embargo, estos últimos se encuentran aislados dado que no se encuentran dispuestos completamente en los espacios académicos seleccionados. Finalmente, los elementos formativos establecidos para la articulación entre la enseñanza de la química y la educación ambiental desde el CDCEA en torno a la migración climática, se sustentan desde los ODS, la ecociudadanía, el pensamiento crítico y la interdisciplinariedad con el fin de que el egresado esté capacitado para enfrentarse a la realidad que la sociedad demanda.

1. JUSTIFICACIÓN

El cambio climático es entendido como consecuencia de la actividad humana, de manera directa o indirecta, que afecta la composición de la atmósfera y está sujeto a sucesos ocurridos en periodos de tiempo comparables (García, 2011). Este causa el desplazamiento de comunidades de sus territorios; fenómeno conocido como migración climática (Sarmiento, 2018). Las personas migran de sus territorios por varias razones, entre ellas se encuentran la ineficiente provisión de agua de los territorios, la infertilidad de los suelos, el aumento del mar y las marejadas (Banco mundial, 2018). En consecuencia, las comunidades que resultan más afectadas son aquellas en las cuales se presentan mayores índices de vulnerabilidad y pobreza. La migración climática no es ajena al saber químico que se enseña. Comprender la química desde la problemática a nivel social, económico, cultural y científico, genera aportes al campo de la enseñanza mediante la relación de esta con el desarrollo sostenible y sus objetivos. En nuestro país, el contexto laboral del egresado como Licenciado en química está llevando al profesor a reconocer la realidad y relacionar el saber científico con el desarrollo humano, por esto la importancia de la articulación, integración y ambientalización curricular.

La contribución a la formación del Licenciado en Química, teniendo en cuenta el contenido curricular de los cursos vistos y la flexibilidad curricular, se genera a partir de la manera en la que en dichos cursos se visualiza la química y a partir de esta se articula la enseñanza de la educación ambiental desde la transversalidad, la interdisciplinariedad y el diálogo de saberes en el contexto de la migración climática como fenómeno, abarcando también la dimensión didáctica y pedagógica desde el Conocimiento Didáctico del Contenido en Educación Ambiental CDCEA.

Teniendo en cuenta que el CDCEA surge del Conocimiento Didáctico del Contenido CDC. De acuerdo con Mora y Parga (2008), se destacan como ventajas del CDC, la forma en cómo el profesor reflexiona y entiende que su desarrollo profesional ayuda a mejorar la práctica, puesto que permite que los profesores puedan verse

reflejados en otros a partir de las experiencias y perspectivas que se evidencian en el proceso de enseñanza.

Relacionar la química con un fenómeno del contexto como la migración climática permite además articular el currículo explícito con el implícito en la formación de licenciados en química con la finalidad de comprender este tipo de problemática y su impacto en el tiempo. Aclarando que esta investigación pretende indagar en elementos formativos que permitan generar la articulación de la enseñanza de la química con la educación ambiental y a su vez reflexionar en el currículo existente la realidad a la que se enfrenta el egresado como profesor de química ante problemáticas como la migración climática desde lo social y lo científico, puesto que como se plantea en el perfil del egresado de la Licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional se espera que este genere estrategias no solo desde la química, su pedagogía, didáctica, tecnología e investigación, y sino que también desde la educación ambiental, adicionalmente, se espera que su formación sea acorde a las necesidades de la sociedad.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El papel de profesor en química no solo radica en enseñar un contenido específico de la asignatura, sino el rol social del conocimiento que está generando en el aula. En este sentido, la ecociudadanía entendida como la articulación que ofrece la educación ambiental entre la dimensión política, crítica y ética a partir de un espacio de reflexión en donde se *"reconoce la naturaleza como sujeto de derecho"* (Sauvé, 2017, p.271), permite relacionar situaciones de adaptación o mitigación frente al cambio climático en las ciencias experimentales (Bello, 2019). Este tipo de temáticas son tratadas generalmente como ejes problemáticos de la enseñanza, sin embargo; también constituyen problemáticas que el currículo plantea desde su intencionalidad en ejes disciplinares, epistemológicos y psicopedagógicos.

El Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) se define como la forma en la que el profesor piensa su proceso de enseñanza. Esta línea de investigación permite comprender las diversas variables que influyen en la interacción de los contenidos, además es útil para examinar los currículos, metodologías y saberes que están presentes e influyen en la perspectiva didáctica y curricular del actuar docente, buscando una coherencia interna de las mismas.

En estos términos, Parga (2019), establece que dentro del currículo del Licenciado en Química, los contenidos en educación ambiental están vinculados más hacia la didáctica de la química que hacia la didáctica de la educación ambiental, lo cual determina que un Licenciado en Química que esté interesado en la enseñanza de la educación ambiental o formular un PRAE (Proyecto Ambiental Escolar), entre otras actividades laborales que presenta la sociedad, tenga dificultades dado su formación. Como obstáculo evidenciado, se presenta la percepción generalizada que se tiene frente a la educación ambiental solo como un entorno ecológico (naturalista) y social desconociendo la integración política, económica, científica, histórica y cultural que lo define. Dentro de las finalidades de la educación ambiental se destaca que el individuo entienda que hace parte del planeta y por lo tanto las consecuencias de sus actos son su responsabilidad. Como afirma Ariza y de Freitas

(2017), el educador ambiental tiene una función social y en su formación se busca "*ser constructores de un pensamiento ambiental en una sociedad dinámica y sujeta a cambios políticos, sociales, económicos, entre otros."* (p.79). De igual forma, Sauvé (2004) incluye también como finalidades generar una mirada crítica de la realidad del contexto en el que se habita, tener un sentido de pertenencia con el entorno y comprender las problemáticas ambientales desde un diálogo de saberes *"científicos, experienciales, tradicionales y otros"* (p.5) apoyado en un trabajo en equipo para la toma de decisiones.

En esa medida, es necesario que en la formación de profesores se generen currículos que permitan articular el currículo explícito en química con contenidos de la educación ambiental a partir de posturas políticas como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que rigen las decisiones de los países, esto con el fin de comprender las acciones y toma de decisiones frente a problemáticas actuales como la migración climática, la cual se deriva del cambio climático.

A partir de todo lo anterior, se plantea como problema: ¿Cuáles son los elementos formativos desde el conocimiento didáctico del contenido en la Educación Ambiental CDCEA que permiten la articulación de la enseñanza de la química con la migración climática en el currículo de formación de profesores de la Licenciatura en Química?

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Establecer los elementos formativos desde el conocimiento didáctico del contenido en la educación ambiental que permiten la articulación de la enseñanza de la química con la migración climática en el currículo de formación de profesores de la Licenciatura en Química.

3.2 Objetivos Específicos

- Identificar el Conocimiento Didáctico del Contenido en Educación Ambiental en artículos especializados de los últimos cinco años acerca del tema migración climática.
- Reconocer la concepción científica y didáctica de la migración climática por medio de entrevistas a profesores de química del programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional y expertos e investigadores en oceanografía y paleoclimatología del Instituto de Investigaciones en Estratigrafía (IIES) de la Universidad de Caldas.
- Analizar dentro del plan de estudios y programas sintéticos de los espacios académicos del profesor en formación de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional las categorías del Conocimiento Didáctico del Contenido en Educación Ambiental para articular la enseñanza de la química con la migración climática.

4. ANTECEDENTES

Teniendo en cuenta la finalidad de este trabajo, en donde se pretende desde el Conocimiento Didáctico del Contenido en Educación Ambiental (CDCEA) propuesto por Ariza (2017), establecer elementos formativos para articular la enseñanza de la química con la educación ambiental desde la migración climática en el currículo de formación de profesores de la licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional, se realizó una revisión de trabajos previos los cuales son referentes para comprender el objeto de estudio.

4.1 Currículo de educación en química desde la educación ambiental

El trabajo efectuado por Parga (2013) titulado "*un currículo ambientalizado para formar profesores en química"*, a partir de una metodología de análisis documental de las propuestas curriculares a nivel nacional junto con un diagnóstico realizado a los profesores en formación de la Licenciatura en Química, plantea la necesidad de identificar variables que incluyan la educación ambiental en las propuestas curriculares en el país, esto con el fin de generar dentro de la Licenciatura, temáticas ambientales.

Parga (2015) en su trabajo titulado *"¿Qué saben los profesores de química sobre educación ambiental?"*, hace una revisión de la visión y misión de la Universidad Pedagógica Nacional y de la Licenciatura en Química, en esta destaca la importancia que se da en la construcción de contenidos relacionados con la educación ambiental, sin embargo; en el syllabus destaca que no se observa este contenido de una manera amplia, puesto que se observa en solo 6 de los 40 espacios académicos, lo cual indica que la formación de profesores suele estar relacionada más con los contenidos químicos que con los contenidos ambientales y de sostenibilidad. De este modo, el autor destaca la importancia de trabajar el currículo desde la *"ciencia, ciudadanía, ambientalización curricular en ciencias, las*

cuales han movilizado el interés en las problemáticas ambientales" (Parga, 2015, p.7).

De igual manera, Parga (2019) en su tesis de doctorado titulada *"Conhecimento didático do conteúdo ambientalizado na formação inicial do professor de química na Colômbia",* destaca que es posible ambientalizar los contenidos en química, sin embargo; esto ambientalización depende del CDC del profesor en términos de sus *intereses, motivaciones, emociones, creencias y conocimiento* (Parga, 2019). Así mismo, destaca la importancia de incluir la epistemología ambiental dentro del CDC, puesto que solo se tiene en cuenta la epistemología de las ciencias y una transformación de este tipo permite transformar procesos de enseñanza evidenciados en diseños microcurriculares. Para Ariza (2017), la hermenéutica es la epistemología que más se aproxima a la educación ambiental desde su propia intencionalidad basada en la interpretación, la descripción y el reconocimiento de la realidad de problemáticas socio ambientales desde nociones filosóficas, ecológicas, pedagógicas, políticas y sociales.

Finalmente, Ariza (2017) en su investigación titulada "*Formación del educador ambiental desde el Conocimiento Didáctico del Contenido- una experiencia en el contexto EaD en Brasil"* formuló y caracterizó los tipos de Conocimiento Didáctico del Contenido en Educación Ambiental (CDCEA) por medio del análisis curricular de formación de educadores ambientales de tres universidades de Brasil y la realización de una caracterización del contenido disciplinar en las mismas instituciones, lo anterior con el fin de determinar relaciones y representar el conocimiento didáctico del contenido para este tipo de educadores. La investigación es una herramienta que permite conocer dónde se puede restructurar el currículo de formación de educadores ambientales desde la noción transdisciplinar, multidisciplinar e interdisciplinar.

4.2 Enseñanza de la educación ambiental

Con respecto a los trabajos desarrollados en educación ambiental, se destaca el trabajo de Molano y Herrera (2014) titulado "*la formación ambiental en la educación superior: una revisión necesaria"*, en esta se tiene como propósito comprender las maneras en las que se desarrolla la educación ambiental en países como Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, España, México y Venezuela, a partir de criterios pedagógicos, didácticos y de currículo de formación en educación superior. Dentro de los resultados obtenidos, que se relacionan con el presente trabajo, se destaca la importancia de entender la educación ambiental como una herramienta para la sostenibilidad y no solo como un mecanismo para resolver problemas.

De igual modo en términos de currículos, el autor considera a estos en general como estructuras enfocadas en criterios disciplinarios, sin embargo; destaca que el currículo más adecuado debe ser uno en donde se entienda a los individuos como sujetos que están en igualdad de condiciones en el territorio, lo que permitiría relacionar la enseñanza de la educación ambiental con una formación enfocada hacia la *"sostenibilidad para la vida"* (Molano y Herrera, 2014, p.202).

En términos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, Meira (2015), en su trabajo titulado "*De los objetivos de desarrollo del milenio a los objetivos para el desarrollo sostenible: el rol socialmente controvertido de la educación ambiental*", destaca la importancia de identificar los retos de la educación ambiental como consecuencia de los ODS, dentro de los cuales se resalta la relación de la educación ambiental como labor social que permite generar estrategias que favorezcan la calidad de vida de las personas , de modo que se puedan hacer transformaciones en la manera en la que generalmente se llevan las interacciones sociales, económicas, políticas y culturales con el fin de tomar decisiones comprometidas con una relación amable con el entorno.

Por otra parte, en la cartilla titulada *"Educación para los objetivos de desarrollo sostenible: Objetivos de aprendizaje"* publicada por la UNESCO en el año 2017, se

destaca la importancia de la educación de calidad como mecanismo para lograr la consecución de todos los ODS. Para lograr este fin, se facilitó una guía para profesores con el fin de promover la enseñanza del desarrollo sostenible en el aprendizaje de los ODS. En términos del objetivo trece denominado "*acción por el clima*", se manifiesta la necesidad de que el proceso de enseñanza comprenda el efecto invernadero y la forma como el cambio climático proviene de él, de igual manera se destaca la importancia de reconocer las consecuencias del cambio climático como problemática actual y sus consecuencias ecológicas, sociales, culturales y económicas. En cuanto a aprendizajes socioemocionales, se hace hincapié en la importancia de que en el proceso de aprendizaje se entienda que las acciones de los individuos tienen un impacto que repercute en el fenómeno de cambio climático, a su vez, dentro del aprendizaje conductual se aborda la necesidad de fomentar políticas públicas para la protección del clima y actividades económicas que lo respeten.

De acuerdo con lo argumentado en este apartado, esta investigación pretende aportar al campo de la enseñanza de la química desde la visión de la migración climática como eje articulador entre la educación ambiental y el conocimiento químico desde los componentes del CDCEA en la formación de profesores de química en la Universidad Pedagógica Nacional.

4.3 Educación para el cambio climático

Según Quiroga y Mora (2018) en su trabajo titulado *"Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) del Cambio Climático (CC): una caracterización en torno al diseño y desarrollo profesional de docentes en ejercicio*", la educación ambiental brinda herramientas para que los individuos se preparen y enfrenten el cambio climático. Para este fin, los autores desarrollaron una caracterización del CDC en torno al diseño micro curricular de una unidad didáctica sobre cambio climático, con la intención de generar criterios para los educadores ambientales. Dentro de los aportes, se destaca que los profesores son conscientes de que la educación ambiental es fundamental para comprender las problemáticas ambientales, sin

embargo, identifican que no hay mecanismos transversales para que en los procesos de aprendizaje se puedan comprender estas temáticas. En términos del cambio climático, en los procesos de enseñanza no hay *"elementos necesarios para la comprensión sistemática y compleja"* (Quiroga y Mora, 2018, p.95) del fenómeno, lo que hace que se tengan ideas muy vagas del mismo y se dificulte el proceso de enseñanza puesto que los profesores no están preparados para abordar estos contenidos en el aula. De igual modo, los autores destacan que los profesores no consideran el diseño curricular desde perspectivas macro, meso y micro, y que la concepción del diseño curricular está sujeta a la información contenida en los medios de comunicación.

Por otra parte, González y Meira (2020) en su trabajo titulado *"Educación para el cambio climático ¿educar sobre el clima o para el cambio?"*, establecen que generalmente se educa para el clima, sin embargo; se debe educar sobre el clima o sobre el cambio. Educar sobre el clima implica generar una alfabetización climática, ecológica o científica, donde se estudie la composición y procesos atmosféricos para comprender la relación del sistema climático. Educar para el cambio implica trabajar las ciencias sociales de manera interdisciplinar, aquello que se ha transformado, a partir de algunas características como: cambiar para corregir los desajustes del sistema; en donde se relaciona el crecimiento económico y la calidad ambiental; cambiar para adaptarnos, donde el cambio climático genera alteraciones que no se pueden modificar, en este caso lo ideal es adaptarse para reducir los riesgos y finalmente cambiar para la transición socio ecológica, lo cual se enfoca en la organización en barrios, municipios, universidades.

De igual modo, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2016) en la cartilla titulada *"el clima cambió, yo también*", usada como una herramienta orientada a los profesores en todos los lugares del país, destaca la importancia de trabajar la transversalidad curricular. En esta cartilla se presenta el cambio climático desde las dinámicas escolares y el proceso participativo, los cuales son fundamentales para la formación de valores y la formación de una cultura ambiental responsable. Lo

anterior implica trabajar estos temas en profesores en formación, para que puedan enseñar de la mejor manera los contenidos ambientales en el contexto escolar.

4.4 Enseñanza de la educación ambiental desde las Geociencias

En el trabajo realizado por Pommer y Pommer (2012), titulado *"Geociências e projeto educativo: uma possível contribuição para a educação ambiental"* cuyo objetivo fue identificar acciones didácticas de los profesores de ciencias para abordar problemáticas ambientales en el aula, se destaca cómo las temáticas impartidas desde la Educación Ambiental y las Geociencias favorecen el currículo generando espacios de reflexión desde el análisis de cambios ocurridos en el planeta y en los seres que la habitan. En la enseñanza de las geociencias se hace uso del contexto para dar explicaciones, de esta manera, los temas abordados incluyen el origen y evolución de la tierra, la formación de materiales, el registro sedimentario de la historia geológica y los recursos naturales.

Por su parte, la Educación Ambiental desde la transversalidad y la interdisciplinariedad permite en las Geociencias generar una relación humano-naturaleza a partir del pensamiento crítico y la toma de decisiones adquiridos desde la comprensión de situaciones que aquejan a la sociedad y los impactos ambientales que ocurren en el planeta por medio del uso de materiales geológicos y el uso de recursos del planeta.

Con respecto a la formación de profesores para las Geociencias desde una concepción de educación ambiental, la investigación realizada por Rebelo, Morgado, Bonito, Medina, Marques y Andrade (2015) denominada *"A consciência ambiental na formação de professores em Geociências: contribuições para um enquadramento concetual"* identifica dos aspectos: los contenidos en Geociencias que aumentan la conciencia ambiental y las características para la formación de profesores en este campo. En primer lugar se menciona la importancia de comprender los procesos que ocurrían en el planeta en el pasado para entender la manera en como estos suceden en el presente y como forman parte de la vida diaria.

En esta dirección, la mano del hombre aumenta los riesgos geológicos asociados a fenómenos como deslizamientos, erosión e inundaciones, no obstante; la Educación Ambiental permite establecer estrategias para la prevención o mitigación de dichos riesgos con el fin de minimizar el impacto. De igual manera, los autores mencionan que comprender las Geociencias desde la Educación Ambiental permite generar conciencia a partir de la noción de desarrollo sostenible y las relaciones sociales que se vinculan en el territorio, además, las Geociencias desde una dimensión histórica establecen relaciones de modo humanidad-naturaleza buscando el bien común del planeta, como ejemplo de esta relación se menciona la hipótesis Gaia. Cabe destacar que para Lovelock (2007) "*La mayor amenaza para Gaia es el aumento de la temperatura por la modificación del ambiente a causa de la actividad humana*" (p.168).

En torno a las características para la formación de profesores se menciona la necesidad de profundizar la Educación Ambiental en el contexto curricular, dado que en la formación y en el desarrollo profesional el docente debe ser "*reflexivo, investigador y crítico*" (p. 9) respondiendo a las situaciones y problemáticas de la sociedad actual con respecto a las dinámicas del planeta. Para ello, el conocimiento disciplinar se debe articular con los contenidos de la educación ambiental puesto que no solo el profesor se enriquece de este tipo de contenido sino que también permite que sus estudiantes adopten las características anteriormente mencionadas frente a situaciones y problemas que generan impacto en su entorno.

En relación a la enseñanza de la química es necesario relacionar los contenidos disciplinares con temáticas de las ciencias de la tierra. Para comprender esta relación se abarca el trabajo de Gonçalves, Sicca, dos Santos y Zanini (2012) denominado *"Ciencias de la Tierra y Química: aproximaciones para la educación básica"*, para los autores, los contenidos en química contextualizada tienen sentido si se relacionan con las ciencias de la tierra, lo que permite relacionar los contenidos químicos con áreas ambientales y sociales. En cuanto al currículo, el autor destaca la importancia de dicha relación en términos de reacciones químicas que permiten comprender las interacciones geológicas que ocurren en el planeta. Andersen

(como se cita en Gonçalves et al., 2012) considera que uno de los temas que se abordan en relación a la enseñanza de la química y la enseñanza de las ciencias de la tierra, contiene a las reacciones de equilibrio del carbonato y sus transformaciones, también se abordan temas como la meteorización de los ácidos y su relación con los bicarbonatos.

5. MARCO DE REFERENCIA

A continuación se presentan los referentes teóricos que orientan la investigación. Para ello se abordan temáticas desde tres tipos de referente:

En el *referente pedagógico y didáctico* se encuentra el concepto de Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) junto con la concepción del Conocimiento Didáctico del Contenido en Educación Ambiental (CDCEA), seguido a ello se aborda el tema de formación de profesores y su repercusión en la Educación Ambiental desde el currículo y su didáctica, considerando a esta como un eje transversal en el cual se incluye la sostenibilidad. Posteriormente, se abarcan los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y su relación con la enseñanza de la educación ambiental, para finalmente incluir las geociencias desde la enseñanza de la química y la educación ambiental.

El *referente disciplinar* incluye la temática de variación climática y cambio climático, la oceanografía química desde la paleoceanografía y la paleoclimatología y los enfoques cuantitativos y cualitativos para la determinación del clima desde el estudio de isotopos y la herramienta fósil.

Finalmente el *referente social* contiene el concepto de migración climática desde su evolución.

5.1 Referente pedagógico y didáctico

5.1.1 Conocimiento Didáctico del Contenido CDC

Dado que la línea en donde se genera la investigación es la del Conocimiento Didáctico del Contenido, se hace necesario incluir dentro de los referentes teóricos este eje temático.

El CDC es conocido también como PCK, por sus siglas en inglés (*Pedagogical Content Knowledge*) se trata de un espacio donde convergen diferentes tipos de conocimiento y se integran entre sí para lograr la comprensión de las estructuras curriculares que influyen en la enseñanza. Ariza y de Freitas (2018) lo definen como

"*la correlación entre los conocimientos disciplinares con los conocimientos pedagógicos y didácticos*" (p.2), es decir, se trata de la conjunción de los saberes pedagógicos y conceptuales, con el fin de transformar estos últimos en enseñables y comprensibles. Los contenidos pedagógicos no pueden ser iguales a los contenidos elaborados por quien produce el conocimiento científico (para el caso de la química), necesitan ser transformados o integrados teniendo en cuenta la didáctica y el contexto educativo, para que no se conviertan en inalcanzables cognitivos. Para lograr esto el CDC se fundamenta en producir una unión entre el Conocimiento Disciplinar (CdC), el cual se enfoca en comprender la materia, el Conocimiento Histórico-epistemológico (CHE), en el cual se tiene en cuenta el desarrollo del conocimiento, así como sus cambios y métodos, el conocimiento psicopedagógico (CpC), en el cual se piensa la materia desde la posición del estudiante, y el conocimiento contextual (CcE), en el cual se tienen en cuenta las variables alrededor del contexto educativo y su influencia en la enseñanza.

5.1.2 Conocimiento Didáctico del Contenido en Educación ambiental CDCEA

Como afirma de Freitas y Ariza (2017), debido a la función social del educador ambiental, la enseñanza debe estar encaminada a construir pensamiento crítico, por lo tanto, la forma en como el educador ambiental piensa la enseñanza, está sujeta a conocimientos específicos que respondan a esta necesidad desde el Conocimiento Didáctico del Contenido en Educación Ambiental los cuales se definen por Ariza (2017) y se exponen a continuación:

- Conocimiento Disciplinar: Está definido por las necesidades y elementos científicos que constituyen la historia de la educación ambiental.
- Conocimiento Histórico: Está dado por la reflexión de problemáticas ambientales desde la concepción de la evolución humana.
- Conocimiento del Contexto: Se relaciona con el campo de acción del educador ambiental a partir de la identificación y comprensión de realidades que acontecen en la sociedad.

- Conocimiento Epistemológico: Hace referencia al origen del conocimiento en la educación ambiental desde el actuar.
- Conocimiento Pedagógico: En él se incluyen políticas públicas y las formas en cómo se conforman las comunidades educativas.
- Conocimiento afectivo: Se aborda el respeto y la tolerancia como un conjunto de valores que permiten el reconocimiento del ser.

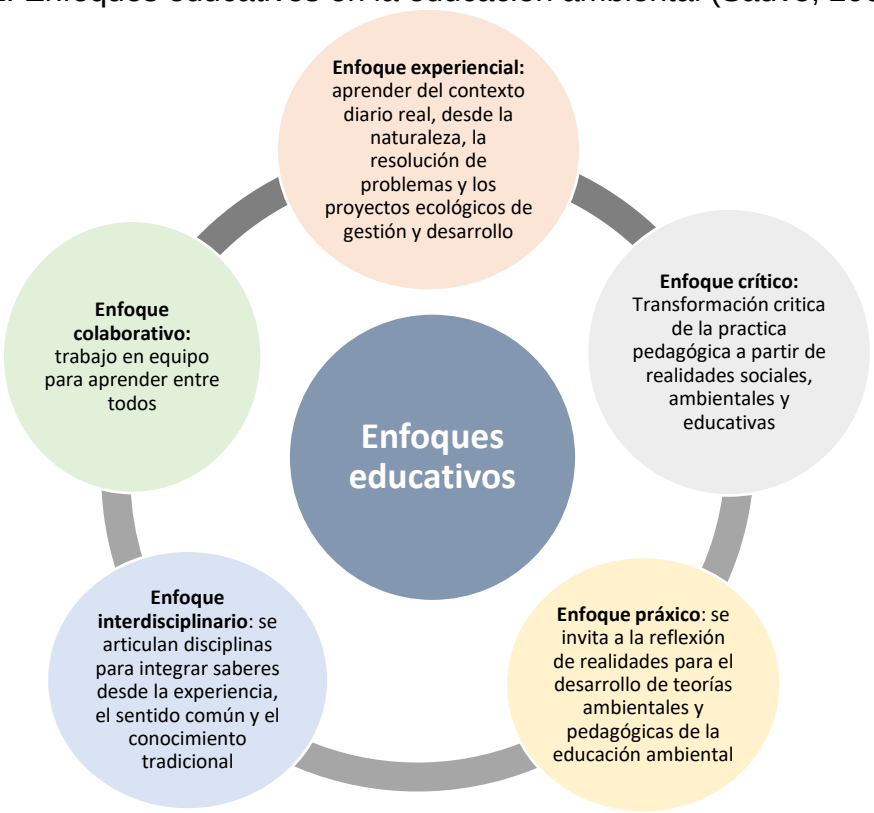
5.1.3 Formación de profesores y currículo

El currículo es definido como "*el conjunto de criterios, planes de estudio, programas, metodologías, y procesos que contribuyen a la formación integral y a la construcción de la identidad cultural nacional, regional y local, incluyendo también los recursos humanos, académicos y físicos para poner en práctica las políticas y llevar a cabo el proyecto educativo institucional*" (Ley 115, 1994, Articulo 76). Existen currículos de tipo explicito u oficial, implícito u oculto y flexible, el currículo explicito es entendido como la agrupación de contenidos que se transmiten en torno a un espacio y tiempo específicos (Magendzo, Abraham y Dueñas, 1993) en este se encuentran los contenidos y los objetivos a alcanzar. Por su parte, el currículo implícito denominado también currículo oculto corresponde al conjunto de normas y creencias producto del contexto escolar, el cual no se desarrolla de manera consiente (Acevedo, 2010). Con respecto al currículo flexible, este es definido por el Ministerio de educación nacional (s.f.) como aquel en donde se tiene una serie de objetivos planteados desde la enseñanza y existen varias maneras de poder acceder a ellos desde una organización cultural y social con respecto a diversidad y estilos de aprendizaje.

Ariza y de Freitas (2017) en términos de formación de profesores abarcan este concepto desde varias perspectivas, considerando al profesor de ciencias como el más adecuado para desarrollar proyectos, así mismo, considerando la universidad como el espacio principal para la formación de educadores ambientales, la cual está mediada por el contenido curricular de su formación en términos del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) y la forma en la que el profesor piensa su proceso de enseñanza. En este currículo se deben incluir posturas filosóficas,

epistemológicas, históricas, didácticas, pedagógicas, disciplinares y contextuales para educar en términos ambientales a la población a partir de espacios de reflexión. De igual forma se destaca la dependencia que existe entre la formación de educadores ambientales y las posiciones epistemológicas individuales y colectivas que permiten comprender las dinámicas de su profesión. Por otra parte, para Sauvé (2004) desde el currículo es necesario incluir diversos enfoques los cuales se presentan a continuación:

Imagen 1: Enfoques educativos en la educación ambiental (Sauvé, 2004)



Fuente: Autor

5.1.4 Educación ambiental y su didáctica

Rengifo, Quitiquez y Mora (2012), definen la educación ambiental como una estrategia pedagógica la cual, a partir de las relaciones entre los individuos y el entorno, brinda soluciones frente a una problemática ambiental, a su vez,

consideran que los programas de educación ambiental deben estar encaminados al desarrollo sostenible, a los recursos ambientales y a la solución de dichas problemáticas. Al ser holística, está contenida por un conjunto de realidades que no pueden ser analizadas de manera individual (Leme, 2009).

Por su parte, Sereviche, Gómez y Jaimes (2016) establecen que la educación ambiental es una herramienta propicia para generar conciencia en miras de conservar el entorno. De igual modo, los autores consideran la educación ambiental como un eje transversal, que en términos del currículo alude a los contenidos de varias asignaturas con respecto a concepciones axiológicas y actitudinales. Para Castillo (2010), la transversalidad hace referencia a los contenidos propios del currículo en términos del contexto, que son reales y que se relacionan con problemáticas ambientales y sociales en donde la interdisciplinariedad actúa como factor consecuente de dichos contenidos, pues estos tienen sentido cuando se relacionan con otras áreas. Cabe resaltar que para el mismo autor, la interdisciplinariedad es comprendida como la manera en la que se aborda una temática a partir de diversos enfoques desde otras áreas del conocimiento.

Con respecto al desarrollo sostenible, Novo (2009) considera que la educación ambiental es un tipo de educación que está a favor del desarrollo sostenible, puesto que educar es un proceso de armonía con la naturaleza, permitiendo que sus recursos puedan ser distribuidos de la mejor manera, lo cual concuerda con el concepto de sostenibilidad que permite establecer esta como "*la relación en la cual ni la dinámica de la naturaleza constituye una amenaza contra las comunidades, ni la dinámica de estas constituye una amenaza contra los ecosistemas. Por supuesto cuando la relación permite -a largo plazo- el fortalecimiento de todas las partes que intervienen en ella"* (Wilches, 2013, p. 24).

En términos de sostenibilidad, para Wilches (2013), las personas se sienten seguras en un territorio sostenible debido a dos razones: no se sienten vulnerables, o si están vulnerables aprenden a manejar la situación, lo cual se entiende como resiliencia, lo anterior conforma la denominada seguridad territorial. El siguiente

cuadro (Cuadro 1) presenta la información que ofrece la teoría de Wilches (2013), frente a la concepción de seguridad y los factores que lo rodean y que son claves para vivir en condiciones dignas en el territorio

Cuadro 1: Factores que conforman la seguridad territorial

Factores	Características
Seguridad ecológica	Hace referencia a los servicios y bienes que provienen de la naturaleza en términos de agua, aire y suelo, en esta se piensa a los ecosistemas como seres vivos que se autorregulan. Este tipo de seguridad no solo depende de los bienes y servicios ofrecidos, también depende de la forma en la que los individuos cuidan el ecosistema.
Seguridad y soberanía alimentaria	Se relaciona con la seguridad territorial y la seguridad ecológica. Hace referencia a la forma en la que el territorio ofrece alimentos para suplir las necesidades diarias de los seres humanos en términos biológicos y culturales.
Seguridad social	Abarca las políticas que forman parte de la constitución y que aseguran "*el derecho a la salud (artículo 49), el derecho a la vivienda (artículo 51), derecho a la recreación (artículo 52) y el derecho a la educación (artículo 57)"* (Wilches, 2013, p. 28)
Seguridad económica	Vincula la forma en como en el territorio se generan herramientas necesarias para obtener empleo y así obtener bienes y servicios que no brinda la seguridad ecológica.
Seguridad jurídica e institucional	Abarca el estado social de derecho es decir, la presencia de normas que permitan consagrar "*los derechos humanos, económicos, sociales y culturales de sus integrantes*" (Wilches, 2013, p. 29) junto con la forma en cómo las instituciones hacen cumplir dichos derechos.

Fuente: Autor

5.1.5 Objetivos de desarrollo sostenible en la educación ambiental

Los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) surgen desde la concepción de la educación para el desarrollo sostenible (EDS) y la introducción de los objetivos de desarrollo del milenio (ODM), realizándose cambios en su estructura que respondan

a las necesidades y problemáticas actuales en el mundo. Como afirma Meira (2015), la noción de educación para el desarrollo sostenible (EDS) se establece en la Cumbre de la Tierra en Rio en el año 1992, como una educación vinculada a un proceso de incremento productivo en donde se piensa la crisis desde políticas educativas, culturales y ambientales. En el mismo año dentro del Foro Global, se establece el "*Tratado de educación ambiental para sociedades sostenibles y la responsabilidad global*" en donde se plantea una estrategia justa para la distribución de recursos desde el ámbito social y ambiental dejando de lado la visión antropocéntrica sostenida por varios países.

En torno a los objetivos de desarrollo del milenio, estos fueron propuestos por la OCDE en 1996 (compuestos por siete objetivos), posteriormente, en la declaración del milenio se establecieron ocho objetivos para el periodo de 2000 a 2015 cuyo tema principal fue erradicar la pobreza (Meira, 2015). Para la concepción de ambiente, el objetivo número siete incluye el desarrollo sostenible desde estrategias que permitan disminuir la pérdida de biodiversidad y aumentar el acceso al agua potable en poblaciones vulnerables. Cabe destacar que en estos ODM, no se abarcó la temática del cambio climático a pesar de los impactos desfavorables que este fenómeno provee en la población y que se evidencian en situaciones como hambre, pobreza y enfermedades (Meira, 2015).

Por otra parte, los Objetivos de Desarrollo Sostenible surgen en el año 2015 en la Asamblea general de naciones unidas para el desarrollo sostenible en la Agenda 2030 (Castillo y Ladino, 2016). Como establece el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (s.f.), los ODS son metas propuestas para el periodo 2015-2030 en donde se exponen estrategias para mitigar la pobreza, ayudar al planeta y brindar paz y prosperidad para todas las personas; por lo tanto, su ejecución es un compromiso de todos los países.

5.1.5.1 Objetivo trece "*Acción por el clima*"

Los ODS están compuestos por 17 objetivos, los cuales están interconectados y apuntan a la sostenibilidad ambiental, social y económica, estos se presentan bajo la necesidad de transformar diversas problemáticas encaminadas a la salud, alimentos, erradicación de la pobreza, desigualdad y medio ambiente, sin embargo; el objetivo trece denominado "*acción por el clima*" hace referencia a las medidas para combatir el cambio climático y sus efectos (CEPAL, 2018), este objetivo tiene como antecedente la conferencia sobre el cambio climático COP21, en donde desde cada país se concretaron estrategias para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero los cuales son fuentes que favorecen el cambio climático. La intervención frente a este fenómeno en particular es importante para generar planes de adaptación y mitigación especialmente en países en donde las variaciones climáticas y el cambio climático generan un mayor impacto social y económico (Ministerio de ambiente, s.f.). En consecuencia, el objetivo trece se relaciona con los demás ODS, por ello la necesidad de trabajarlo (CEPAL, 2018).

De esta manera, no buscar soluciones para enfrentar al cambio climático implica que, a futuro, la temperatura del planeta pueda aumentar 3°C (CEPAL, 2018). El propósito de este objetivo se basa en generar una economía sostenible, fortalecer la resiliencia en relación a los desastres naturales, incorporar estrategias y planeaciones en políticas públicas relacionadas a los efectos naturales y no naturales que son causa y consecuencia del cambio climático, sin comprometer la producción de alimentos, mejorar la educación para comprender el cambio climático, sus adaptaciones y situaciones en la enseñanza primaria y secundaria a partir de tecnologías y medidas de desarrollo. Adicional a ello, se pretende incentivar estrategias para "*aumentar la capacidad para la planificación y gestión eficaces en relación con el cambio climático en los países menos adelantados*" (CEPAL, 2018, p.62).

5.2 Referente Disciplinar

5.2.1 El cambio climático y su historia

El cambio climático, como causa de la migración climática, es un tema que dentro de los referentes teóricos del presente trabajo se expone en términos históricos y conceptuales, los cuales permiten comprender el fenómeno en todas sus dimensiones.

El cambio climático es definido por la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (citado en Quiroga, 2018) como "*los cambios en el clima provocados por la acumulación en la atmósfera de gases de efecto invernadero (GEI) producidos por el hombre*". En términos históricos Vengoechea (2012), indica que el cambio climático en primera instancia, se abordó en el año 1958 cuando se evidenciaron las primeras emisiones de dióxido de carbono. El fenómeno tomó importancia puesto que como destaca el autor, se solía pensar que el océano y la vegetación eliminaban las emisiones de CO_2 que se producían. Este importante fenómeno dio paso a cumbres y eventos cuyo propósito fue estudiar el cambio climático y establecer estrategias para prevenir sus impactos. Vengoechea (2012), considera como primer acercamiento frente al abordaje de esta problemática a la primera Conferencia de Naciones Unidas sobre el medio ambiente en 1972, en la cual se emplearon pactos con el fin de realizar reuniones cada diez años para evaluar el medio ambiente y la forma en cómo este se veía afectado.

Para 1979, se originó la primera Conferencia Mundial sobre el Clima, donde se catalogó a este fenómeno como una amenaza ambiental. En 1988 se origina el Grupo Gubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, en donde se generaron estrategias, cuya finalidad era frenar las emisiones de dióxido de carbono. Durante 1992 apareció la denominada Cumbre de la Tierra; como afirma Vengoechea (2012) el evento fue fundamental porque se estableció la Agenda 21 que fue determinante puesto que en ella se introdujo la idea de desarrollo desde la sostenibilidad, de igual modo, a partir de esta cumbre surgió la Convención Marco de las Naciones Unidas

para el Cambio Climático CMNUCC cuya finalidad fue evitar los efectos producto de las acciones del hombre en el denominado sistema climático (Naciones Unidas, s.f.).

En 1997, el protocolo de Kioto permitió que los países industrializados se comprometieran a plantear estrategias frente al cambio climático. En 2009 aparece la Conferencia de Copenhague, fundamental debido a la firma de su acuerdo que implicó la propuesta de establecer estrategias para evitar el aumento de dos grados de temperatura. De igual manera, seis años después, en el Acuerdo de Paris se propone sostener el aumento de la temperatura en el planeta sin superar los 2°C, realizando incluso mayores esfuerzos para un aumento máximo de 1,5°C (Naciones Unidas, s.f.). Para el mismo año 2015, durante la Cumbre de la ONU, se adoptaron planes para erradicar la pobreza y generar prosperidad para todos los individuos, estos se denominan como Objetivos de Desarrollo Sostenible, los cuales hacen parte de la agenda 2030.

Finalmente durante la Cumbre sobre la Acción Climática llevada a cabo en 2019, se sostuvo como necesidad frenar el cambio climático en el planeta desde la ayuda internacional a partir de áreas como la industria, la energía, la ecología y el apoyo económico. Las acciones de todos los países serian recogidas en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el clima en el 2020, sin embargo; debido a la situación de la pandemia COVID-19, la Conferencia se reprogramaría para el 2021 (Naciones Unidas, 2020).

5.2.1.1 Adaptación al cambio climático.

La adaptación al cambio climático es comprendida desde las dinámicas políticas, económicas, sociales y ecológicas que responden a situaciones climáticas y sus efectos (Convención Marco de Las Naciones Unidas para el Cambio Climático, s.f.).

En Colombia, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) busca reducir los impactos de la variabilidad climática y el cambio climático, puesto que el país es vulnerable a este tipo de problemáticas debido a su ubicación geográfica y sus características sociales y de biodiversidad. Dicho plan tiene como finalidad

evaluar amenazas, prevenir impactos y moderar daños en torno a fenómenos climáticos (Ministerio de Ambiente, s.f.).

Por otra parte, la vulnerabilidad es definida como la medida en la que la población o el sistema se encuentran propensos a situaciones de cambio climático por daños y amenazas (Chavarro et al., 2017).

A partir de lo anterior, el IDEAM (2017) propone un mapa para evaluar la vulnerabilidad al cambio climático en Colombia a través de una interpretación por colores para cada zona del territorio teniendo en cuenta la sensibilidad y la capacidad adaptativa (Imagen 2). En este caso, según Chavarro et al. (2017) los ecosistemas, recursos y poblaciones que se representan y que resultan más vulnerables por cambio climático en el país son los siguientes:

- **Ecosistemas**

  Costeros: Los daños se evidencian en el aumento del nivel del mar y el daño en las playas por erosión.

  Alta montaña: Se afectan los páramos, los andes y los glaciares

  Biodiversidad: Los hábitats se convierten en inhabitables.
- **Recursos**

  Agua y recursos hídricos: Reducción de caudales, corrientes de agua y glaciares.

  Suelos: Erosión del suelo, cambios en la fotosíntesis y procesos hidrológicos
- **Poblaciones**

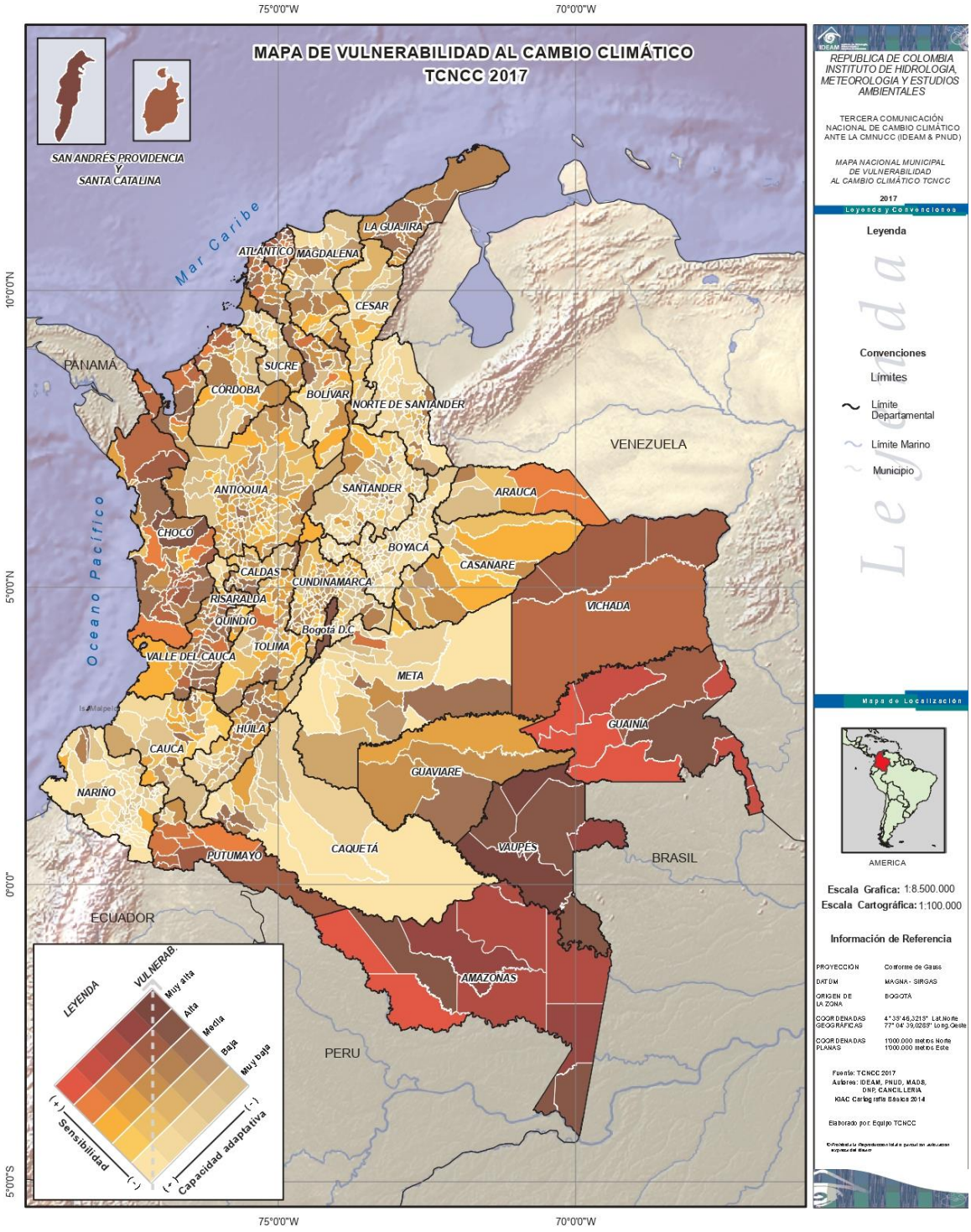
  Sistemas productivos: La agricultura como forma productiva de mayor afectación, daños en las cosechas y aumento de plagas.

  Salud: Cambios de la temperatura afectan a los individuos más sensibles.

  Asentamientos: Los desplazamientos por clima afectan la demanda de servicios en los nuevos territorios.

  Grupos étnicos y pueblos indígenas: Sujetos a condiciones de pobreza, perdida del territorio y biodiversidad.

Imagen 2: Vulnerabilidad al cambio climático en Colombia



Fuente: IDEAM, 2017.

En otro orden de ideas, según Irons (2012) para identificar cambios del clima en el planeta se hace uso de herramientas tipo Landsat que permiten obtener un registro espacial de la tierra en torno al cambio consecuente por situaciones climáticas en bosques, masas oceánicas, hielo polar, glaciares y casquetes obtenidos vía satélite. Los datos obtenidos tienen la función de monitorear los niveles de carbono en el planeta, hacer un seguimiento en el planeta y formular planes de adaptación al cambio climático, adicionalmente, esta herramienta es usada para reconocer lugares de asentamiento por desplazamientos climáticos.

La siguiente imagen espacial muestra el derretimiento del glaciar Bear ubicado en el Kenai Fjords National Park de Alaska para el periodo de 1986 a 2007 en donde se evidencian los efectos del cambio climático en este.

Imagen 3: Derretimiento del glaciar Bear por efectos del cambio climático. Registro Landsat. National Aeronautics and Space Administration. NASA

Fuente: Irons (2012).

5.2.1.2 Variación o variabilidad climática y cambio climático

Las alteraciones en el clima se expresan desde situaciones como la variación climática y el cambio climático, las cuales se exponen a continuación:

La variación o variabilidad climática hace referencia a las modificaciones en el clima por causas naturales, como en el caso de aquellas ocurridas en el pleistoceno desde el inicio del periodo cuaternario *"hace unos dos mil millones de años"* (Guida, 2009, p. 59). Estas modificaciones se generan a partir de factores externos e internos: como factores externos se tienen los cambios en la actividad solar, el impacto de meteoritos y la variabilidad en la órbita del planeta tierra en donde se exponen las glaciaciones e interglaciaciones. Con respecto a factores internos se mencionan la actividad volcánica, las alteraciones en la circulación oceánica y cambios presentes en la atmosfera (Comité científico COP25, 2019).

En torno a los cambios cíclicos ocurridos en el cuaternario evidenciados en periodos fríos como las glaciaciones y periodos cálidos como las interglaciaciones, es importante abordar los ciclos de Milankovitch puesto que estos permiten comprender las razones por las cuales ocurren las variaciones o variabilidades climáticas. Existen tres parámetros vinculados a estos ciclos los cuales son: la excentricidad de la órbita terrestre, los movimientos de inclinación u oblicuidad y los movimientos de precesión (Silva et al., 2017).

Martínez, Lorenzo y Álvarez (2017), definen los parámetros que hacen parte del ciclo de Milankovitch como se expone en el siguiente cuadro:

Cuadro 2: Ciclo de Milankovitch (Martínez, Lorenzo y Álvarez, 2017)

Parámetro	Concepto
Excentricidad	Dado a que la órbita del planeta es elíptica y se va modificando en el tiempo, cambia la excentricidad (orbita circular o elíptica). Una excentricidad mínima cuya orbita es circular implica cambios mínimos en las estaciones, lo opuesto sucede con una excentricidad mayor. Por otra parte, cuando la tierra y la luna se encuentran más juntos al sol, el campo magnético de la tierra es más fuerte, el giro alrededor de la tierra es más lento y por lo tanto el clima es frio.
Oblicuidad o inclinación	Cuando sucede la trayectoria transaccional, los rayos del sol recaen en uno de los hemisferios generándose la estación de verano. Para el caso del invierno, los rayos recaen de manera oblicua. Según Martínez, Lorenzo y Álvarez (2017), la oblicuidad disminuye 48 segundos por siglo, este cambio genera veranos e inviernos suaves para ángulos aproximados de 22° y veranos e inviernos fuertes para ángulos aproximados de 25°. (inclinación actual del planeta: 23°27')

Precesión	Debido a la distribución de los continentes, el planeta no es homogéneo, esto genera un movimiento de precesión en su eje. Un cambio en la orientación de dicho eje, permite una mayor radiación en el hemisferio cuando está más cercano al sol. Esto se relaciona con las estaciones puesto que "*el hemisferio que recibe la radiación solar (verano) se halla a la misma distancia del sol y viceversa"* (Martínez, Lorenzo y Álvarez, 2017, p. 60), si esto sucede en uno de los hemisferios, suceden efectos opuestos en el otro hemisferio.

Fuente: Autor

Por otra parte, es necesario precisar a la gravedad como factor determinante para comprender los procesos cíclicos tanto en el pasado, así como también para establecer modelos cíclicos a futuro (Silva et al., 2017).

En torno al cambio climático, una de las causas directas se relaciona con emisión de gases de efecto invernadero (GEI) de manera desproporcionada. Según el IDEAM (s.f.) estos son definidos como aquellos gases que componen la atmosfera, ya sea de forma natural o como consecuencia de acciones generadas por el hombre, los cuales producen el fenómeno de efecto invernadero debido a la emisión y absorción de radiación en la longitud de onda del infrarrojo IR desde la tierra en su superficie y la atmosfera. Los principales GEI son el dióxido de carbono, el óxido nitroso, el metano y el ozono, sin embargo; debido a causas antropogénicas se encuentran también GEI como los halocarbonos, el hexafluoruro de azufre, los hidrofluorocarbonos y a su vez los perfluorocarbonos (IDEAM, s.f.).

Cuando las actividades humanas cambian el equilibrio en el sistema global climático, se producen fenómenos como acidificación de océanos, deforestación, deterioro de biodiversidad, derretimiento de glaciales y nevados, aumento del nivel del mar sobre todo en territorios pobres y vulnerables y una frecuencia de mayor intensidad en lluvias, huracanes y granizadas (IDEAM, s.f.).

Teniendo en cuenta lo anterior, para entender el cambio climático se deben identificar factores y elementos que determinen el clima. Como factores se incluyen *"la altitud, latitud, las corrientes marinas, y la disposición de tierras y mares"* (Silva et al., 2017, p. 115), los cuales cambian los elementos climáticos en donde se incluyen la temperatura, la precipitación, el viento, la presión atmosférica, y la

evapotranspiración. Según Bates, Kundzewicz, Wu, y Palutikof (2008) al aumentar los GEI, se producen precipitaciones fuertes e intensas como consecuencia de altas proporciones de vapor de agua en la atmosfera, elemento que se conoce como evapotranspiración el cual se considera un factor clave en términos de clima y tiempo dado que permite la formación de nubes lo que se traduce en mayores precipitaciones (Instituto de Ecología INECOL, 2013).

Finalmente, un aumento de grado de temperatura en el planeta es determinante puesto que afecta la disposición de agua, la fertilidad de los suelos, permite un aumento de enfermedades y cambia las condiciones de supervivencia en plantas y animales, de este modo, los impactos del cambio climático repercuten principalmente en las dinámicas sociales (IDEAM, s.f.), en donde se posiciona la problemática de migración climática, la cual es eje central de esta investigación.

5.2.2 Oceanografía química, paleoceanografía y paleoclimatología

Dado que gran parte del planeta tierra está compuesto por agua, el estudio del océano es pertinente para comprender diversos fenómenos que repercuten en la vida de los organismos vivos. El instituto español de oceanografía (s.f.) define la oceanografía como una ciencia cuyo objeto de estudio son los procesos que ocurren en el mar, desde perspectivas biológicas, químicas y físicas. Con respecto a la oceanografía química, como subárea, el instituto la define como un área curricular que comprende la composición del agua de mar, a su vez, estudia los cambios sufridos en el ecosistema por la acción humana en términos de sustancias orgánicas e inorgánicas.

Por otra parte, en términos de reconstrucciones históricas, es necesario introducir el concepto de paleoceanografía, paleoclimatología y micropaleontología. El Instituto de Investigaciones en Estratigrafía de la Universidad de Caldas (s.f.) define la paleoceanografía como la reconstrucción del océano desde los 40.000 Ma hasta la actualidad donde su estudio permite comprender el cambio climático, otras definiciones como la de Thomas (2009) la definen como el estudio de los océanos en el pasado con el fin de reestablecer sus características físicas, biológicas y

químicas. Las mediciones se hacen a través de la temperatura y la función de los nutrientes en aguas superficiales y profundas. En términos ambientales, el autor afirma que los estudios paleoceanográficos se realizan en microfósiles con el fin de conocer las interacciones en el océano. Del mismo modo, la paleoceanografía ofrece información valiosa con respecto al cambio climático en el pasado y su relación con la presión parcial de dióxido de carbono, por lo tanto, es una herramienta útil para identificar desde el pasado cambios en el clima y en la biota para el futuro.

En torno a la paleoclimatología, como afirma Bradley (1999) este es el estudio del clima en el pasado. Para el autor, estudiar los fenómenos naturales permite tener una idea clara de la variabilidad climática y del cambio climático, puesto que los registros instrumentales dispuestos *"abarcan solo una pequeña fracción (< 10^{-7}) de la historia climática de la Tierra"* (Bradley, 1999, p. 1), de esta manera el estudio indirecto de fenómenos ofrece datos que permiten hacer una reconstrucción del clima, identificando las causas del cambio en el clima pasado y haciendo predicciones del fenómeno a futuro.

De igual modo, Arnillas, Alegret, Arz y Molina (2000), definen la micropaleontología como el estudio de fósiles de menor tamaño, donde los foraminíferos son los más estudiados. Este tipo de fósiles son llamados microfósiles silíceos y calcáreos, definidos por el Instituto de Investigaciones en Estratigrafía de la Universidad de Caldas (s.f.) como organismos unicelulares que poseen una concha compuesta por carbonato de calcio y que habitan los océanos desde hace 700 millones de años. Según Calonge, Caus y García (2001), los fósiles de los foraminíferos son una herramienta de datación basada en los procesos evolutivos alojados en estratos. Estas características dan cuenta del uso de estos microfósiles en la comprensión de los cambios del clima a lo largo de la historia.

5.2.3 Paleotermometría y estudio de isótopos como enfoque cuantitativo para la determinación de clima

La paleotermometría se define como el estudio que permite identificar la temperatura en torno a determinado tiempo geológico (Shaltami, Fares, Oshebi, Errishi, y Santos, 2020), para dicha identificación se hace uso de paleotermómetros como el uso de isotopos. Con el fin de comprender el estudio de los isótopos y la relación que existe con el cambio climático, se toma como referencia la crónica escrita por Rozansky y Gonfiantini (1990) en donde se establece que los isótopos ambientales permiten comprender el cambio climático y las variaciones en el ambiente producto de dichas alteraciones.

Los isótopos se usan como método de datación, como afirman los autores, en climatología se usan para conocer en términos de tiempo, como ocurrieron los cambios climáticos. El isotopo radiactivo de carbono 14 suele ser el más usado, sin embargo; en paleoclimatología se prefiere usar radioisótopos con *"periodos de semidesintegración mucho más cortos o mucho más largos que el carbono 14"* (Rozansky, Gonfiantini, 1990, p.10) como es el caso de los isótopos estables como el oxígeno 18, Deuterio y Carbono 13, que se usan para estudiar sedimentos marinos. De este modo, se hace un estudio de los isótopos presentes en los microfósiles de foraminíferos calcáreos y silíceos.

En torno a los isotopos específicos de oxígeno, la relación ^{18}O / ^{16}O se identifica a partir de la temperatura en la cual precipita el mineral de calcita en los moluscos como los foraminíferos que viven a diferentes temperaturas (Wright, 2000). Las conchas de los foraminíferos están compuestas de calcita mientras que las de las diatomeas está compuesta por oxido de silicio, estas conchas se encuentran a partir de la extracción de los núcleos de sedimentos marinos, puesto que estas quedan enterradas y conservadas cuando los organismos mueren. De esta forma, las conchas de estos organismos permiten identificar la química del agua del tiempo geológico al cual pertenecen dichas especies (Bruckner, 2017).

Según Silva et al. (2017), el isotopo de ^{16}O se evapora mientras que el ^{18}O prevalece, de modo que este último es más abundante a temperaturas bajas, es por

ello que en periodos glaciares hay mayor presencia de ^{18}O en el agua de los océanos y en las conchas de los organismos que los habitan. Con respecto al hielo que está presente en los casquetes polares y la nieve, hay una mayor relación de ^{16}O que de ^{18}O para los ambientes fríos.

Por otra parte, para periodos interglaciares, existe una mayor presencia de ^{16}O producto del descongelamiento de los casquetes glaciares, de este modo, al llegar al océano, existe una mayor relación de este isotopo que del ^{18}O, por lo tanto en ambientes cálidos, la mayor proporción de isotopos está dado por ^{16}O. (Silva et al., 2017).

En torno a los isotopos de carbono en los periodos cálidos, debido a que la vegetación está representada por taigas y estepas, existe un reservorio mínimo de carbono y "*los bosques van a almacenar ^{12}C en mayor volumen*" (Silva et al., 2017, p. 124), por lo tanto, en el océano existirá una mayor proporción de isotopo ^{13}C. De modo contrario sucede para periodos fríos.

5.2.4 Herramienta fósil: censo de fauna como enfoque cualitativo para la determinación de clima

El censo de fauna permite, desde el registro fósil de foraminíferos y diatomeas, reconocer cambios paleoclimáticos importantes en torno a tiempos glaciares e interglaciares para identificar climas pasados (Pivel, Santarosa, Toledo & Costa, 2013). La abundancia de los microfósiles en áreas específicas, indica condiciones ambientales particulares para el lugar y tiempo geológico al que pertenece el organismo, esto se realiza desde el reconocimiento y clasificación de los microfósiles de especies encontradas que pertenecen a aguas frías o cálidas, al quedar enterrados los organismos en determinado sedimento, lo cual permite estudiar el clima desde variaciones climáticas y cambio climático (Bruckner, 2017). Los organismos encontrados desde el censo de fauna y que se asocian a aguas cálidas o frías se muestran a continuación:

Cuadro 3: Especies de diferentes tipos de aguas

Tipo de agua	Especies
Aguas frías	*Turborotalita quinqueloba, Neogloboquadrina pachyderma* y *Globorotalia truncatulinoides* enrollada a la izquierda fueron más abundantes durante el período glacial (Duque, Leonhardt & Pivel, 2019, p. 11), se incluyen tambien *G. bulloides, G. glutinata, T. quinqueloba, G. inflata*, y N. *pachyderma* enrollada a la derecha (Magaritelli, Cisneros, Cacho, Capotondi, Vallefuoco, Rettori y Lirer, 2018).
Aguas cálidas	*O. universa, Globigerinoides ruber* (blanco y rosa), *Trilobatus sacculifer* (con o sin cámara en forma de saco) y *Globigerinella calida* (Duque, Leonhardt & Pivel, 2019, p. 11). Por otra parte se agregan especies como *G. quadrilobatus, G. sacculifer* y *G. siphonifera* (Margaritelli et al., 2018).

Fuente: Autor

5.3 Referente del contexto social

5.3.1 Migración climática

La concepción de la migración climática se evidencia en tiempos geológicos anteriores desde situaciones naturales y en tiempos actuales desde acciones del hombre que condicen a cambio climático, por este motivo, para la intencionalidad del trabajo es necesario comprender los fenómenos climáticos en ambos contextos.

5.3.1.1 Migración climática en el pasado

El periodo cuaternario es conocido por el deterioro climático, desde esta concepción se presentan dos estadios en donde el fenómeno glacial corresponde al pleistoceno y el fenómeno postglacial corresponde al holoceno (Silva et al., 2017); hacer esta distribución desde estos fenómenos con respecto a las épocas del cuaternario es fundamental pues la identificación permite interpretar la dinámica ambiental desde tiempos geológicos anteriores. Según Rohling, Grant, Roberts y Larrasoana (2013), el clima y el nivel del mar fueron determinantes para las migraciones de homínidos producidas desde el áfrica hacia el resto del planeta en épocas glaciales y postglaciales; las migraciones de homínidos buscaron territorios favorecidos por la disponibilidad de recursos y la variedad de ecosistemas explotables donde se encontró abundante flora y fauna, fundamental para establecer asentamientos en los territorios (Orain et al., 2013).

5.3.1.2 Migración climática actual

Dado que el objetivo general enmarca la migración climática como temática central, es importante definirla y caracterizarla desde las partes que la componen. La migración climática actual está determinada dentro del antropoceno, término creado por el biólogo Eugene F. Stoermer y luego divulgado por el nobel de química Paul Crutzen en el año 2000. El antropoceno es una época que corresponde a cambios biológicos y geofísicos producto de actividades humanas, particularmente asociadas al aumento del sector industrial (UNESCO, 2018). Según Pérez (2018), la migración climática es un fenómeno en el cual existe movilidad o desplazamiento humano que se origina por decisión propia o de manera forzada, se genera en sitios vulnerables y es producto de fenómenos meteorológicos, aumento del nivel del mar y desertificación, así como por la intensidad y frecuencia de desastres naturales, la disponibilidad de agua y la competencia por los recursos naturales, lo que aumenta la vulnerabilidad (Organización Internacional para las Migraciones, OIM, 2017).

Por su parte Dun y Gemenne (2008), consideran que en términos de migración por motivos medioambientales, no hay un consenso de definiciones puesto que se presenta variedad de conceptos que se confunden con él, como las migraciones ecológicas y ambientales. De igual manera, los autores consideran que en parte no poseer un concepto claro sobre la migración climática es producto de la forma en cómo se piensan las migraciones en general, puesto que estas se entienden como una situación forzada y no como decisión voluntaria y en el escenario de una migración climática se presentan los dos escenarios como se expone anteriormente.

Pérez (2018), propone algunas características de las migraciones climáticas:

- Movimientos involuntarios: Esto implica repensar el territorio donde el individuo ha interactuado durante toda su vida, analizando los cambios a nivel climático ocurridos en él, como se evidencia en el aumento del nivel del agua, motivo por el cual los individuos deben migrar.

- Inmovilidad voluntaria: a pesar de los cambios sufridos en el territorio, los individuos no se desplazan de su territorio.
- Es un fenómeno multicausal: esto implica que se relaciona con otras problemáticas como pobreza extrema, escasez de agua, problemáticas sociales como conflictos armados, toma de tierras, problemáticas de persecución política e incidencia demográfica.
- Forma en la que se dan las migraciones: Las migraciones climáticas se generan desde el contexto rural al contexto urbano, e incluso se presenta migraciones de manera internacional.
- Vulnerabilidad de los grupos de población: las mujeres a diferencia de los hombres son más vulnerables en este tipo de migraciones.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

El siguiente trabajo está realizado bajo la línea de investigación del Conocimiento Didáctico del Contenido, se encuentra enmarcado como un estudio cualitativo, puesto que se basa en el uso de categorías emergentes (Dalle, Boniolo, Sautu y Elbert 2005, p.40). Dado que se pretende establecer elementos formativos desde el conocimiento didáctico y disciplinar por medio de categorías a priori y emergentes, se considera descriptivo. Del mismo modo, se aborda como exploratorio, puesto que la migración climática es una temática que hasta ahora está generando un mayor interés desde el aspecto político y académico (Offner & Marlowe, 2021). Como metodología de investigación se establece la teoría fundamentada, dado que las categorías de análisis surgen a partir de los datos producto del proceso investigativo.

Las investigaciones cualitativas merecen un tratamiento detallado de los datos obtenidos, puesto que existe gran cantidad de estos, por lo que es necesario administrar la información. En ese sentido, para la interpretación de resultados y el análisis de los mismos en esta investigación, se hizo uso del programa Atlas. ti© el cual permite sistematizar la información por medio de categorías para facilitar su comprensión, bajo una concepción hermenéutica en donde se tiene en cuenta la visión del analista y el contenido textual de los datos, los cuales se analizan y se comparan para finalmente ser asociados a categorías (Rojano, Contreras y Rojano, 2021). Dichas categorías denominadas "*Categorías centrales*" están rodeadas por subcategorías las cuales "*se organizan de forma lógica de acuerdo con las realidades del fenómeno estudiado*" (Rojano, Contreras y Rojano, 2021, p. 59). Para abordar la interpretación de resultados por categorías se hizo uso de redes conceptuales, las cuales permiten formular teoría de manera más concreta puesto que permiten relacionar conceptos para interpretar la categoría central.

En torno a los tipos de codificaciones que rodean la teoría fundamentada, Bonilla y López (2016) describen tres tipos (planteados por Strauss y Corbin), los cuales

fueron usados para la constitución de la teoría con el fin de responder a cada uno de los objetivos y el planteamiento del problema de la presente investigación:

- Codificación abierta: Para este tipo de codificación se parte de las categorías del CDCEA las cuales se consideran a priori las cuales permiten posteriormente identificar categorías y subcategorías que emergen del contenido analizado. Las subcategorías se asocian a categorías a partir de comparaciones entre similitudes y diferencias en torno a su contenido. Aunque el estudio es cualitativo, la escogencia de la categoría se debe a que *"los códigos pueden contabilizarse sacando la frecuencia de aparición*" (Bonilla y López, 2016, p. 308), por lo tanto las denominadas "*categorías*" son aquellas en las cuales se identificó una mayor frecuencia por medio del programa Atlas.ti©.
- Codificación axial: Este tipo de codificación involucra relaciones entre categorías y subcategorías, estas se realizan por medio de las relaciones que el programa Atlas.ti© ofrece. Para este tipo de codificación se hizo uso de redes semánticas para interpretar las relaciones entre subcategorías y articularlas con las categorías emergentes.
- Codificación selectiva: En este tipo de codificación se hace uso de las relaciones previamente encontradas para formular la teoría la cual conlleva la interpretación de las categorías encontradas, su contenido asociado desde las subcategorías y como esto en conjunto se relaciona con la migración climática, atendiendo a la intencionalidad de cada objetivo propuesto.

6.1 Etapas de la investigación

A partir de lo anterior, se planteó el trabajo de investigación en torno a la formación inicial de profesores de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Con el fin de desarrollar dicho trabajo se desarrollaron las siguientes etapas:

Etapa: Diagnóstico

En esta etapa se realizó una matriz de sistematización a partir del análisis de artículos especializados en migración climática encontrados en cinco bases de datos (*Redalyc, Dialnet, Google Académico, Science y Web of Science*) durante los últimos cinco años. Esta etapa corresponde a identificar lo que se investiga actualmente sobre migración climática desde las categorías del CDCEA.

Etapa: Concepción científica y didáctica

En esta etapa se realizó una entrevista semiestructurada con preguntas abiertas a tres investigadores en oceanografía y paleoclimatología del Instituto de Investigaciones en Estratigrafía de la Universidad de Caldas (IIES) con el propósito de comprender la manera en como el investigador concibe la migración climática. Por otra parte se desarrolló una entrevista semiestructurada con preguntas abiertas e indicadores de percepción medidos por escala Likert a tres profesores de química de la Universidad Pedagógica Nacional que han enseñado contenidos de educación ambiental. Las preguntas abiertas se realizaron con el objetivo de reconocer el CDCEA de los profesores frente a la migración climática, a su vez, los indicadores de percepción medidos por escala Likert se llevaron a cabo para identificar aspectos específicos en torno al contexto social y educativo de la problemática desde los Objetivos de Desarrollo Sostenible y en particular el objetivo 13 "*acción por el clima*" y la Educación para el Desarrollo Sostenible.

En general ambas entrevistas se realizaron con el fin de reconocer la concepción didáctica y científica de la migración climática. Esta etapa corresponde a identificar lo que requiere el profesor en química desde el CDCEA para comprender el tema, adaptarlo al aula de clase y finalmente enseñarlo. La entrevista fue realizada por medio de la plataforma Microsoft Teams.

Etapa: Estudio curricular

Para esta etapa se realizó una revisión del plan de estudios del programa de Licenciatura en Química versión 3.0 encontrado en la página web de la universidad. La revisión se hizo con la intención de escoger los espacios académicos en donde se pueden incluir temáticas relacionadas con la migración climática dentro de los ciclos de fundamentación y profundización. Posteriormente se hizo una revisión de los programas sintéticos de los espacios académicos seleccionados previamente con el fin de hacer un análisis curricular desde las categorías del CDCEA, identificando cómo desde lo que ya existe en los espacios, se podría incluir la migración climática.

Las tres etapas desarrolladas explican la triangulación del análisis para comprender la realidad del estudio, respondiendo con esto a los elementos formativos como parte del planteamiento del problema y el objetivo general.

Imagen 4: Triangulación de etapas desde el CDCEA

Fuente: Autor

6.2 Población

Dada la intencionalidad de la investigación, la población se compone del programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, el Instituto de

Estratigrafía de la Universidad de Caldas (IIES) y el currículo de formación de profesores de la Licenciatura en Química desde su concepción macro, meso y microcurrícular, teniendo en cuenta la dimensión ambiental en la formación de profesores dispuesta en Proyecto de Desarrollo Institucional (PDI) de la Universidad para el periodo de 2020 a 2024.

6.3 Muestra

El muestreo fue por conveniencia de acuerdo con la flexibilidad de la investigación frente a la obtención de datos desde las entrevistas a tres profesores de química que imparten cursos relacionados con la educación ambiental y dos expertos e investigadores en oceanografía y paleoclimatología. De igual forma, se seleccionaron doce espacios académicos presentes en el mesocurrículo como plan de estudios versión 3.0 con el fin de identificar, desde los contenidos existentes, cómo se podría abordar la migración climática. Para ello, se hizo un análisis de los programas sintéticos de los siguientes espacios presentes en el ciclo de fundamentación y profundización: Educación y Sociedad, Teorías químicas I, II y II, Sistemas Orgánicos I y II, Sistemas Inorgánicos I y II, Sistemas Fisicoquímicos I y II, Geociencias y Temas Transversales en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Dado que estos syllabus se encuentran en construcción, se considera que la presente investigación puede hacer aportes en su desarrollo.

6.4 Instrumentos

Para el desarrollo de la investigación se elaboraron dos instrumentos, los cuales se describen a continuación:

1. *“Entrevista sobre cambio climático y migración climática a profesores en educación ambiental”*: La entrevista es de tipo semiestructurada mixta compuesta por 25 ítems donde se encuentran preguntas abiertas e indicadores de percepción medidos por escala Likert. (Anexo 1)
2. *“Entrevista sobre cambio climático y migración climática a expertos en oceanografía y paleoclimatología”*: La entrevista es de tipo semiestructurada compuesta por 15 preguntas abiertas. (Anexo 2)

La estructura de las entrevistas tanto de las preguntas abiertas para ambos instrumentos como para los indicadores de percepción para el primer instrumento se diseñó de la siguiente manera: inicialmente se encuentran las peguntas introductorias, luego las preguntas complejas y finalmente las preguntas de cierre.

6.5 Validación

La validación de los instrumentos se realizó a partir de una ficha de análisis diseñada por medio de un sistema categorial, definido por Cámara (citado por Gonzales, López y Osorio, 2016) como una técnica de análisis que permite, por medio de relaciones cercanas, la interpretación del estudio. La ficha se construyó teniendo en cuenta los objetivos propios de la investigación, la definición de categorías, la relación de variables y la intencionalidad de las preguntas propuestas.

Los instrumentos fueron validados por cuatro pares académicos, los cuales fueron: un Licenciado en Química y Magíster en Docencia de la Química, un Licenciado en Química especializado en Conocimiento Didáctico del Contenido CDC, un Magister en Educación y un Geólogo.

7. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con el fin de establecer los elementos formativos desde el CDCEA que permitan la articulación de la enseñanza de la química con la migración climática en el currículo de formación de profesores de la Licenciatura en Química, se hace un análisis de las tres etapas (diagnóstico, concepción científica y didáctica y evaluación curricular) desde la teoría fundamentada como diseño metodológico. Según Muñoz, Quintero y Munévar (2005) la producción de teoría se basa en los datos obtenidos, en esa dirección, el análisis se hace a la par que se van obteniendo los resultados, lo cual implica "*trabajar los datos, recopilarlos, organizarlos en unidades manejables, sintetizarlos, buscar regularidades, tendencias, tipologías, modelos o patrones para descubrir lo más importante*" (Muñoz, Quintero y Munévar, 2005, p. 115). Por lo anterior, para la obtención de resultados y análisis de cada una de las etapas se parte de los conocimientos del CDCEA (consideradas categorías a priori en el presente documento) y sus características (Cuadro 5), lo cual fue trabajado anteriormente por Ariza (2017) con el fin de identificar categorías emergentes y citas relevantes en cada etapa.

Cuadro 5: Representación del Conocimiento Didáctico del contenido en Educación Ambiental CDCEA.

TIPO DE CONOCIMIENTO	CARACTERÍSTICAS
Conocimiento del Contexto	Realidad, contextualización, escuela-comunidad, pertinencia, valorización, diversidad, aplicación, enraizamiento, cultura, práctica, territorio, virtualidad
Conocimiento Histórico	Responsabilidad ambiental, transformación socioambiental e ética, experiencia, actuación política, gestión ambiental, democratización, construcción de ciudadanía, relaciones productivas, diversidad.
Conocimiento Epistemológico	Historia de vida, compartir saberes, proceso intencional, integración, articulación, interacción, colectividad, pensamiento crítico, diálogos entre comunidades, interdisciplinar, transdisciplinar, transversal, fenomenológico, holístico, bioregional, diversidad de saberes.
Conocimiento Afectivo	Proceso afectivo, motivación intrínseca y extrínseca, respeto, tolerancia, valores, pertinencia, apropiación, autoestima, conocimiento del sí mismo.
Conocimiento pedagógico	Comunicación, relaciones dialógicas, diálogo, interactividad, articulación, praxis, participación social, apropiación digital, material educativo, comunidades de

	aprendizaje, proyectos de acción ambiental, reflexión y acción, desempeños en diversos campos, fronteras y desafíos, elementos de aprendizaje, reconocimiento del otro y del mismo individuo, transformación social, construcción ciudadana
Conocimiento Disciplinar	Ecología y sus variables, sustentabilidad, explorar alternativas teóricas y prácticas, relación e integración hombre – naturaleza, recuperación polisémica, recursos naturales, ambiente, problemáticas ambientales, ciencia, tecnología, sociedad consumista, ética ambiental, gestión ambiental, cambios ambientales.

Fuente: Ariza (2017, p. 123).

7.1 Etapa: Diagnóstico

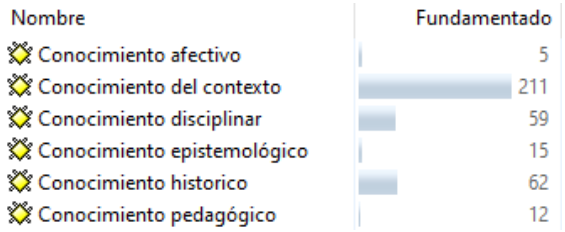
Para esta etapa se hizo una revisión de 202 artículos sobre migración climática para el periodo de 2017 a 2021 en bases de datos *como Redalyc, Dialnet, Google Académico, Science* y *Web of Science* bajo los criterios de búsqueda: migración climática, migración humana por clima y desplazamientos humanos por clima, estos se agruparon por medio de una matriz de sistematización (Anexo 3). El proceso de obtención de resultados partió de las categorías a priori del Conocimiento Didáctico del Contenido en Educación ambiental (Cuadro 5) presentes en los resúmenes de cada artículo resaltando las citas más representativas, con el fin de identificar categorías que emergieran del mismo texto (Anexo 4).

Se identificó que las investigaciones actuales sobre migración climática durante los últimos cinco años han estado mayormente articuladas al conocimiento del contexto puesto que se encontró en los resúmenes de artículos dispuestos en la matriz de sistematización 211 citas, seguido del conocimiento histórico con 62 citas, el conocimiento disciplinar con 59 citas, el conocimiento epistemológico con 15 citas, el conocimiento pedagógico con 12 citas, y finalmente el conocimiento afectivo con 5 citas tal y como se observa en la franja de "*Fundamentado*" (Imagen 5) en donde se presenta la frecuencia de las citas.

A partir de lo anterior, es necesario precisar que las citas textuales más representativas permiten hacer un análisis detallado con respecto a las temáticas

que actualmente se investigan con respecto a migración climática y que se asocian a los tipos de conocimiento o categorías del CDCEA.

Imagen 5: Categorías a priori del CDCEA en la etapa “Diagnóstico”



Fuente: Autor. Software Atlas.ti© Versión 7.5.4

En torno a las **categorías a priori y su nivel de frecuencia**, se encontró que para el conocimiento del contexto se aborda la necesidad de reconocer la migración climática como problemática actual debido a su conexión con el cambio climático y cómo el estudio de esta problemática y sus relaciones ha venido en aumento, de este modo se menciona como ejemplo en una cita textual que:

> *“En vista de la importancia cada vez mayor de la conexión entre migración, clima y cambio ambiental, La comunidad científica internacional ha experimentado un rápido crecimiento de interés en estos temas durante los últimos diez años.”* (Maretti, Tontodimamma & Biermann, 2019, p. 142)

Frente al contenido político que rodea el contexto, se identifica que no existen políticas que permitan vincular al migrante por clima en su condición de refugiado, como se manifiesta en el siguiente apartado:

> *“Se ha establecido que, en este momento, los “refugiados ambientales” no tienen ni han tenido nunca la condición de refugiados, ni de acuerdo con la Convención de las Naciones Unidas pertinente ni de acuerdo con la legislación nacional de ningún país*” (Lukyanets, et al., 2019, p. 227).

Con respecto al Conocimiento Histórico se destacan investigaciones que relacionan el cambio climático con las formas en como las comunidades de homínidos se dispersaron por todo el planeta como se manifiesta a continuación:” *Los hallazgos*

documentan que los cambios climáticos globales a escala orbital desempeñaron un papel clave en la configuración de la distribución de la población mundial del Pleistoceno tardío" (Timmermann & Friedrich, 2016, p. 92).

En torno al Conocimiento Disciplinar, las investigaciones se basan principalmente en el fenómeno predecesor: el cambio climático y como este de no ser controlado conllevará a la migración, tal como aparece en la siguiente cita textual: *"Según el Banco Mundial, se espera que la migración aumente en 2050 a menos que las emisiones de carbono se reduzcan rápidamente"* (Arcanjo, 2018, p. 32), lo cual invita a hacer una reflexión sobre la necesidad de generar acciones frente a la búsqueda de soluciones para la reducción de emisiones de dióxido de carbono. De igual modo, las investigaciones abarcan el conocimiento epistemológico, desde el reconocimiento histórico del cambio climático y como desde esa concepción se pueden hacer relaciones para entender el concepto de refugiado a partir de su origen, como se menciona a continuación:

> *"Realizando un análisis de la historia del cambio climático, explicando sobre el calentamiento global, en donde se encuentra el enfoque en el cual se inserta el término "refugiado climático", proporcionando una visión general de la definición, conceptos y terminologías"* (Santos, 2018, p. 1).

Frente al conocimiento pedagógico, en particular se aborda a la educación como una forma para adaptarse al cambio climático, teniendo en cuenta el papel del gobierno al momento de planificar estrategias, sobre todo en territorios costeros, como aparece en el siguiente apartado:

> *"Aunque en la actualidad la mayoría de la migración en las Maldivas es interna y (todavía) no está relacionada con el cambio climático, se pueden aprender lecciones útiles de cómo el gobierno ha planificado e implementado migraciones macrogestionadas en la nación archipelágica. Estas lecciones destacan el importante papel de la educación y también pueden informar la*

adaptación al cambio climático y las respuestas migratorias relacionadas en los contextos de las islas del Pacífico" (Luetz, 2017, p. 35)

Finalmente el conocimiento afectivo, cuya frecuencia es menor, se relaciona en las investigaciones de migración climática desde el aspecto emocional y familiar, lo cual se evidencia seguidamente:

"*La migración y el desplazamiento por motivos ambientales pueden provocar la ruptura de los lazos sociales existentes, con consecuencias potencialmente adversas para las poblaciones móviles y sus familiares que permanecen en los lugares de origen"* (Torres & Casey, 2017, p. 1).

Por otra parte desde el análisis de artículos dispuestos en la matriz surgieron **categorías emergentes con mayor frecuencia** las cuales son: *adaptación* (31 repeticiones)*, territorio* (29 repeticiones)*, política* (28 repeticiones) *y economía (*22 repeticiones). Estas son un indicativo de las temáticas importantes que desde la investigación en migración climática se abordan, debido al impacto que presentan. Cabe resaltar que para cada categoría (tanto emergente como a priori) hubo un conjunto de subcategorías que las rodearon. Por medio de relaciones de tipo comparativo estas subcategorías se asociaron a las categorías a priori y las categorías emergentes específicas a través de codificación abierta como se expresa en el siguiente cuadro:

Cuadro 6: Categorías y subcategorías emergentes desde lo que se investiga en relación a los conocimientos del CDCEA

Categoría emergente	subcategorías	Tipo de conocimiento del CDCEA
Adaptación	Seguridad, vulnerabilidad, seguridad alimentaria, derechos humanos, refugiado, salud, países pobres.	Conocimiento del contexto
	Arqueología, Antropoceno.	Conocimiento histórico
	Temperatura, precipitaciones, inundaciones, sequia, emisiones de dióxido de carbono, cambio climático.	Conocimiento disciplinar

	Desarrollo sostenible, estrategias locales, ODS.	Conocimiento pedagógico
	Familia.	Conocimiento afectivo
Territorio	Rural, urbano, salud, enfermedades infecciosas, legislación, medio ambiente, conservación, resiliencia, social.	Conocimiento del contexto
	Cambio climático, emisiones de dióxido de carbono.	Conocimiento histórico
	Cambio climático, emisiones de dióxido de carbono.	Conocimiento disciplinar
	Sistemas educativos, currículo, ODS.	Conocimiento pedagógico
Política	Derechos humanos, legislación, refugiado, vulnerabilidad, vivienda, trabajo, pobreza.	Conocimiento del contexto
	Cambio climático, derechos humanos, legislación, refugiado.	Conocimiento histórico
	Cambio climático.	Conocimiento disciplinar
	Cambio climático, derechos humanos, legislación, refugiado.	Conocimiento epistemológico
	Currículo.	Conocimiento pedagógico
Economía	Agricultura, trabajo, desigualdad, hombre, mujer, derechos humanos, seguridad alimentaria, pobreza.	Conocimiento del contexto
	Evolución humana, variabilidad climática, proxy.	Conocimiento histórico
	Agricultura, variabilidad climática, cambio climático, precipitaciones, sequia, proxy.	Conocimiento disciplinar
	Desarrollo sostenible.	Conocimiento pedagógico

Fuente: Autor.

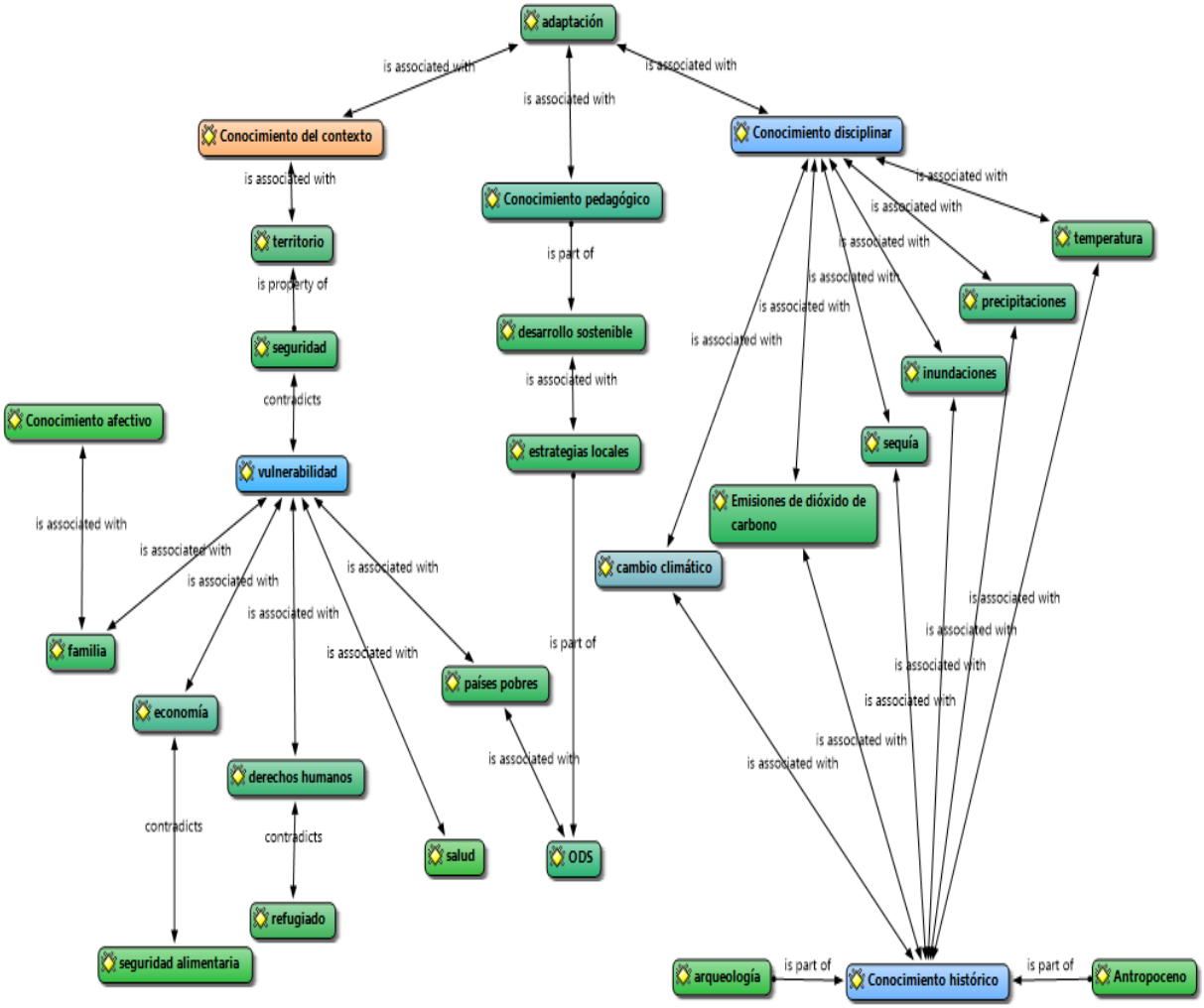
Cabe resaltar que aunque se encontraron más subcategorías para cada una de las categorías, solo se mencionan en la tabla aquellas que tiene mayor frecuencia pues su incidencia es mayor en las investigaciones actuales.

A partir de la relación entre categorías y subcategorías presente en la codificación abierta y los aspectos que tienen una mayor influencia en la concepción de las

categorías del CDCEA, consideradas a priori, se presenta la interpretación de cada categoría emergente por medio de redes conceptuales articuladas desde las relaciones que el programa Atlas.ti© ofrece a partir de la codificación axial.

La **categoría emergente** ***"Adaptación"*** se repite 31 veces en las citas extraídas. La red conceptual (Imagen 6), permite hacer las siguientes relaciones:

Imagen 6: Red conceptual. Categoría emergente "*Adaptación*"



Fuente: Autor. Software Atlas.ti© Versión 7.5.4

La categoría "*Adaptación"* se vincula con el conocimiento disciplinar, puesto que situaciones relacionadas con la temperatura del planeta como el cambio climático producto de emisiones de dióxido de carbono, desencadenan dos tipos de

escenarios: precipitaciones excesivas que conllevan a inundaciones o por otra parte temporadas extensas de sequía, consecuencias que desde el Conocimiento Histórico evidencian la necesidad de responder a problemáticas de degradación ambiental por cambio climático, específicamente en situaciones de vulnerabilidad que han surgido con mayor fuerza durante los últimos años, como se evidencia en la siguiente cita:

> "*La migración ambiental ha ganado prominencia, en las últimas décadas, como la dimensión humana de los impactos del cambio climático y como una estrategia de adaptación efectiva para las comunidades en regiones vulnerables" (*Schimitt y Gonçalves, 2019, p. 1*)*.

Tanto para el escenario disciplinar como para el escenario histórico, la dinámica de adaptación aporta limitar los impactos ya sea por causas humanas, naturales e industriales, las cuales se están incrementando con el pasar de los años si se compara con tiempos anteriores.

Desde el Conocimiento del Contexto, la *Adaptación* en el territorio está en contradicción cuando en este se presenta vulnerabilidad, puesto que esta última supone la falta de acceso a recursos indispensables como el agua y afecta también la disponibilidad de alimentos (Linares et al., 2020) lo cual desde una mirada económica afecta la seguridad alimentaria. En esta misma dirección, la adaptación en el territorio se encuentra en contradicción cuando se presenta vulnerabilidad en la población relacionada con los conflictos armados en países pobres, así como también está en contravía con la salud, puesto que es difícil adaptarse a un territorio que no cobije un sistema digno.

Por otra parte, con respecto al Conocimiento Afectivo, situaciones que no aporten a la *adaptación* territorial implican desplazamientos a futuro en donde desde el escenario familiar se afectan las emociones de quien se desplaza, lo cual conlleva a un cambio abrupto de la normalidad (Amar, De La Hoz Del Real, Martínez y López, 2019). En esta posición, desde el conocimiento pedagógico, la *adaptación* se vincula con la necesidad de poner en práctica estrategias locales que apunten a la

implementación del desarrollo sostenible y sus objetivos, puesto que de esta manera se evita el desplazamiento poblacional por cualquier situación incluidas aquellas que son producto del clima, se mencionan como estrategias de adaptación al cambio climático el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), en donde se establecen actividades que permiten evaluar los impactos y la vulnerabilidad que se produce cuando no hay procesos de adaptación y mitigación en la región (Gobierno de España, s.f.)

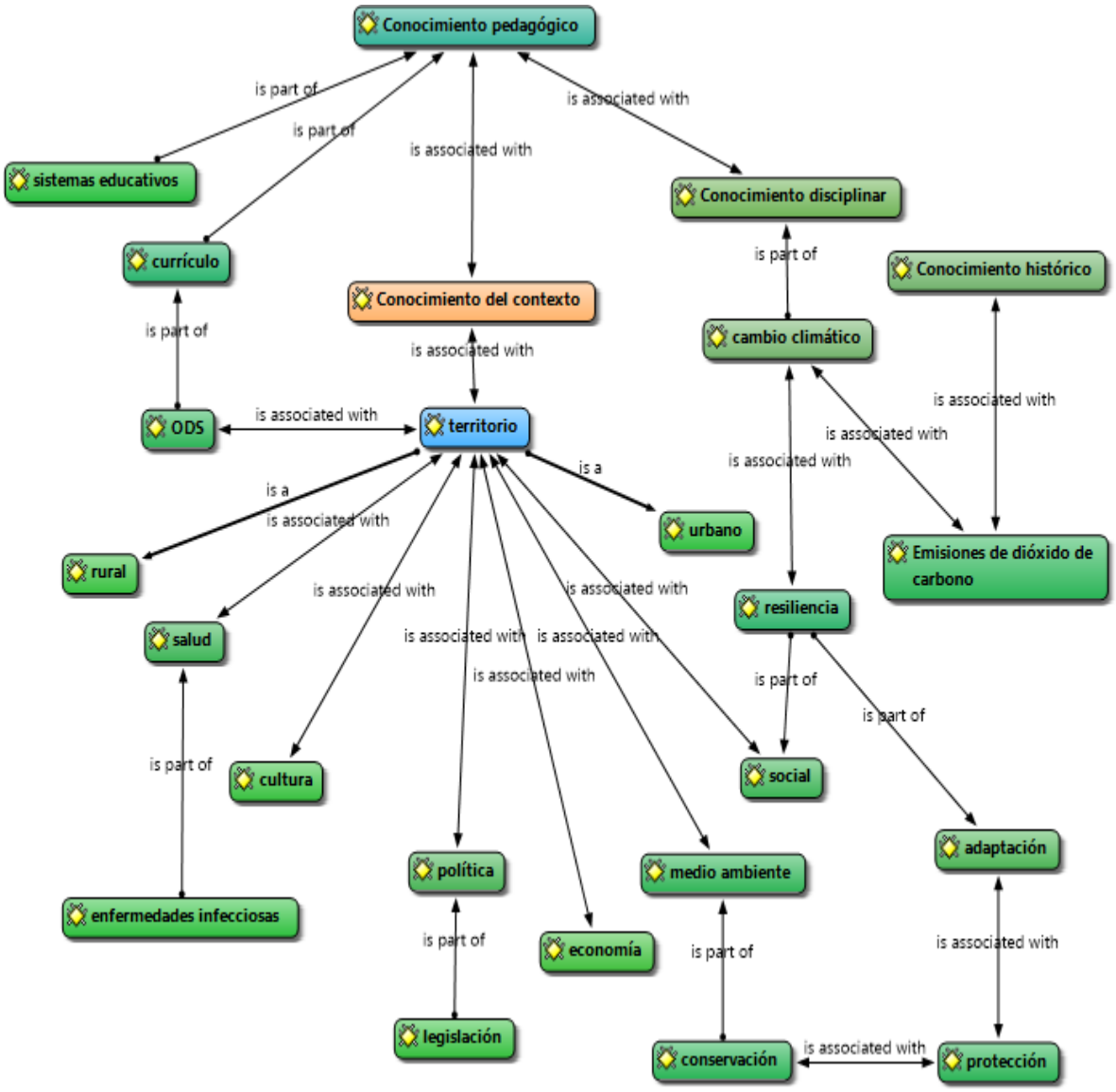
Por otra parte, **la categoría emergente "*Territorio*"** se encuentra 29 veces. Las asociaciones que se hacen entre la categoría y las subcategorías (Imagen 7) permiten abordarla de la siguiente manera:

El *territorio* se asocia con el Conocimiento Pedagógico desde la necesidad de implementar currículos en los sistemas educativos en donde se aborden los objetivos de desarrollo sostenible. Estos invitan desde las dimensión económica, social y ambiental a plantear estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático a partir de la participación ciudadana por medio de estrategias y políticas locales (CEPAL, 2018). El Conocimiento Disciplinar rodea el concepto de territorio desde la concepción de clima, emisiones de dióxido de carbono y cambio climático, y las afectaciones que este pueden tener en torno a las dimensiones culturales, políticas, económicas y ambientales. En torno al Conocimiento Histórico, la asociación a la categoría de territorio está dada desde las acciones realizadas por la especie humana a lo largo de la historia y cómo estas afectan a todo el planeta, dichas acciones permiten pronosticar a futuro lo que puede suceder en el territorio de no cambiar los estilos de vida.

Con respecto al Conocimiento del Contexto, para evitar problemáticas en el territorio desde el ámbito social, es importante generar planes de adaptación y resiliencia con el fin de que los individuos no abandonen el lugar por situaciones adversas al cambio climático si no que más bien le apuesten a la conservación del mismo. Como afirman Mallick y Schanze (2020) millones de personas que resultan impactadas por el cambio climático realmente no desean irse del territorio, por lo

tanto es necesario que existan políticas de adaptación, lo cual debe ser realizado en conjunto desde los gobiernos.

Imagen 7: Red conceptual. Categoría emergente "*Territorio*"



Fuente: Autor. Software Atlas.ti© Versión 7.5.4

Por otra parte, desde el Conocimiento del Contexto, se entiende el territorio como un espacio rural o urbano en donde la permanencia en él depende de un sistema de salud adecuado que este fortalecido y que responda a evitar la propagación de

enfermedades infecciosas, así mismo la permanencia depende de garantías para la preservación cultural en el territorio y políticas que respondan desde la legislación a la preservación de un lugar seguro ya sea en términos de medio ambiente, derecho al trabajo y/o sustento económico digno, con el fin de tener una mejor calidad de vida.

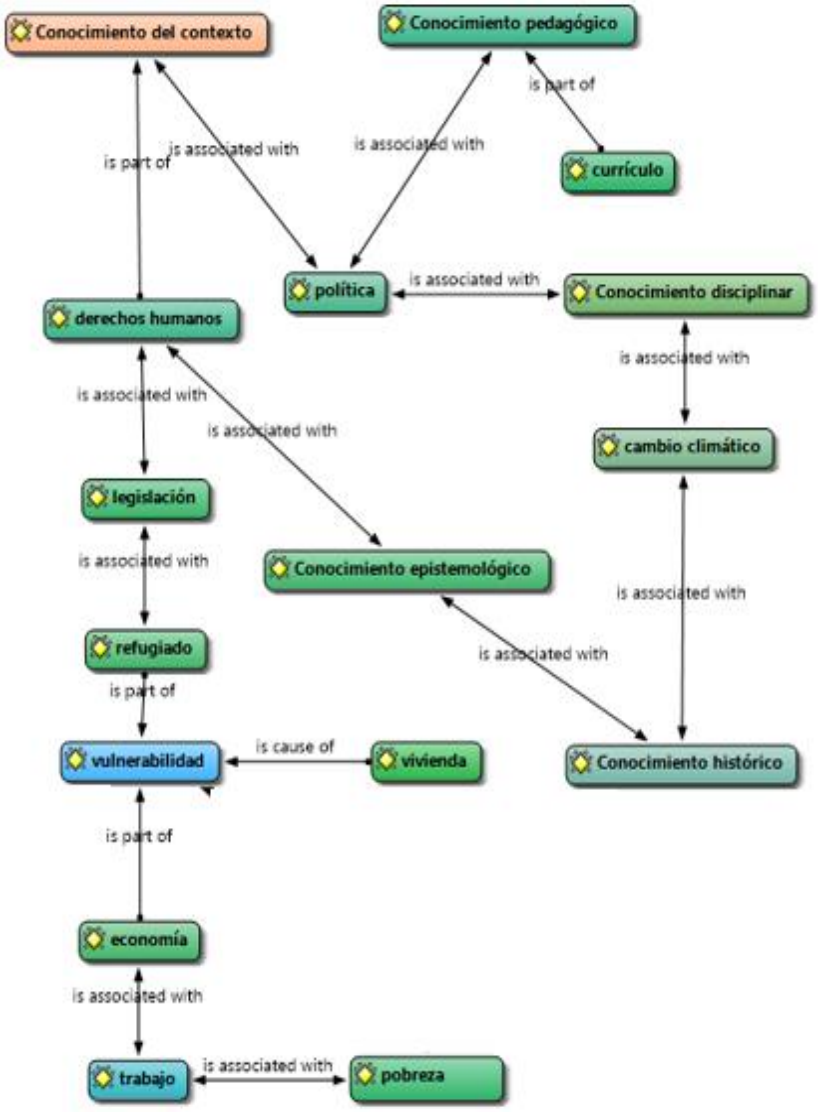
En torno a **la categoría emergente "*Política*"**, esta se repite 28 veces. Para el análisis de esta categoría se parte de las relaciones dispuestas en la siguiente red conceptual (Imagen 8)

La *política* está dada desde un enfoque contextual en torno a la protección de los derechos humanos. En situaciones de desplazamiento, la posición de quien se desplaza y resulta ser vulnerable incluye escenarios en donde no existen garantías que le permitan tener un trabajo, puesto que muchas veces estos no están en una posición de legalidad en el mismo territorio, lo que limita las posibilidades de conseguir un empleo, perjudicando así la economía y desencadenando pobreza.

Dentro de otros factores asociados al Conocimiento del Contexto se encuentra la opción de tener una vivienda digna, puesto que para un refugiado las políticas por lo general no cubren a toda la población si no sólo a una pequeña parte. Es necesario tener en cuenta que una vivienda digna ayuda al refugiado a tener algo de normalidad en su vida luego de muchos años de desplazamiento (Agencia de la ONU para los refugiados, s.f.).

Todo lo anterior se relaciona con el Conocimiento Histórico y Epistemológico, precisamente a partir de una revisión histórica en donde el enfoque político esta direccionado desde los derechos humanos hacia problemáticas de tipo social y económico pero se encuentra aislado de aquellas problemáticas que incluyen consecuencias climáticas por desplazamiento.

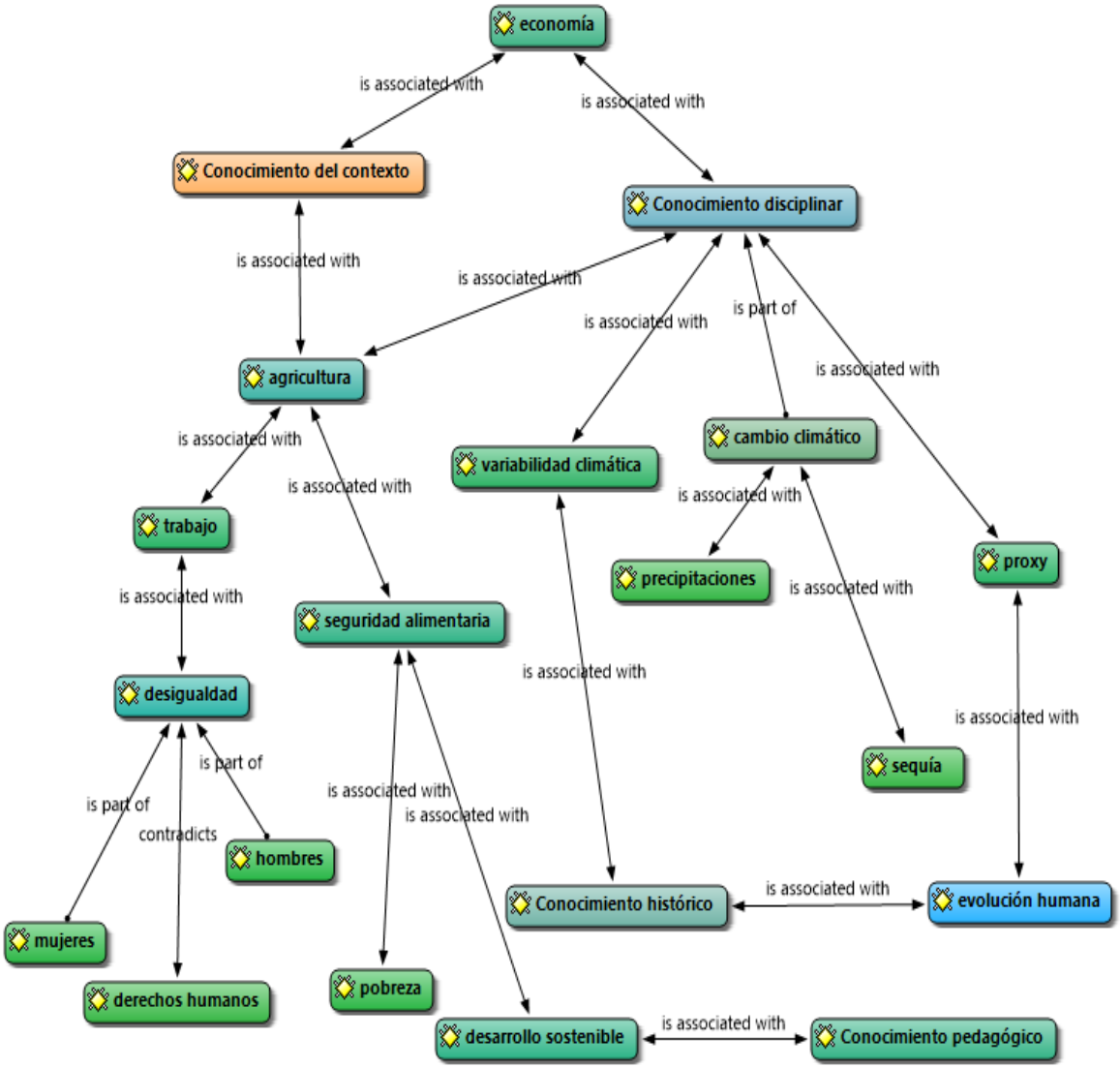
Imagen 8: Red conceptual. Categoría emergente "*Política*"



Fuente: Autor. Software Atlas.ti© Versión 7.5.4

Finalmente, **la categoría "*Economía*"** (Imagen 9) que se repite 22 veces, se relaciona con las categorías emergentes y a priori desde la concepción de agricultura como la forma de producción representativa de sustento económico (Reyes y Santelices, 2020).

Imagen 9: Red conceptual. Categoría emergente "*Economía*"



Fuente: Autor. Software Atlas.ti© Versión 7.5.4

Desde el Conocimiento del Contexto, la economía se relaciona con el trabajo y la agricultura, desde esa perspectiva permite evidenciar desigualdad en torno a los derechos humanos por género, puesto que no se garantiza el acceso al trabajo de la misma manera para hombres y mujeres. Por otra parte, la agricultura como fuente de ingresos se relaciona con la seguridad alimentaria, para Falco, Donzelli y Olper (2018) este tipo de seguridad es afectada por el cambio climático desde situaciones como exceso de precipitaciones y sequias, puesto que esto impide obtener alimentos de calidad que cumplan con las necesidades nutricionales que se

requieren para todos los individuos, por lo tanto, una economía desde la agricultura que no sea sostenible por efectos del cambio climático conducirá a la pobreza.

Además de los efectos del cambio climático como las sequias o precipitaciones que se abordan desde el Conocimiento Disciplinar y que afectan la distribución y calidad de los cultivos y alimentos, se puede hacer una aproximación desde el Conocimiento Histórico en torno a cómo el poco acceso a alimentos motivó la evolución y distribución humana, para Asrat et al. (2018) un modelo proxi permite identificar desde el clima como ocurrió la dispersión humana, entendiendo este tipo de modelos como indicadores que evidencian un registro de las condiciones climáticas pasadas, los cuales se encuentran en casquetes polares, arboles, moluscos y sedimentos oceánicos (National Research Council & Climate Research Committee, 1996).

En concreto, en la indagación de artículos especializados sobre migración climática durante los últimos cinco años se identifica que el Conocimiento del Contexto es prioritario, dejando en un segundo plano a los otros tipos de conocimiento del CDCEA.

Lo anterior se evidencia debido a que las categorías que se extraen como emergentes y que tiene una mayor frecuencia (*Adaptación, Territorio, Economía* y *Política*) por lo general están relacionadas con el contenido social de la migración climática, como por ejemplo el desconocimiento de políticas al rededor del fenómeno, excluyendo un contenido profundo de tipo científico, puesto que aunque se aborda el cambio climático y los fenómenos que se desencadenan de él como precipitaciones, emisiones de dióxido de carbono y el uso de proxies para determinar el clima, no se profundizan procesos físicos y químicos implicados en estos. Las relaciones científicas que se encuentran sólo se mencionan para direccionar la temática de migración climática hacia el Conocimiento del Contexto.

Otro aspecto para considerar es la relación histórica que se le da a la migración climática desde la evolución del hombre y su dispersión por el planeta tierra como consecuencia de trasformaciones en el clima.

En torno al campo formativo, es muy poca la información que se obtiene desde la migración climática, existen aproximaciones por medio de estrategias en donde se plantea el abordaje de los ODS para incluir dinámicas de adaptación y mitigación por cambio climático en el territorio en pro de una construcción social para evitar el desplazamiento.

De la misma manera, se encuentra que el abordaje de la migración climática desde el contenido científico no tiene una incidencia considerable, lo cual permite identificar el Contenido Disciplinar como un desafío en la investigación didáctica e incluso en la formación de profesores, puesto que como se evidencia, la migración climática es una problemática cuyo interés está en aumento, por lo tanto los aportes que se hagan pueden contribuir a la comprensión del fenómeno y sus dinámicas científicas implicadas.

7.2 Etapa: Concepción científica y didáctica

Con el fin de reconocer la concepción científica y didáctica de la migración climática, se realizaron entrevistas a tres Profesores de Química que han orientado espacios de Educación Ambiental en el programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, a su vez se hicieron entrevistas a dos investigadores expertos en oceanografía y paleoclimatología del Instituto de Investigaciones en Estratigrafía de la Universidad de Caldas (IIES).

7.2.1 Entrevista a profesores de química

El instrumento de entrevista a profesores consta de 14 preguntas abiertas y un cuestionario de actitudes medido por escala Likert con 11 afirmaciones (Anexo 1). Con el fin de caracterizar la muestra que participo en el desarrollo de la entrevista y hacer citas textuales de las respuestas relevantes (Anexo 5), se hace la siguiente asignación de códigos a cambio del uso de nombres reales, respetando la protección de datos y los acuerdos establecidos en el consentimiento informado para proyectos de investigación, el cual fue entregado a cada uno de los participantes. Los códigos y su significado junto con la descripción profesional de cada uno de los profesores se muestran a continuación, estos códigos aparecerán constantemente a lo largo del análisis. Cabe resaltar que se brinda la información profesional de los participantes para reconocer la experiencia en torno a procesos educativos relacionados con la química y la educación ambiental:

Cuadro 7: Códigos y caracterización de los profesores de química entrevistados

Código	significado	Descripción profesional
PQ1	"Profesor de Química #1"	Licenciado en química de la Universidad Pedagógica Nacional, Magister en Docencia de la Química de la misma Universidad y candidato a Doctor en Ciencias de la Educación de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Ha laborado en la Universidad Pedagógica Nacional durante once años en donde ha coordinado un grupo de investigación y un semillero. Ha realizado las siguientes investigaciones en torno a la educación ambiental: Una caracterización de programas de formación

		de profesores de ciencias en donde se vincula la química verde en el currículo y a su vez una caracterización de estudios documentales en revistas especializadas en ciencias, con el fin de demostrar que la química verde representa un campo importante en la didáctica de la ciencias y en particular de la química.
PQ2	"Profesor de Química #2"	Licenciado en Química, tiene una especializado en Gestión Pública y es Magister en Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Colombia. Ha trabajado 15 años en la Universidad Pedagógica Nacional, su enfoque en la educación ambiental inicio cuando fue parte un grupo de investigación de la misma Universidad, sin embargo, desde hace aproximadamente 4 años lidera su propio grupo en compañía de otro profesor. Ha sido docente del espacio "*Educación ambiental*" (espacio académico del plan de estudios Versión 2.0 del currículo de formación de profesores de la Licenciatura en Química).
PQ3	"Profesor de Química #3"	Licenciado en química de la Universidad Pedagógica Nacional, realizó su especialización y maestría en ciencias ambientales y actualmente cursa su doctorado en el mismo campo. Es docente del sector oficial en donde ha estado envuelto en contextos de educación ambiental liderando el PRAE. En la Universidad Pedagógica Nacional ha orientado espacios disciplinares y pedagógicos, específicamente ha sido docente del espacio de "*Educación ambiental*" durante año y medio (espacio académico del plan de estudios Versión 2.0 del currículo de formación de profesores de la Licenciatura en Química), a su vez ha sido codirector de trabajos de grado en la misma universidad en los cuales se ha abordado la educación ambiental.

Fuente: Autor

Generalidades del cambio climático y la migración climática

El proceso de codificación abierta surgió de las categorías del CDCEA (Cuadro 5), en las entrevistas se identificaron todas las categorías que lo componen. El Conocimiento del Contexto tuvo una mayor frecuencia con 21 repeticiones, seguido del Conocimiento Disciplinar con 5 repeticiones, el Conocimiento Pedagógico con 4 repeticiones, el Conocimiento Histórico con 3 repeticiones, el Conocimiento Epistemológico con dos repeticiones y finalmente el Conocimiento Afectivo con una repetición.

El análisis permitió encontrar ciertas generalidades en las respuestas en donde se parte incluso del mismo concepto que se da por los profesores con respecto a la migración climática y también se abordan sus implicaciones disciplinares y didácticas a través de un enfoque contextualizado.

Desde el Conocimiento Epistemológico, se menciona que el concepto de migración climática no es muy conocido y que de hecho es muy reciente, incluso se hacen asociaciones directas con el concepto de cambio climático como se muestra a continuación:

> *"Siempre lo había conocido como cambio climático y dentro de las primeras aproximaciones que tuve a la idea de cambio climático fue en mis espacios de formación cuando curse espacios académicos como educación ambiental"* (PQ1, 2021)

También se cita lo siguiente:

> *"Para mí no existe la migración de clima, si es un concepto nuevo lo respeto, pero no es lo mismo migrar como los animales que pueden migrar de un sitio a otro, el clima no está migrando, el desequilibrio es lo que está llevando a que el clima de todo el planeta este cambiando"* (PQ2, 2021)

Se destaca también cómo el fenómeno de migración es considerado un problema, pero a su vez cuando este se asocia a situaciones climáticas, no se identifica como una situación dramática debido a que no se evidencia que se desplacen muchos individuos, como se muestra:

> *"Por el cambio del clima se sube el nivel de un rio caudaloso o de la marea y entonces se debe desplazar una población costera, es bastante problemático por el desarraigo de la vida y de habitar un lugar y por ende a las condiciones culturales a las que se había vinculado una población. Ahora que*

sea dramático por cientos o miles de personas, no sé hasta qué punto la analogía proceda, pero si lo veo como algo problemático" (PQ1, 2021)

En torno al Conocimiento Histórico y el Conocimiento del Contexto, se asocia la migración (no necesariamente generada por problemas climáticos) como un fenómeno que siempre ha existido y que cada vez está en aumento, el cual a futuro podría estar asociado a problemáticas ambientales:

"*Siempre ha existido, desde nuestro contexto en algunos años más que en otros. Se ha incrementado de acuerdo a las condiciones de violencia y en un futuro es probable que fenómenos ambientales lo disparen, generando movimientos al interior del país y dependiendo de la gravedad fuera del país*" (PQ3, 2021)

Por otra parte, se aborda el Conocimiento Pedagógico y el Conocimiento Afectivo desde el pensamiento crítico y la construcción de ciudadanía a partir de elementos teóricos de la educación ambiental de autores como Lucie Sauve, Enrique Leff y Gaudiano, los cuales se relacionan con las bases de la educación ambiental en torno a eco ciudadanía, sustentabilidad ambiental y la importancia de la formación de profesores en este campo. Se toma como referencia la siguiente cita:

"Referentes como la ecociudadanía de Lucie Sauve para la formación del profesorado, Enrique Leff quien ha venido fundamentado un campo para la sustentabilidad ambiental frente a la complejidad y crisis ambiental global y Gaudiano quien plantea que la educación ambiental, como campo pedagógico, está por construirse y que allí el profesorado tiene una responsabilidad importante" (PQ1, 2021)

Finalmente, desde el Conocimiento Disciplinar se destacan los contenidos curriculares que los profesores incluirían para abordar la migración climática desde la concepción de cambio climático, en donde se mencionan los estados de la

materia, las leyes de la termodinámica y las variables termodinámicas, como se muestra a continuación:

> *"Yo creo que allí sería de obligatorio estudio las leyes de la termodinámica, los estados de la materia desde las explicaciones en las que el agua, como compuesto químico, permite entender que pasa en una dinámica de equilibrios de fases. Temáticas como las transiciones de fases y eso cómo se relaciona con variables de estado como el volumen, la misma masa, con variables termodinámicas como la presión, la temperatura. Yo creo que el tema predilecto es el tema termodinámico, aunque también el tema termoquímico a la hora de estudiar reacciones químicas implicadas en estos fenómenos*" (PQ1, 2021).

Por otra parte, se mencionan los elementos químicos, la concepción de las especies vivas y su relación con el cambio climático, como se menciona en el siguiente apartado:

> "*Para yo ver esa temática que a veces la abordo desde la inorgánica, yo tengo que salirme del contexto químico, porque cuando se habla del planeta tierra y de sus ecosistemas definitivamente es necesario tener en cuenta a las especies vivas, para mí la única especie viva no es el hombre, entonces yo empiezo desde lo más minúsculo que es la bacteria que permite por ejemplo la transformación de nitrógeno inorgánico a nitrógeno orgánico para que otras especies coexistan y cómo el ser humano rompe los ciclos con solo colocar concreto y sólo eso nos lleva a cambio climático, primero por dejar de producir la especie química inorgánica que es el nitrógeno y producir otro tipo de compuestos inorgánicos como los óxidos*" (PQ2, 2021)

Cabe aclarar que dentro de los contenidos disciplinares se incluye la química verde y las energías alternativas, pero estos serán abordados más adelante puesto que se consideran como situaciones particulares debido a la frecuencia que se generó

de estas en las respuestas establecidas, de manera que pasan a ser categoría y subcategoría emergente respectivamente.

Con el fin de indagar otro tipo de consideraciones de tipo social y educativo desde los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) con respecto a la migración climática y el cambio climático en los profesores a partir las categorías a priori del CDCEA, se analizan los datos obtenidos por medio del cuestionario de actitudes, el cual está dispuesto como segunda parte de la entrevista (Anexo 1).

Las escalas Likert son de tipo ordinal, se usan constantemente en el campo de la educación para recoger percepciones o actitudes ya sea de estudiantes o profesores y adicionalmente hacen parte de estudios de tipo cuantitativo o cualitativo, son una herramienta importante para "*obtener información sobre las predisposiciones, actitudes, valoraciones y opiniones*" (Echauri, Minami y Sandoval, 2012, p. 39), que tiene un sujeto con respecto a una situación en específico.

Los datos cualitativos ordinales son aquellos que se pueden estructurar ya sea de manera descendente o ascendente. Es importante destacar que aunque un sujeto asigne un indicador específico para determinada información y otro individuo también lo haga, las razones por las cuales se escoja ese mismo indicador no son las mismas (Martínez, 2005), y es allí cuando la teoría fundamentada cobra sentido, puesto que no solo se evalúa el indicador, también la respuesta generada por el entrevistado para generar teoría.

En los estudios cualitativos se pueden hacer análisis de frecuencias (Escalante, 2009), por este motivo, los datos obtenidos en esta parte de la entrevista pueden ser analizados desde la cantidad de veces que se repite un indicador. En el siguiente cuadro se expresan los resultados obtenidos por el cuestionario de actitudes, en este se muestran las relaciones entre afirmaciones y frecuencias para cada tipo de indicador a través de la escala Likert, lo cual permite identificar aspectos adicionales

que resultan ser indirectos en torno a situaciones de tipo social y educativo que hacen parte de la problemática de estudio. Se mencionan como indirectas puesto que aunque no se abordan como ejes centrales de la migración climática, son elementos que por un lado, pueden impulsar desplazamientos desde el contexto social, mientras que por otra parte, desde el contexto educativo, permiten interpretar dinámicas de sensibilidad y afectividad que pueden producirse debido a este tipo de migraciones y como estas pueden estar presentes en la formación y práctica profesional desde el currículo a partir de los ODS Y la EDS.

Los números que aparecen en el apartado de "*Frecuencias*" (Cuadro 8) hacen referencia a las veces que se repite cada una de las afirmaciones descritas. Las respuestas generadas por cada profesor y que permiten generar diferencias en torno a sus puntos de vista, se haya escogido o no el mismo indicador, se muestra a continuación:

Cuadro 8: Datos obtenidos en la segunda parte de la entrevista sobre cambio climático y migración climática a profesores de química que han abordado espacios de Educación ambiental, cuestionario de actitudes.

Totalmente de acuerdo	**TDA**
De acuerdo	**DA**
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	**NAD**
En desacuerdo	**ED**
Totalmente en desacuerdo	**TED**

	Afirmación	**Frecuencias**				
		TDA	**DA**	**NAD**	**ED**	**TED**
1.	La migración climática afecta el derecho a la educación, la salud y la vivienda.	**1**	**1**	**1**	**0**	**0**
2.	La migración climática afecta la seguridad alimentaria en el territorio.	**0**	**2**	**1**	**0**	**0**
3.	La migración por el clima ocurre frecuentemente de espacios rurales a urbanos.	**0**	**1**	**1**	**1**	**0**
4.	El impacto por migración climática es mayor en mujeres que en hombres.	**1**	**0**	**2**	**0**	**0**
5.	El sentido de pertenencia de los individuos con su territorio es afectado por la migración climática.	**0**	**0**	**2**	**1**	**0**

6.	La resiliencia en los territorios afectados por el cambio climático podría evitar la migración climática.	2	1	0	0	0
7.	En el campo de la educación se pueden emplear estrategias de sensibilización frente a la migración climática.	2	1	0	0	0
8.	Temáticas como la migración climática incluida en el currículo de formación mejoran la práctica profesional.	1	1	0	1	0
9.	Es necesario vincular el contenido social en la práctica profesional para la enseñanza de las ciencias naturales.	1	2	0	0	0
10.	En el aula de clase el tema de migración climática genera afectividades (motivación, intereses) en el profesor en formación	0	3	0	0	0
11.	Es viable generar propuestas curriculares para formar profesores de química que busquen la interdisciplinariedad desde el estudio de la migración climática.	2	1	0	0	0

Fuente: Autor

La primera afirmación en torno a las afectaciones de la migración climática en derechos como la salud, la vivienda y la educación, no arroja un indicador con mayor frecuencia. Estas se dirigen desde el "*Totalmente De Acuerdo*" (TDA) hasta el "*Ni de Acuerdo ni en Desacuerdo*" (NAD). Dentro de las respuestas a considerar se establece que estos derechos no necesariamente pueden estar asociados a causas por el clima, si no que pueden estar sujetos a problemáticas de tipo social como la pobreza. De igual modo, se menciona que cuando una persona es obligada a salir de su territorio se comprometen sus derechos.

La segunda afirmación en donde se aborda la seguridad alimentaria como otra forma de afectación por migración climática, se evidencia una mayor frecuencia en el indicador "*De Acuerdo*" (DA), esta afirmación se sustenta por parte de los entrevistados en torno al crecimiento demográfico y como este disminuye la adquisición de alimento.

En torno a la tercera afirmación respecto a los flujos migratorios por clima de espacios rurales a urbanos, los indicadores seleccionados varían entre el "*De Acuerdo*" (DA), "*Ni de Acuerdo ni en Desacuerdo*" (NAD) hasta el "*En Desacuerdo*"

(ED). Se menciona que estas se encuentran sujetas a situaciones sociales y económicas, como se cita en seguida: "*Se presenta más a nivel rural cuando lo ambiental se une con presiones económicas o sociales*" (PQ3, 2021). Esta afirmación es importante porque permite considerar que en cierto modo la migración climática está rodeada por otras problemáticas de tipo económico o social que impulsan su desarrollo, sin embargo se considera en contravía frente al indicador "*En Desacuerdo"* (ED), puesto que se menciona que no se puede asumir que los espacios rurales son vulnerables cuando tienen de su mano el uso directo de la tierra.

La cuarta afirmación en torno a situaciones de género que podrían evidenciarse en la migración climática, la opción de "*Ni de Acuerdo ni en Desacuerdo*" (NAD) presenta una mayor frecuencia, puesto que se considera por los entrevistados que no hay un sustento teórico que fundamente esta información, sin embargo, es claro que el componente de violencia de género si podría ser causal para migrar aunque no necesariamente por clima, como se evidencia en la siguiente cita: *"El componente de violencia genera mayor presión sobre mujeres y contribuye con el desplazamiento*" (PQ3, 2021).

En torno a la quinta afirmación relacionada con la afectividad y el sentido de pertenecía con respecto al territorio del cual se migra por clima, existe una mayor frecuencia en el indicador "*Ni de Acuerdo ni en Desacuerdo*" (NAD), se destaca en general un sustento basado en que frente a este tipo de problemáticas pesa más el sentido de supervivencia, quizás la familia sea un motivante para no querer desplazarse a otro territorio pero en general las dinámicas apuntan a una necesidad de no seguir habitando el lugar.

En torno a la resiliencia como forma de evitar la migración climática por cambio climático, cuya afirmación está en el sexto lugar, se evidencia una mayor frecuencia en el "*Totalmente de acuerdo"* (TDA), mencionándose la resiliencia como un

aspecto favorecedor: "*Sí la personas pudiesen retornar y volver a construir uno podría pensar que la resiliencia si podría contribuir*" (PQ3, 2021)

Con respecto a la séptima afirmación, en donde se aborda a la educación como una estrategia de sensibilización frente a la migración climática, existe una mayor frecuencia en el "*Totalmente De Acuerdo*" (TDA). En general se menciona a la educación como una forma para generar conciencia y también como una manera de reconocimiento del fenómeno, como se refiere en seguida "*La educación puede contribuir a disminuir la vulnerabilidad por falta de conocimiento y adicional puede preparar para realizar un proceso de adaptación*" (PQ3, 2021)

Por otra parte en torno a la práctica profesional y la migración climática como una temática que permite mejorarla desde el currículo de formación, las frecuencias abordan los indicadores: "*Totalmente De Acuerdo"*(TDA), "*De Acuerdo*" (DA) y "*En Desacuerdo*" (ED). Dentro de las respuestas abordadas se destaca que este tipo de problemáticas, desde un trabajo interdisciplinar, permiten aproximarse a contenidos como la migración climática, como se cita:

> *"Estas temáticas permiten que el estudiante pueda fortalecer sus competencias e incluso pueda aprender otro tipo de cosas a través del trabajo colaborativo con otras disciplinas para abordar algo tan grande y tan complejo como el cambio climático. Sí contribuye, sí mejora y tiene ante todo una labor social, entonces me parece que vale la pena apuntarle"* (PQ3, 2021)

Sin embargo, por otra parte se aborda un desacuerdo desde la forma en como se establece el currículo pues que esto conllevaría una revisión de los mismos objetivos y de la misma visión frente a lo que se esperaría en el perfil de egresado, esto se evidencia en seguida:

> *"No estoy de acuerdo porque para mejorar la formación profesional tendríamos que ver los objetivos, la misión y la visión con la que se planteó el*

plan de estudios, que es diferente al currículo, entonces si yo modifico algo del currículo se va a ver reflejado en esa articulación que se planteó" (PQ2, 2021)

Con respecto a la novena afirmación que corresponde a la necesidad de vincular el contexto social en la enseñanza de las ciencias naturales, existe una mayor frecuencia en el indicador "*De Acuerdo"* (DA), en donde se menciona la necesidad de ir más allá del contenido disciplinar sobre todo por el contexto en que se vive: "*A veces creo que nos preocupamos mucho por el componente disciplinar pero sí creo que nos falta ese toque y creo que en un país como Colombia se requiere*" (PQ3, 2021)

Por otra parte, en torno a la migración climática como tema para generar afectividades desde la formación del profesor, el indicador "*De Acuerdo*" (DA) presentó una mayor frecuencia. Frente a esto se menciona que las afectividades dependen del perfil del estudiante y de sus mismos intereses, como aparece a continuación: "*Uno a veces encuentra diversos perfiles de estudiantes y hay gente que le interesa esto y hay otros que no, entonces yo estoy de acuerdo, a mi modo de ver sí pero para los demás no sé, depende del interés del estudiante en formación*" (PQ3, 2021)

Finamente la última afirmación en cuanto a generar propuestas curriculares para la formación de profesores de química en donde se busque la interdisciplinariedad desde el fenómeno de estudio, la mayor frecuencia se obtuvo en el indicador "*Totalmente de acuerdo*" (TDA). Se destaca la necesidad de incluir en general problemáticas ambientales desde el campo disciplinar para que puedan ser solucionadas, como aparece en seguida:

"*Pienso que la migración climática no es el todo, existen más problemáticas. Lo que para mí sí es importante decir es que sí es viable incluir en el currículo problemáticas ambientales que obviamente conlleven a que sean solucionadas de manera disciplinar*" (PQ2, 2021)

En concreto, el cuestionario de actitudes permitió identificar en los profesores entrevistados aspectos relevantes del contexto social y educativo de la migración climática. Se destaca desde el contexto social a partir de los ODS que aunque no se define si los movimientos migratorios ocurren desde espacios rurales o urbanos y no se relaciona directamente la afectación de derechos básicos como la salud, la vivienda y la educación con la problemática, si se considera que esta afecta la seguridad alimentaria. Por otra parte, se encuentra que la concepción de género por si sola puede provocar desplazamientos aunque no necesariamente están relacionados con situaciones climáticas, así mismo se identifica la resiliencia como una forma para evitar desplazamientos.

En torno al contexto educativo desde la EDS, se reconoce que problemáticas como la migración climática deben ser incluidas en la enseñanza de las ciencias naturales, puesto que la educación tiene un papel importante para la sensibilización aportando a la adaptación en el territorio. De igual manera, se destaca la necesidad de abordar la interdisciplinariedad en el currículo de formación, sin embargo, considerar que temáticas como la migración climática pueden mejorar la práctica profesional está sujeto al currículo y lo que desde allí se espera formar.

Particularidades del Cambio climático y la migración climática

A partir del análisis de las respuestas generadas en las preguntas abiertas de las entrevistas y la asignación de categorías a priori del CDCEA para cada respuesta, surgieron cinco **categorías emergentes con mayor frecuencia**, las cuales se evidencian a continuación: *ODS* (7 repeticiones), *Territorio* (7 repeticiones), *Refugiado* (6 repeticiones), *química verde* (5 repeticiones) e *interdisciplinariedad* (5 repeticiones). Las agrupaciones entre categorías a priori y emergentes de mayor frecuencia junto con las subcategorías se realizó por medio del análisis de cada respuesta generada por los entrevistados por medio de codificación abierta. A continuación, se exponen dichas agrupaciones:

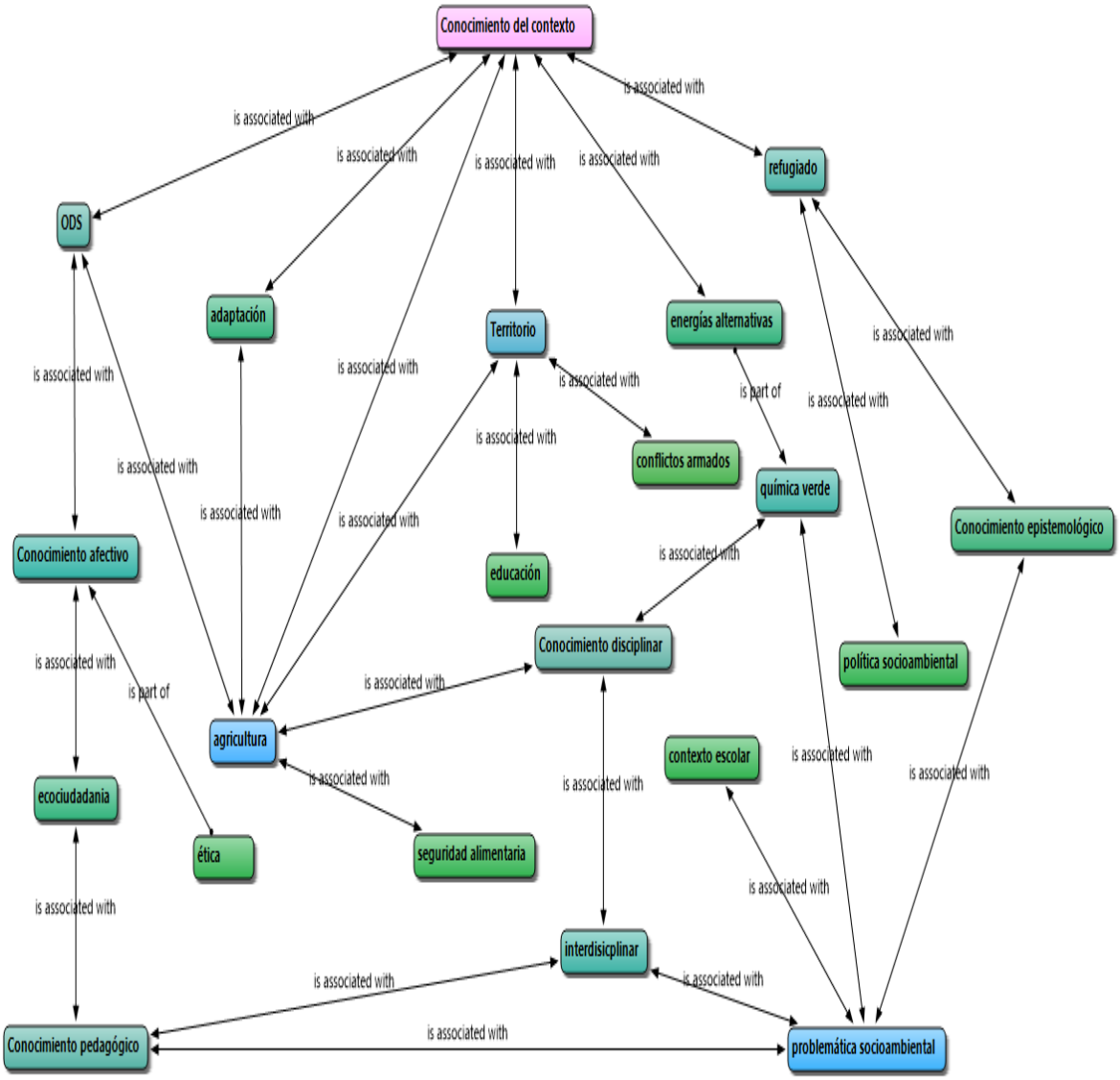
Cuadro 9: Categorías y subcategorías emergentes del CDCEA. Entrevista a Profesores de Química que han orientado espacios de Educación Ambiental

Categoría emergente	subcategorías	Tipo de conocimiento del CDCEA
ODS	Adaptación, agricultura.	Conocimiento del contexto
	Ética, ecociudadana	Conocimiento Afectivo
	Problemática socio ambiental	Conocimiento pedagógico
Territorio	Agricultura, seguridad alimentaria, conflictos armados, educación.	Conocimiento del contexto
Refugiado	Problemática socio ambiental, política socioambiental.	Conocimiento del contexto
	Problemática socio ambiental	Conocimiento epistemológico
Química verde	Agricultura, energías alternativas	Conocimiento disciplinar
	Energías alternativas	Conocimiento de contexto
	Energías alternativas	Conocimiento pedagógico
interdisciplinar	Agricultura, química verde	Conocimiento disciplinar
	Problemática socioambiental,	Conocimiento del contexto
	Problemática socieoambienta, contexto escolar	Conocimiento pedagógico

Fuente: Autor.

La codificación axial permite hacer relaciones entre categorías a priori, emergentes y subcategorías a partir de las respuestas generadas por los profesores de química. Puesto que se evidenció que las subcategorías se relacionaron en su mayoría con dos o más categorías emergentes, se realizó una sola red semántica que agrupara las cinco categorías emergentes (Imagen 10).

Imagen 10: Red conceptual. Entrevista a profesores de química, Universidad Pedagógica Nacional.



Fuente: Autor. Software Atlas.ti© Versión 7.5.4

La **categoría emergente "*ODS*"** cuya frecuencia en citas es de siete repeticiones, se relaciona con el Conocimiento del Contexto, el Conocimiento Afectivo y el Conocimiento Pedagógico de la siguiente manera:

En primer lugar, se hace una evaluación de los ODS como aproximación a la migración climática desde el fenómeno precedente: el cambio climático. De este

modo se aborda a este último como un freno e incluso retroceso del cumplimento de los ODS, lo cual impacta el problema de migración puesto que aumenta la pobreza, impulsa la desigualdad y afecta la seguridad territorial en varias de sus dimensiones, incluso desde la producción agrícola, y también perjudica los sistemas educativos, como se cita en seguida:

> "*El cambio climático permite un incremento de la pobreza a razón del crecimiento demográfico asociado a desplazamiento, lo cual se asocia con migración. Genera mayor desigualdad, hay un riesgo de seguridad alimentaria aumentando el conflicto, además permite una reducción de hábitat de acuerdo con el crecimiento demográfico y demanda de alimentos, y algo muy importante, disminuye los indicadores educativos, sanitarios y sociales*" (PQ3, 2021).

Por otra parte, se presentan dos miradas con respecto al papel de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en situaciones de adaptación y mitigación de problemas sociales como la migración climática. Por una parte se considera a los ODS como una estrategia positiva frente a este tipo de problemáticas como se evidencia a continuación: "*Su papel es garantizar el desarrollo y mejorar las condiciones de vida de la población*" (PQ3, 2021), puesto que estos surgen en la Agenda 2030 en donde uno de sus puntos clave aborda la disminución de CO_2 a través de la incursión de energías limpias, las cuales limitarían las migraciones por clima desde la concepción de cambio climático. Sin embargo, por otra parte se considera en contradicción el papel de los ODS en este tipo de problemáticas desde el concepto de desarrollo sostenible y el cuidado del recurso como motivante de desplazamientos, puesto que en muchas ocasiones el recurso natural (entendiendo este último como una forma de apropiación regional) es visto sólo como un recurso económico, dejando de lado el verdadero sentido de cuidado al que estos objetivos apuestan, como se ejemplifica a continuación:

> *"Mi mirada es algo escéptica pues el concepto mismo del desarrollo sostenible está en la lógica capitalista de entender al recurso natural como un stock de capital porque de hecho el concepto de desarrollo sostenible es: preservarás los recursos actuales, harás uso de ellos sin que las generaciones*

futuras estén en peligro de no usarlos, pero el desarrollo sostenible resulta limitado en términos de generar una discusión ética al rededor del cuidado de la vida y lo vivo y sustentar la vida." (PQ1, 2021)

Por último, un aspecto importante a destacar dentro de esta categoría es el desconocimiento, por parte de los profesores, de políticas que se relacionen con la migración climática además de los ODS, la ONU y la UNESCO como posibles políticas, como se observa: "*No conozco políticas muy específicas más allá de entidades como la UNESCO o la ONU para el desarrollo sostenible. De hecho me gustaría profundizar en el conocimiento de esas políticas*" (PQ1, 2021)

Con respecto a la **categoría emergente "*Territorio*"**, esta se plantea desde el Conocimiento del Contexto a partir de varias concepciones: en primer lugar, se aborda esta categoría desde la forma en la cual el cambio climático afecta la sostenibilidad en el territorio, para ello se menciona como perjudica las cosechas, la agricultura, la seguridad alimentaria y las dinámicas económicas y sociales, como se cita a continuación:

> *"De múltiples maneras algunas, tal vez insospechadas, quizá puede afectar en algo muy puntual como la dinámica climática para cultivar, para sostener la economía agrícola y la seguridad alimentaria en los territorios, afecta la vida y afecta el vivir en los territorios*" (PQ1, 2021).

Adicionalmente, se relaciona al cambio climático desde una mirada en donde este cambia las formas de producción económica modificando los estilos de vida, como se cita: "*El cambio climático cambia las actividades económicas entonces tendría que haber una readaptación en el territorio y volver a empezar*" (PQ2, 2021).

En segundo lugar, la categoría de "*Territorio"* se relaciona con la dinámica de conflictos armados por tenencia de tierra, aunque no necesariamente para dimensionar afectaciones que conllevan a migraciones por clima. En particular se

evidencia que el conflicto armado se asocia más a migraciones de orden político o social pero no se asocia con situaciones a raíz del clima, como se muestra:

> *"En un contexto como el nuestro considero que los conflictos armados se han relacionado más fundamentalmente a la disputa entre el establecimiento, me refiero al gobierno del estado y grupos insurgentes subversivos que desde la década del 60 en Colombia han optado por hacer una lucha armada en oposición, este es un conflicto armado, pero no lo asocio con la migración climática en el marco de ese primer agente que puedo identificar. También puede ser por un factor de desigualdad y la disputa por la tenencia del territorio y la riqueza"* (PQ1, 2021)

En torno a relaciones directas entre el territorio y la migración climática, se muestran algunos ejemplos en los cuales se evidencia la forma en como las poblaciones a pesar de las consecuencias del cambio climático, se resisten a huir. Situaciones que incluso se han abordado en espacios de clase: "*Estábamos en educación ambiental hablando de los continentes y de una isla que por cambio climático se está hundiendo y les están solicitando que deben movilizarse pero la población esta negada a hacer su traslado de territorio*" (PQ2, 2021).

Finalmente, con respecto a la categoría "*Territorio*" se hace una asociación con la categoría que se presenta a continuación, la cual corresponde a "*Refugiado*", en este caso, desde el Conocimiento del Contexto, la dinámica de refugiado es abordada desde los derechos que en este último son vulnerados. Por consiguiente, se abarcan derechos que de faltar en una sociedad, afectan a los individuos, incluso al refugiado, como aparece en seguida: "*No sé si el derecho a habitar el territorio, el derecho al recurso natural, al agua, a la calidad de vida, al arraigo cultural, el derecho fundamental a la vivienda, al alimento, a la salud y a la educación*" (PQ1, 2021)

Continuando con la **categoría emergente "*Refugiado*"**, esta se relaciona con las categorías a priori Conocimiento del Contexto y Conocimiento Epistemológico. Inicialmente se evidencia como el mismo concepto de refugiado climático desde el conocimiento epistemológico difiere del concepto de migrante, entendiéndose el primero como aquel que se desplaza de manera voluntaria en busca de una mejor condición de vida pero que dentro de sus motivos de desplazamiento no contempla como causas situaciones asociadas al clima, para esto se cita lo siguiente:

> *"El concepto hace alusión a quienes huyen de presiones y no se considera muy adecuado ya que la connotación de refugiado a estado relacionada con las personas que huyen de una persecución por raza, religión, nacionalidad u opiniones y no se asocia con temas ambientales"* (PQ3, 2021).

En torno a políticas socio ambientales que funcionarían como medidas para proteger al refugiado por clima, existen varios escenarios: en un primer lugar se mencionan posibles medidas que deberían trabajar deferentes entes gubernamentales para favorecer a los refugiados por cambio climático, para lo cual es importante darle una definición para establecer diferencias entre refugiados por problemáticas sociales y refugiados por problemáticas a causa del clima, como se evidencia a continuación: "*Deberían brindar protección alimento, refugio, educación y salud, pero los procesos son muy limitados y de escaso interés. Falta definir desde lo político, medioambiental y legal el concepto de refugiado político y medioambiental*" (PQ3, 2021). Por otro lado y atendiendo al desconocimiento del concepto de refugiado climático, se evidencia que las medidas en torno a políticas socio ambientales son reducidas, solo se asocian medidas dadas a refugiados por problemáticas netamente sociales como aparece a continuación:

> "*Medidas para refugiados por el clima, no conozco, no sabría decirte, sé que aquí en Colombia como medidas para refugiados se han venido tomando algunas, sé que en el 2016 el gobierno suscribió un tratado de paz con las FARC también derivo de allí una justicia especial para la paz y entiendo que hay un*

capítulo especial de políticas socio ambientales, pero no me atrevo a ir más allá porque no lo conozco" (PQ1, 2021)

En torno a la **categoría emergente "Química *verde*"**, esta se encuentra relacionada con categorías a priori como el Conocimiento del Contexto, Disciplinar y Pedagógico. En primer lugar, se aborda cómo desde el conocimiento químico se podría articular la migración climática, para lo cual se menciona que es una buena opción introducir la química verde desde las energías alternativas, como se cita en seguida: "Yo *articularia la migración climática trasladando los 12 principios de la química verde a la educación en química y a la formación de profesorado y desde promover una educación sobre las energías alternativas"* (PQ1, 2021)

Por otra parte, dentro de los contenidos curriculares que se incluirían para abordar la temática de migración climática en el aula de clase tanto en el currículo implícito como en el currículo explicito se menciona la química verde de mano de las prácticas agrícolas.

Finalmente, la **categoría emergente *"Interdisciplinar"*** se aborda desde el Conocimiento Pedagógico, Disciplinar y del Contexto. En esta categoría se destaca las interdisciplinariedad como forma de encontrar la solución frente a problemas socio ambientales como la migración climática, se toman como ejemplos lo siguientes: *"Yo no me enfoco solamente en la química, yo definitivamente pienso que un problema ambiental tiene que ser interdisciplinar para encontrar la solución*" (PQ2, 2021), también se cita: *" Yo considero que es importante el estudio de problemas socio ambientales, la investigación cobra un sentido interdisciplinar y colaborativa entre saberes"* (PQ3, 2021)

En definitiva, la entrevista a profesores arroja resultados, tanto en las preguntas abiertas como en el cuestionario de actitudes, que permiten reconocer elementos existentes en el CDCEA para tratar aspectos relacionados con el cambio climático y, por transferencia, con la migración climática. Sin embargo, hay un

desconocimiento del fenómeno desde su origen y su concepto puesto que se identifica como si fuese el mismo cambio climático, lo cual hace que las asociaciones en torno al contexto político y social se vean limitados a situaciones de desplazamiento, no necesariamente asociadas a factores climáticos, generando un desequilibrio. Cabe resaltar que a medida que se desarrolló la entrevista, los profesores identificaron algunos elementos que componen el fenómeno, sin embargo, sus apreciaciones siguen siendo alejadas desde lo que en realidad es la migración climática.

Por otra parte, se destaca la importancia que se da en torno a la interdisciplinariedad y el abordaje en general de contenidos de tipo social en la enseñanza de la química. En este sentido, se reconocen aspectos a partir de los cuales el cambio climático se asocia con el contenido disciplinar de la química y cómo desde allí se pueden hacer aproximaciones para abordar la migración climática.

7.2.2 Entrevista sobre cambio climático y migración climática a expertos en oceanografía- paleoclimatología

De igual modo que en la entrevista a profesores, inicialmente se brinda la información investigativa y laboral de ambos profesionales para reconocer la experiencia de cada uno en el campo de la oceanografía y la paleoclimatología, teniendo en cuenta que ambos investigadores laboran actualmente en el Instituto de Investigaciones en Estratigrafía de la Universidad de Caldas (IIES). De igual manera los nombres reales se omiten y se cambian por códigos. La información de códigos, significado y experiencia se muestra a continuación:

Cuadro 10: Códigos y caracterización de los expertos en oceanografía y paleoclimatología entrevistados

Código	significado	Descripción profesional
EOP1	"Experto en oceanografía y paleoclimatología #1"	Geólogo, paleontólogo, Magister en Geología y Geoquímica, tiene siete años de experiencia en el estudio de la paleontología y sus implicaciones en cambios

		ecológicos y climáticos, como docente de la Universidad de Caldas e investigador del Instituto de Investigaciones en Estratigrafía de la misma institución. Realizo una estancia de investigación en el Instituto Smithsoniano. Las investigaciones realizadas en el campo de la paleoclimatología y la oceanografía se han basado en cambios climáticos producidos por el levantamiento de la Cordillera de los Andes, y su efecto en los ecosistemas acuáticos, la microfauna de los arrecifes coralinos colombianos y su posible respuesta al cambio climático actual, Paleoceanografía en la Amazonía: las incursiones marinas en el Amazonas, sus puentes y organismos migrantes a estos nuevos ambientes.
EOP2	"Experto en oceanografía y paleoclimatología #2"	Geólogo- micropaleontólogo, Magister en Ciencias de la Tierra, candidato a PhD de la Universidad de Salamanca España, línea de Investigación: Paleontología, Geología Sedimentaria y Cambio Climático. Ha sido profesor de la Universidad de Caldas en áreas afines como geología marina y paleoclimatología, durante 6 años aproximadamente. Ha participado en algunos trabajos científicos relacionados con microfósiles calcáreos en el Instituto de Investigaciones en Estratigrafía durante aproximadamente 9 años. De igual manera, ha realizado estancias en Rutgers University y Florida University, donde tuvo la oportunidad de trabajar con isótopos estables y su aplicación en foraminíferos.

Fuente: Autor

El instrumento está compuesto por 15 preguntas abiertas (Anexo 2). Luego del análisis desde las categorías del CDCEA de las entrevistas a investigadores y la selección de citas relevantes a través de las respuestas generadas en cada pregunta abierta (Anexo 6), se establece que el Conocimiento Disciplinar tuvo una mayor frecuencia con 30 repeticiones, seguido del Conocimiento Histórico con 13 repeticiones, el Conocimiento del Contexto con 5 repeticiones, el Conocimiento Epistemológico y Pedagógico con 4 repeticiones respectivamente y finalmente el Conocimiento Afectivo con 3 repeticiones.

Adicionalmente, las categorías emergentes con mayor frecuencia encontradas a partir de este análisis corresponden a: "*Isotopo*" (9 repeticiones), "*Fósil"* (8 repeticiones), "*Clima"* (8 repeticiones) y finalmente "*Océano*" (6 repeticiones). La codificación abierta permitió hacer agrupaciones entre categorías a priori, categorías y subcategorías emergentes, como se evidencia a continuación:

Cuadro 11: Categorías y subcategorías emergentes del CDCEA. Entrevista a expertos en oceanografía y paleoceanografía.

Categoría emergente	subcategorías	Tipo de conocimiento del CDCEA
isótopo	oxigeno	Conocimiento del disciplinar
fósil	Foraminífero, ostrácodos, carbonato de calcio, vida	Conocimiento disciplinar
		Conocimiento histórico
clima	Paleoclimatología, glaciaciones e interglaciaciones, variabilidad climática	Conocimiento disciplinar
		Conocimiento histórico
océano	Atmosfera, hidrosfera, protección	Conocimiento del contexto
		Conocimiento disciplinar
		Conocimiento histórico
		Conocimiento pedagógico
		Conocimiento afectivo

Fuente: Autor.

Los datos anteriores permitieron, por medio de la codificación axial, asociar las categorías a priori con categorías y subcategorías emergentes. Estas relaciones se evidencian por medio de redes semánticas. En este caso las categorías se agruparon en una sola red (Imagen 11)

La **categoría emergente "*Isótopo*"** abarca únicamente a la categoría a priori "Conocimiento Disciplinar", en este se destaca la interpretación en cómo estos son usados en estudios oceanográficos y paleoclimáticos para abordar el cambio climático. Se menciona que aquellos que se usan constantemente como paleotermómetros son los isotopos de oxígeno y que estos se relacionan con climas fríos o cálidos. Cuando hay climas cálidos, el oxígeno 16 se evapora y queda en la atmosfera mientras que el oxígeno 18 permanece en el océano, como se aborda a continuación:

> *"Cuando se tiene una masa de agua sometida a calor, es normal que se evapore agua, en el proceso de evaporación a la naturaleza le queda más fácil tomar moléculas de agua con O^{16} que es más liviano. Por lo tanto, la atmosfera*

se enriquece en O^{16}, mientras que la masa de agua se empobrece en ese isotopo, concentrando más del O^{18}" (IOP2, 2021).

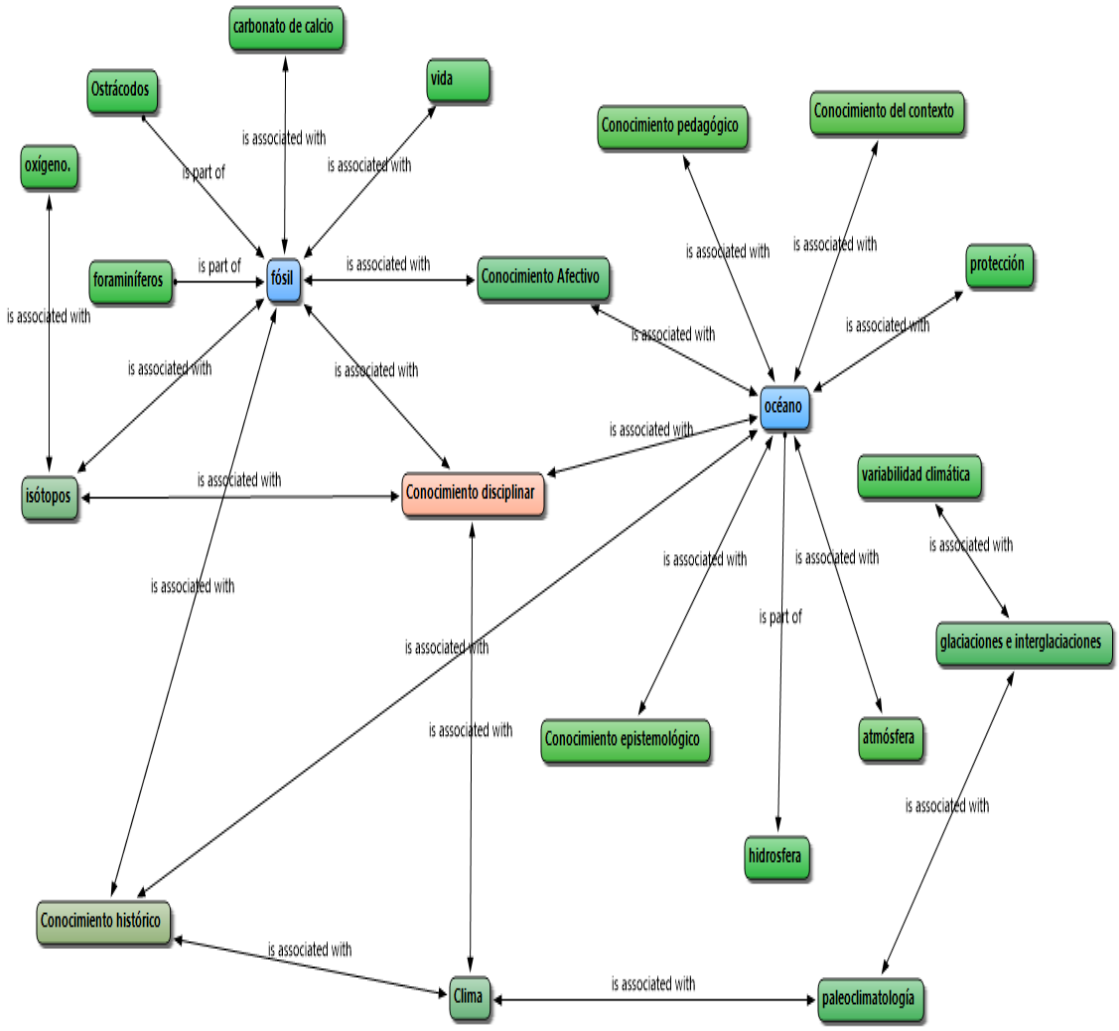
En torno a la **categoría emergente "*Fósil*"**, en esta se ubican el Conocimiento Disciplinar y el Conocimiento Histórico. Esta categoría se relaciona ampliamente con la categoría "Isotopo". En primer lugar, es importante destacar que los fósiles usados para estudios climáticos en el instituto abordan dos tipos: foraminíferos y ostrácodos. Existe una relación particular entre el carbonato de calcio que se aloja en las conchas con los isotopos de oxígeno, los cuales permiten determinar los climas presentados en ciertas eras geológicas desde la micropaleontología.

En específico, los isotopos de oxígeno cambian en la calcita en función de la temperatura por situaciones que abordan la composición del agua, el dióxido de carbono en relación a la hidrosfera y la atmosfera y finalmente cómo estos hacen parte de la calcita como se cita a continuación:

"Tanto el CO_2, como las moléculas de agua y los cationes de calcio, hacen parte de los componentes para formar la calcita o carbonato de calcio $CaCO_3$, que por ejemplo en los foraminíferos, sería parte de un esqueleto biomineralizante. En momentos en los que el O^{16} se concentra en la atmósfera, la concha se enriquece más en O^{18}" (IOP2, 2021)

En relación a la concepción de vida, se aborda cómo los organismos absorben dióxido de carbono el cual compone el carbonato de calcio presente en las conchas. Cuando estos mueren, este carbonato se convierte en roca. Al extraer los sedimentos en donde se encuentran los fósiles, las relaciones entre el carbonato de calcio y los isotopos van a permitir comprender el cambio del clima en los tiempos en los cuales habito determinada especie. Desde allí también se incluye el censo de fauna como forma para abordar el clima a partir de la identificación y asociación de especies a determinada era geológica.

Imagen 11: Red conceptual. Entrevista a expertos en Oceanografía y paleoclimatología.



Fuente: Autor. Software Atlas.ti© Versión 7.5.4

Por otra parte, la **categoría emergente "*Clima*"** aborda el Conocimiento Disciplinar e histórico desde las subcategorías "Paleoclimatología", "Glaciaciones e interglaciaciones" y "Variabilidad climática". Para la interpretación del clima se destaca la importancia que los investigadores le otorgan a la paleoclimatología puesto que esta permite interpretar la variabilidad climática en la historia de la tierra e incluso se determina como el estudio climático pasado permite realizar modelos a futuro en donde se puedan evaluar posibles consecuencias medio ambientales producto de aumento de la temperatura:

“Los estudios geológicos intentan obtener la mayor cantidad de información relacionada con el clima pasado para extrapolar y comparar con los actuales. De esta manera se pueden hacer modelizaciones e intentar predecir cuál podría ser el aumento del nivel del mar si se derriten los polos, como se comportarán algunos organismos ante posibles aumentos en la temperatura” (IOP2, 2021)

Desde esta misma perspectiva, la variabilidad climática se relaciona con situaciones modifican el clima, puesto que los ciclos orbitales, como evento natural, favorecieron la aparición de periodos glaciares e interglaciares.

Finalmente, la **categoría emergente “Océano”** en donde se incluyen subcategorías de tipo: Atmosfera, Protección e Hidrosfera, permite el abordaje del Conocimiento del Contexto, Disciplinar, Histórico, Pedagógico y Afectivo, desde el cuidado del hábitat y los organismos que lo habitan y cómo el papel para su protección esta de la mano de la Educación Ambiental. A partir de lo anterior se cita:

“El océano es quizá una de las respuestas ante la mitigación del cambio climático actual. Muchos de los organismos que actualmente viven en el océano tienen la capacidad de almacenar CO_2 al formar sus caparazones de carbonato de calcio (…) Sí no se protegen los ecosistemas en donde habitan estos organismos, se podría experimentar una extinción de estos (…) La Educación Ambiental, en términos de conocimiento, protección, y divulgación del océano es fundamental para enseñar a las comunidades lo importante que es la hidrosfera en la batalla contra el cambio climático, pero al mismo tiempo, es necesario que la gente sepa que el océano es un ecosistema muy frágil y que necesita con urgencia políticas que vayan en pro de su cuidado” (IOP2, 2021)

Finalmente es importante destacar que frente al fenómeno de estudio que corresponde a la migración climática desde el Conocimiento Histórico y el

Epistemológico, los investigadores hacen relaciones en torno a migraciones de organismos y cómo estas se han evidenciado en la historia; situaciones que podrían repetirse en la sociedad actual, lo cual se referencia a continuación:

> *"Desde un punto de vista geológico, hemos podido ver cómo algunos organismos tuvieron que adaptarse o extinguirse cuando las variaciones climáticas fueron extremas, este es un punto de partida para demostrar que nuestra suerte como sociedad moderna puede ser la misma"* (IOP2, 2021).

En efecto, la mirada del investigador aporta el contenido científico que rodea a la migración climática a partir de la identificación del fósil y la manera en como éste se relaciona con el isotopo y la composición de las conchas de foraminíferos u ostrácodos. Tanto el isotopo como el censo de fauna son herramientas útiles para comprender la variabilidad climática y el cambio climático, en conjunto, permiten interpretar el concepto de migración climática desde el estudio en microrganismos. De igual modo, la perspectiva del investigador permite otorgarle un papel importante al océano como forma para mitigar el cambio climático, por ello la necesidad de protegerlo y enseñar desde la Educación Ambiental a su conservación.

7.2.3 Concepción científica y didáctica

En este apartado se hace un paralelo para reconocer la concepción científica y didáctica que se puede extraer de los resultados de esta etapa. Para ello inicialmente se recogen las categorías emergentes extraídas tanto en la entrevista para profesores en química como en la entrevista para investigadores en oceanografía y paleoclimatología, luego de reunidas se les asigna un significado orientando hacia el tipo de concepción con la que se relacionan (Cuadro 12) para finalmente establecer la teoría por codificación selectiva dando respuesta a esta etapa como corresponde en la teoría fundamentada. Cabe aclarar que los resultados extraídos del cuestionario de actitudes en la entrevista a profesores permiten complementar la justificación frente a cada tipo de concepción desde el

contexto social y educativo en torno a los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la Educación para el Desarrollo Sostenible.

Reconocer la concepción científica y didáctica permite identificar los elementos que existen en relación a la problemática de migración climática y aquellos que se necesitan para comprender el tema con la intención de adaptarlo y enseñarlo en el aula de clase. Para este fin la mirada del profesor es complementada con la mirada del investigador.

Cuadro 12: Concepción científica y didáctica de la migración climática desde el CDCEA

Categorias emergentes	
Entrevista a profesores: ODS, territorio, refugiado, química verde, interdisciplinar.	**Entrevista a investigadores**: isótopo, fósil, clima, océano.
Concepciones	
Concepción científica:quimica verde, isótopo, fósil, clima, océano.	**Concepción didáctica**: ODS, territorio, refugiado, interdisicplinar

Fuente: Autor

Específicamente, la **Concepción didáctica** de la migración climática, abarca la interpretación de este tipo de problemáticas como una forma para mejorar la práctica profesional desde la labor social que implica cuando estas son incluidas en el currículo. De igual modo, el reconocimiento de la Educación Ambiental y la educación para el desarrollo sostenible para abordar estas situaciones favorece el pensamiento crítico, la sostenibilidad y la ecociudadanía como forma para tomar decisiones responsables con el entorno.

Por otra parte, para esta concepción, los ODS actúan como un factor importante para solucionar problemáticas, específicamente aquellas que suceden por cambio climático, sin embargo, se debe ser cuidadoso con el concepto de sostenibilidad y

cómo este se interpreta para entender este tipo de situaciones. En esta dirección, la interdisciplinariedad permite desarrollar en el aula este tipo de temáticas encontrándole un sentido a los contenidos disciplinares que se enseñan en la clase con respecto a la comprensión de contextos actuales y reales, identificando las consecuencias que el cambio climático genera en el territorio y cómo regiones inseguras impulsan desplazamientos, lo cual en consecuencia implica la vulneración de derechos para el que migra y para aquel que, ya asentado en un lugar, pasa a ser un refugiado climático.

Con respecto a la **Concepción científica**, los contenidos disciplinares que se pueden relacionar con la migración climática implican las leyes de la termodinámica y los cambios de estado junto con los elementos químicos, la concepción de lo vivo, la formación de elementos, la química verde y las energías alternativas como forma para comprender y mitigar el cambio climático. En otro orden de ideas, se incluye al isotopo como concepto para entender como ocurrió el clima en tiempos anteriores como las glaciaciones e interglaciaciones, así como sucede actualmente y plantear modelos futuros. El isotopo de oxígeno tiene una incidencia particular en este tipo de estudios, puesto que permite identificar las formas en cómo estos se encuentran inmersos en la composición de las conchas de microfósiles, siendo propicios para estudiar el clima y así comprender fenómenos como la variabilidad climática o el cambio climático. De igual manera se incluye para este tipo de concepción al océano como ecosistema fundamental para regular la temperatura, por lo tanto, su reconocimiento permite generar conciencia frente al cuidado e importancia de este para evitar desplazamientos poblacionales por clima.

Para finalizar, en torno a la concepción didáctica, el profesor posee todos los elementos descritos: *ODS, territorio, refugiado* y la noción *interdisciplinar*, sin embargo, estos no están muy relacionadas con la migración climática, sino que se abordan para migraciones de tipo social o en general para otro tipo de problemáticas ambientales (aunque en torno a los ODS se identifican elementos que hacen parte del objetivo 13 "*acción por el clima*" como es el caso de la resiliencia). Aquellos

elementos que tienen una aproximación, están dados a partir de la interpretación de cambio climático a través de una mirada antropocéntrica. Por otra parte, desde la concepción disciplinar, los profesores mencionan la química verde la cual es fundamental para el desarrollo de procesos basados en la Educación Ambiental, sin embargo, omiten concepciones disciplinares como *isotopo, fósil, clima* y *océano* que no solo abordan el fenómeno de cambio climático si no que se relacionan con la variabilidad climática, lo cual desde el campo disciplinar, permitiría hacer asociaciones para comprender la migración climática desde su globalidad conceptual.

En esta dirección, la mirada del investigador cobra sentido como complemento a la concepción disciplinar que el profesor requiere en su enseñanza. El investigador interpreta la migración climática desde su conocimiento a partir de desplazamientos de microrganismos por efectos del clima y bajo su campo de acción ofrece elementos importantes. La entrevista a investigadores arrojo una mayor frecuencia en el Conocimiento Disciplinar y sus aportes conducen no solo a entender la dimensión climática desde el cambio climático sino también desde fenómenos naturales en donde hay una correspondencia con variaciones o variabilidades climáticas.

7.3 Etapa: Estudio curricular

Para esta etapa se realizó inicialmente una revisión del Plan de estudios versión 3.0 del programa de Licenciatura en Química, se escogió esta versión por dos razones: primero porque en el Plan de Desarrollo Institucional de la Universidad Pedagógica Nacional para el periodo 2020 a 2024 se hace un énfasis particular del contenido ambiental en la formación de profesores y segundo porque la intencionacionalidad del presente trabajo es contribuir a los programas sintéticos de los espacios académicos de la Licenciatura puesto que estos aún están en construcción.

El Plan de estudios versión 3.0 se compone de diez semestres en donde se encuentran 50 espacios académicos y 160 créditos dispuestos por ciclos de fundamentación y profundización y cuatro componentes de formación los cuales son: componente de fundamentos generales en donde se abarcan competencias básicas y competencias generales, componente de saberes específicos y disciplinares en donde se encuentran competencias procedimentales, componente de pedagogía en donde se encuentran competencias científicas y componente de didáctica de las disciplinas en donde se incluyen competencias investigativas, en general para los cuatro componentes se abarcan las capacidades del educador. De igual modo, el plan de estudios está compuesto por tres momentos de práctica: Fundamentación- Conceptualización- Observación, Fundamentación- Conceptualización- Interacción e Inmersión- Investigación- Profundización.

La revisión del plan de estudios del programa de Licenciatura en Química se realizó con el fin de seleccionar los espacios académicos en los cuales se pueda abordar la temática de migración climática (Cuadro 13). Se seleccionaron 12 espacios los cuales se describen a continuación:

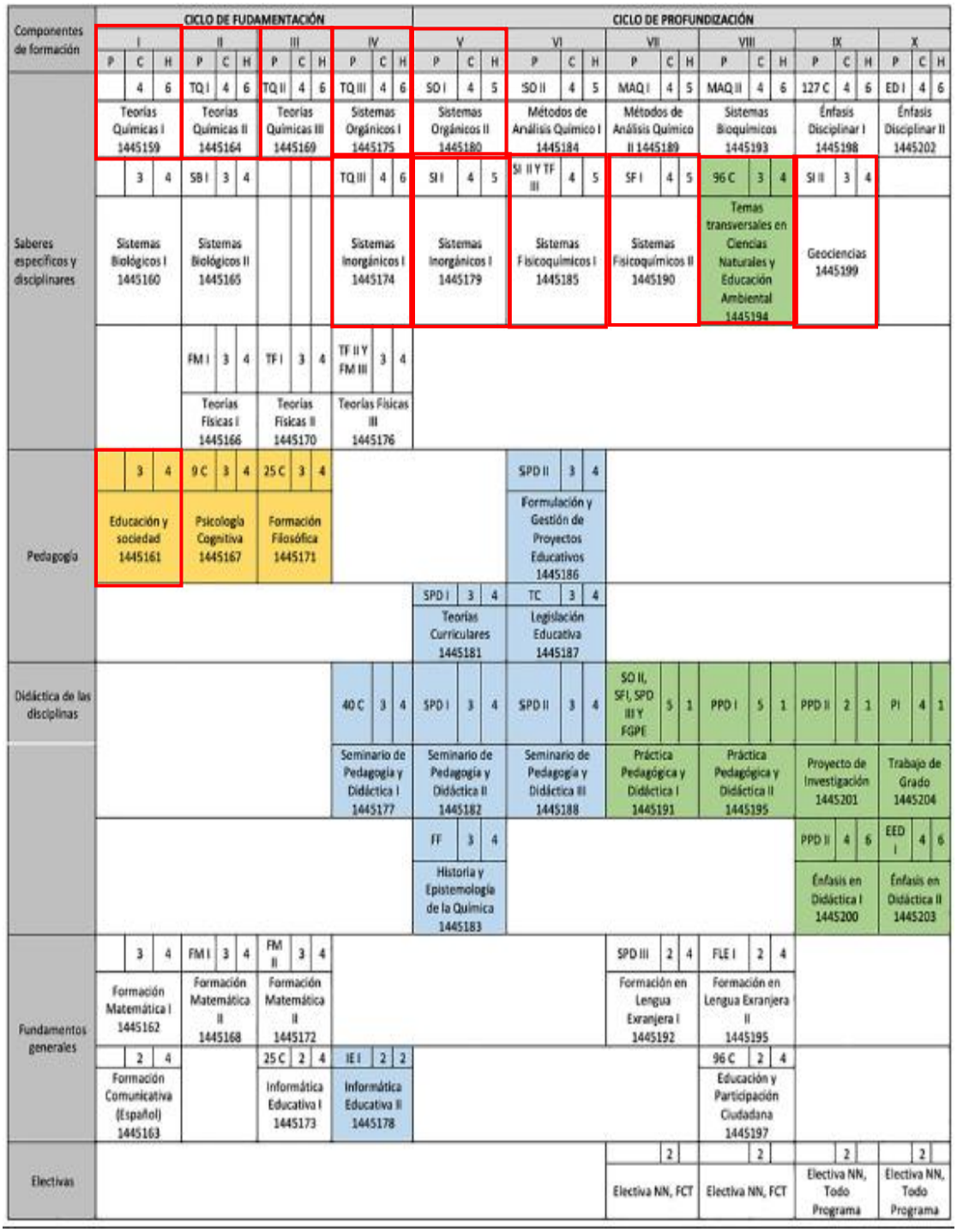
- Ciclo de fundamentación: Componente de saberes específicos y disciplinares (Teorías químicas I, Teorías químicas II, Teorías químicas III, Sistemas orgánicos I, Sistemas inorgánicos I), componente de pedagogía y momento de practica Fundamentación- conceptualización- observación (Educación y sociedad).

- Ciclo de profundización: Componente de saberes específicos y disciplinares (Sistemas Orgánicos II, Sistemas inorgánicos II, Sistemas Fisicoquímicos I, Sistemas Fisicoquímicos II, Geociencias y Temas transversales en Ciencias Naturales y Educación Ambiental el cual hace parte del momento de practica Inmersión- intervención- investigación- profundización.

Posteriormente se realizó una revisión y análisis a través del programa Atlas.ti© de los planes sintéticos de los espacios académicos seleccionados partiendo de los conocimientos del CDCEA (categorías a priori), con el fin de identificar citas relevantes y categorías emergentes (Anexo 7) que permitieran hacer ***relaciones entre los elementos que existen en los programas sintéticos*** y cómo desde allí se podría abordar la temática de migración climática en el currículo de formación de profesores de química.

Cabe resaltar que aunque para la presente etapa se realizó un análisis de citas y categorías emergentes con mayor frecuencia en donde se tuvo en cuenta los doce espacios académicos seleccionados, se hizo un análisis específico para dos espacios académicos en particular los cuales son "*Geociencias*" y "*Temas transversales en ciencias naturales y educación ambiental*" puesto que estos, como se expuso en el marco teórico, tienen una amplia relación de elementos que se pueden articular con la migración climática, dada la importancia de reconocer dicha problemática desde el origen y contextualización del concepto y sus efectos en la sociedad.

Cuadro 13: Plan de estudios del programa en Licenciatura en Química. Espacios académicos seleccionados



Fuente: Autor. Tomado de: http://cienciaytecnologia.pedagogica.edu.co/vercontenido.php?idp=373&idh=376&idn=10777

Con respecto al espacio académico "*Temas transversales en ciencias naturales y educación ambiental"*, se hizo un análisis del programa sintético puesto que este desde el mismo nombre del curso hace una invitación a evaluar cómo la transversalidad de la educación ambiental está siendo manejada en dicho espacio y cómo esta se está articulando con las ciencias naturales, lo cual aporta a la presente investigación. El programa sintético de este espacio académico indica que los contenidos que hacen parte del curso son contextualizados y surgen luego de un debate en donde intervino la comunidad educativa en donde se tiene en cuenta los contenidos previos adquiridos por los estudiantes en semestres anteriores, tal y como aparece en la siguiente cita textual del programa sintético:

> *"Este seminario de temas transversales busca articular y aplicar las áreas temáticas abordadas en los espacios académicos de los componentes de Saberes Específicos y Disciplinares, y el de componentes de formación de Didáctica de las Disciplinas y de Pedagogía. Es por ello que los contenidos y actividades obedecen a reconocer y aplicar conceptos en actividades de enseñanza y aprendizaje en contextos específicos, luego de un profundo análisis y discusión de los estudiantes y profesores"*

Lo cual llama la atención puesto que se entiende que el microcurrículo surge de aspectos que tanto profesores y estudiantes han identificado importantes en el desarrollo profesional en torno a la educación ambiental y la enseñanza de las ciencias, por ello los contenidos que aparecen allí son fundamentales en la formación de profesores de química y tienen un impacto favorable para el egresado, además denota la necesidad de articular contenidos disciplinares de la química, física, biología y las geociencias con contenidos de la Educación Ambiental y su contribución al campo tecnológico, social y ambiental como aparece en el mismo programa y se cita a continuación:

> *"En esta perspectiva el seminario de temas transversales abordará contenidos de la Química, la física, la Biología, las ciencias de la tierra, la educación ambiental y el Desarrollo sostenible, en su relación con algunas de*

las revoluciones científicas, que han aportado en el desarrollo de la Ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente."

Por otra parte el análisis también se enfatiza en el espacio académico de "*Geociencias"* puesto que teóricamente, este tipo de espacios académicos permite:

> *"Formar una visión de naturaleza amplia, histórica y orgánica, y para contribuir a la enseñanza tanto en las universidades formando los diferentes profesionales, como en las escuelas formando al ciudadano común (…) sobre los procesos globalizadores y la interdependencia entre Sociedad y naturaleza"*(Compiani, 2002, p. 165)

Teniendo en cuenta que las geociencias desde la educación ambiental y la sostenibilidad actúan como una herramienta para generar conciencia frente al planeta, los recursos que ofrece y su buen uso (Torres y García, 2019), se aborda el espacio académico desde la concepción del Sistema Ambiental Global a partir de una mirada física y química de la siguiente manera:

> "*De acuerdo a las temáticas desarrolladas en los espacios académicos del componente de formación de saberes específicos y disciplinares, los estudiantes han desarrollado la capacidad para interpretar y aplicar conceptos básicos y específicos, así como analizar los procesos de transformación química y física de las sustancias en el Sistema Ambiental Global, SAG*."

Es preciso enfatizar que como afirma el Instituto de Tecnologías Educativas de España ITE (s.f.), son denominados sistemas ambientales la Hidrosfera, la Atmosfera, la Litosfera y la Biosfera, sin embargo; en términos meteorológicos y climáticos, la Atmosfera y la Hidrosfera son los que más confluyen, adicionalmente se adjunta un último sistema denominado Noosfera, en donde se incluye la actividad humana la cual regula los demás sistemas (Instituto de Tecnologías Educativas, s.f.).

Posteriormente, luego de analizar los doce espacios académicos, se identificaron categorías emergentes desde las categorías a priori del CDCEA (Cuadro 5). Estas

indican las temáticas más representativas en el microcurrículo que pueden asociarse con la migración climática. Las categorías emergentes corresponden a: *sociedad- ambiente* con 23 repeticiones, *termodinámica* con 9 repeticiones y *Sistema Ambiental Global* con 8 repeticiones.

Con respecto a las categorías a priori del CDCEA, se encontró que el Conocimiento Disciplinar tuvo una mayor frecuencia (38 repeticiones), seguido del Conocimiento del Contexto (28 repeticiones), el Conocimiento Pedagógico (13 repeticiones), el Conocimiento Histórico (12 repeticiones), el Conocimiento Epistemológico (12 repeticiones) y finalmente el Conocimiento Afectivo (8 repeticiones).

La agrupación entre categorías a priori, emergentes y subcategorías para la etapa de evaluación curricular realizada a partir de comparación por codificación abierta se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 14. Categorías y subcategorías emergentes desde la evaluación curricular en relación a los conocimientos del CDCEA

Categoría emergente	subcategorías	Tipo de conocimiento del CDCEA
Sociedad-Ambiente	Economía, cultura, política.	Conocimiento del contexto
	Industria, tecnología, desarrollo sostenible.	Conocimiento disciplinar
	ODS, toma de decisiones, participación ciudadana.	Conocimiento pedagógico
	Valores.	Conocimiento afectivo
Termodinámica	Vida cotidiana.	Conocimiento del contexto
	Energía, temperatura.	Conocimiento histórico
	Energía, temperatura.	Conocimiento epistemológico
	Energía, temperatura.	Conocimiento disciplinar
	Trabajo en equipo.	Conocimiento afectivo
	Trabajo en equipo.	Conocimiento pedagógico
Sistema Ambiental Global	Economía, sociedad, desarrollo sostenible.	Conocimiento del contexto
	Océano, glaciaciones, evolución, Antropoceno.	Conocimiento histórico
	Átomo, isotopo, elemento, tabla periódica.	Conocimiento disciplinar

	Océano, glaciaciones, evolución, Antropoceno.	Conocimiento epistemológico
	Pensamiento crítico.	Conocimiento pedagógico
	Valores.	Conocimiento afectivo

Fuente: Autor.

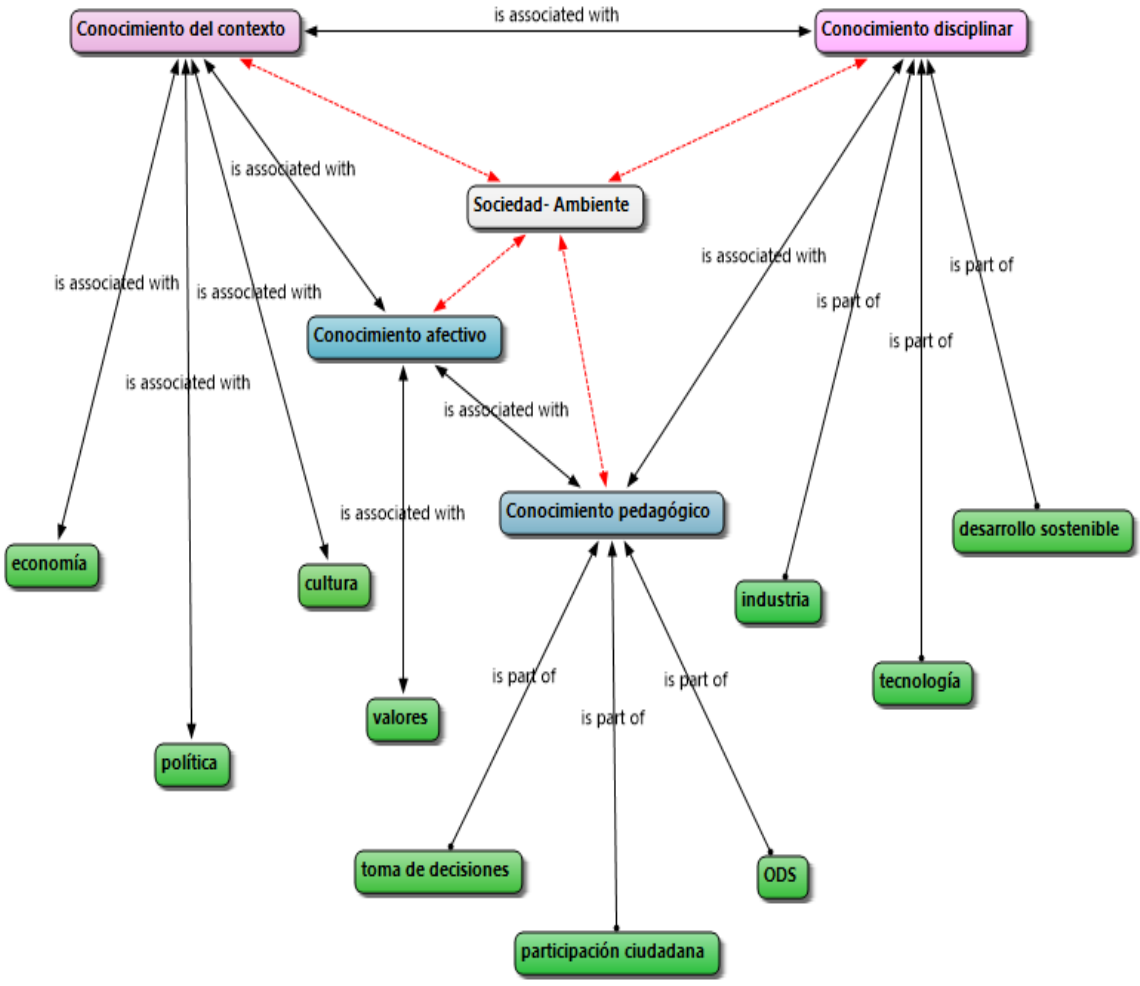
La codificación axial, como en los demás objetivos, está dispuesta por la asociación que se hace entre categorías y subcategorías emergentes de mayor frecuencia dispuestas en redes semánticas y direccionadas a partir de las relaciones que ofrece Atlas.ti©.

La categoría "*Sociedad-Ambiente*" en el currículo (Imagen 12) es abordada a partir de las seis categorías de CDCEA.

Cabe aclarar que esta categoría surge bajo la similitud que se encontró en torno a las categorías "*Sociedad*" y "*Ambiente*". En ese sentido, el análisis por medio del programa Atlas.ti© arrojo las mismas subcategorías emergentes para ambas categorías, razón por la cual se decidió unir ambas para conformar una categoría superior denominada "*Sociedad-Ambiente*". La conexión que existe permite evidenciar que dentro de las intencionalidades del microcurrículo se interpreta el ambiente como un conjunto de relaciones de tipo económico, político y cultural, las cuales se encuentran sujetas a acciones desarrolladas por la sociedad.

En primer lugar, la categoría "*Sociedad- Ambiente*" se relaciona con el Conocimiento Disciplinar desde el CDCEA con las concepciones de industria, tecnología y desarrollo sostenible, las cuales también presentan relaciones con otro tipo de conocimientos. Se encuentra en el microcurrículo la necesidad de reconocer la importancia de la química en contextos tecnológicos, industriales, políticos, económicos, ambientales y culturales, lo cual se asocia con el conocimiento disciplinar puesto que permite considerar que la formación de profesores no está alejada de las problemáticas actuales.

Imagen 12: Red conceptual. Categoría emergente “Sociedad- Ambiente”



Fuente: Autor. Software Atlas.ti© Versión 7.5.4

De igual manera, la categoría se asocia al Conocimiento Disciplinar, Pedagógico y Afectivo desde la mirada del profesor de química y su postura crítica frente a la situación educativa actual en la cual él debe (desde su conocimiento químico y su formación de valores) ser partícipe de toma de decisiones a favor de la educación y la sociedad. Esta situación se ejemplifica en la siguiente cita que hace parte del espacio académico “*Educación y sociedad*”:

> *“Así, este espacio académico debe propender por la reflexión, análisis y cuestionamiento de la interacción entre lo social - educativo del país y de*

América Latina, porque el profesional de la educación en química, tiene entre otros compromisos, el ético y moral, para favorecer la formación hacia la participación ciudadana y la toma de decisiones fundamentadas en el reconocimiento de las implicaciones sociales, científicas, tecnológicas, ambientales, en las que el ciudadano tiene el poder de decidir desde un saber especifico, el saber químico, y contribuir así en la transformación y relación educación / sociedad."

Por su parte, el Conocimiento Disciplinar se asocia (desde la sostenibilidad) al Conocimiento Pedagógico y al Conocimiento del Contexto desde la realización de propuestas sustentables a partir del contenido químico, como se aborda en las competencias investigativas del microcurrículo del espacio académico "*Sistemas Inorgánicos II*" que se menciona a continuación: *"Reconoce que las aplicaciones de la química inorgánica deben revisarse para generar propuestas metodológicas innovadoras que contemplan la sustentabilidad ambiental contextualizada y el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química*".

Finalmente, para la categoría "*sociedad- ambiente*", cabe resaltar que la concepción de sostenibilidad, se asocia a la concepción de Objetivos de Desarrollo sostenible desde el Conocimiento Pedagógico en espacios académicos como "*Temas Transversales en Ciencias Naturales y Educación Ambiental*" en donde se propone elaborar diseños para enseñar los ODS considerando a estos últimos como una forma para solucionar problemáticas de tipo social y ambiental. De igual modo, el mismo espacio académico contempla la necesidad de los ODS para realizar recomendaciones curriculares, como se evidencia en la siguiente cita la cual es parte de las actividades de practica educativa: "*Comparar la normatividad educativa y ambiental, nacional e internacional, desde los ODS y establecer recomendaciones para ser trabajados en el currículo de ciencias naturales."*

La categoría "*Termodinámica*" aparece como la segunda con mayor frecuencia (9 repeticiones), la Red conceptual (Imagen 13) permite realizar las siguientes asociaciones entre categoría y subcategorías:

En el currículo de formación de profesores de química aparece la categoría "*Termodinámica*" desde el Conocimiento Disciplinar a partir de las concepciones de energía y temperatura. En espacios como "*Sistemas Fisicoquímicos I*", se aborda la temperatura como temática clave para entender los contenidos del espacio, en donde se incluye: "*Definición y aplicaciones de la fisicoquímica. Conceptos de sistema, estado y variables termodinámicas. Magnitudes intensivas y extensivas. Fases y cambios de fase*." De igual modo se aborda la termodinámica desde la energía como forma para matematizar procesos, lo anterior se evidencia en la siguiente cita del microcurrículo:

> *"Se pretende abordar el estudio sistemático para el control termodinámico y cinético en sistemas en equilibrio dinámico, lo que implica describir molecular y matemáticamente un proceso y poder argumentar sobre su desarrollo desde un parámetro que se ha convertido en el estudio de los cambios: la energía."*

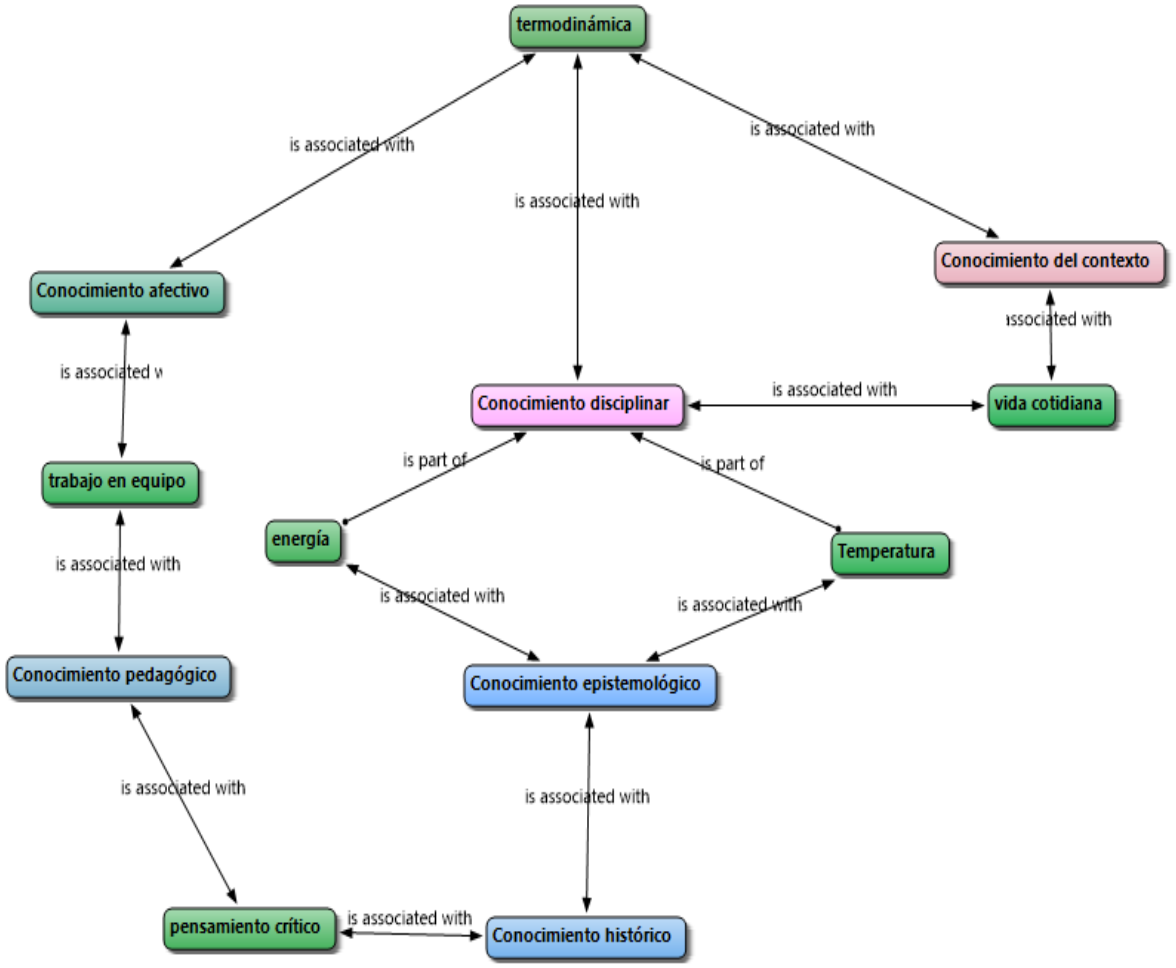
De la misma manera, se aborda la energía en el espacio académico "*Sistemas Fisicoquímicos II"* en torno a la concepción de sistema como se cita en seguida:

> *"Se profundizará en los mecanismos de interacción entre la masa y la energía que le permitan establecer relaciones significativas de tipo cualitativo entre estructura, composición y propiedad de un sistema*."

Con respecto al Conocimiento histórico y el Conocimiento epistemológico, se asocian los contenidos desde el Conocimiento disciplinar con respecto a la termodinámica y sus postulados. Así mismo, se hace uso de la termodinámica clásica como mecanismo para formar pensamiento crítico y reflexivo. En la justificación del espacio "*Sistemas Fisicoquímicos I*" aparece lo siguiente: "*Se trata de introducir a los estudiantes en la construcción histórico-epistemológica de la*

termodinámica clásica, de tal manera que ello sirva como contextualización y permita generar aprendizajes reflexivos, críticos y bien fundamentados".

Imagen 13: Red conceptual. Categoría emergente "Termodinámica"



Fuente: Autor. Software Atlas.ti© Versión 7.5.4

En atención al Conocimiento del Contexto, la categoría aparece desde la articulación de los contenidos químicos con la vida cotidiana para identificar a partir de la termodinámica cómo funcionan las sustancias. Como ejemplo se toma la siguiente cita del espacio académico "*Teorías químicas III*":

> *"La importancia de articular estos principios orientadores con aspectos de la vida cotidiana permite al futuro Licenciado en Química, reconocer*

principios, leyes y propiedades con los cuales comprender el comportamiento de las sustancias, bajo determinadas condiciones termodinámicas y cinéticas"

Por último, el Conocimiento Pedagógico se relaciona con el pensamiento crítico y a su vez el Conocimiento Afectivo se asocia con el trabajo en equipo. Lo anterior permite comprender los contenidos químicos, como se establece en el microcurrículo del espacio "*Teorías químicas III*" desde su intencionalidad: "*Promover la comprensión de los fundamentos de la cinética química, el equilibrio químico y la termodinámica a través del trabajo colaborativo en el laboratorio"*

La categoría "*Sistema Ambiental Global*" está relacionada también con los seis conocimientos del CDCEA (Cuadro 5). Cabe aclarar que esta categoría aparece únicamente en los espacios académicos "*Geociencias*" y "*Temas Transversales en Ciencias Naturales y Educación ambiental*".

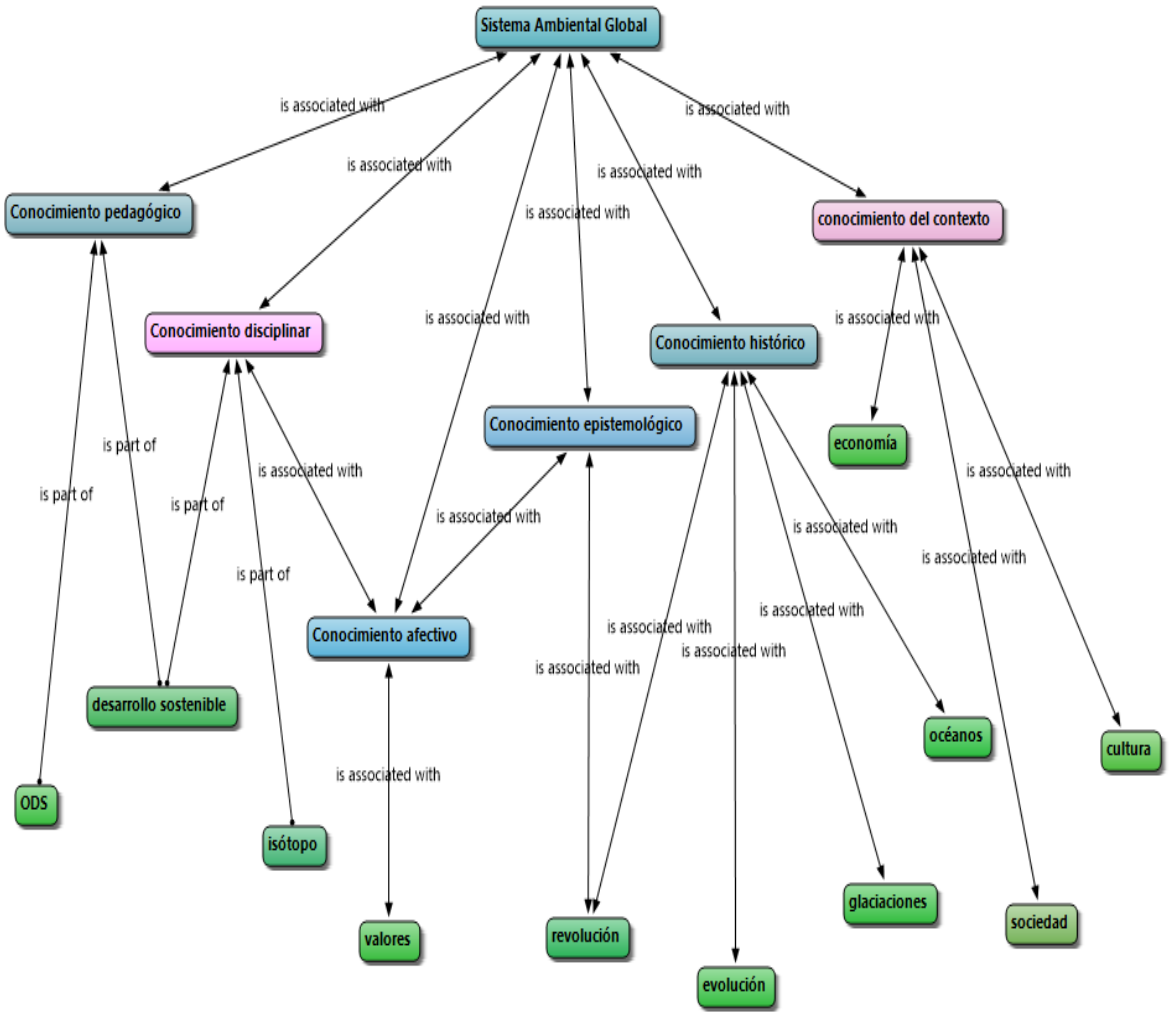
La categoría "*Sistema Ambiental Global*" (SAG) en el currículo de formación de profesores de química, se relaciona con la concepción de isotopo presente en el espacio académico de "*Geociencias*" dentro de los contenidos del "*Área temática IV. Cristalografía, mineralogía física y determinativa y mineralogía química y descriptiva*", cuyos contenidos se citan a continuación:

"Estructura atómica. Enlace Químico. Isotopos y radiactividad. Estructura y empaquetamiento de los minerales: Propiedades físicas de los minerales y propiedades ópticas. Minerales componentes básicos de las rocas. Composición de los minerales. Grupos de minerales. Propiedades químicas de los minerales. Determinación de la fórmula de un mineral."

De igual manera se asocia el contenido disciplinar de "*Geociencias*" con la categoría "*Sistema Ambiental Global*" siendo esta una base para generar desde el conocimiento afectivo una postura de comportamiento ético y valores que favorezca las relación humana con el SAG incluso desde un contexto epistemológico. Se toma la siguiente cita del microcurrículo para evidenciar lo anterior:

"En este espacio académico, y dentro de un contexto teórico y epistemológico, se pretende suministrar herramientas conceptuales, actitudinales y metodológicas a fin de relacionar los procesos evolutivos del cosmos, el sistema solar, el origen de los elementos químicos, la corteza terrestre, los procesos de meteorización y la vida entre otros, en su dimensión descriptiva, física y determinativa, como fundamento del desarrollo de una cultura de comportamiento ético del ser humano con el SAG".

Imagen 14: Red conceptual. Categoría emergente "Sistema Ambiental Global"



Fuente: Autor. Software Atlas.ti© Versión 7.5.4

En torno al Conocimiento histórico, se evidencian como temas del espacio de "*Geociencias*" a los océanos y glaciaciones, cuyo contenido desde el "*Área temática. II Ambientes geológicos: petrología y petrografía: componentes del SAG*", permite caracterizar los sistemas que hacen parte del SAG y sus interacciones. De igual modo, el Conocimiento Histórico se evidencia desde la subcategoría "*evolución*", puesto que en el mismo programa sintético esta es abordada desde el proceso evolutivo del universo y específicamente del planeta tierra.

Se destaca también como parte del Conocimiento histórico y el Conocimiento epistemológico la categoría "*revolución*" la cual se vincula en el espacio de Geociencias desde la siguiente pregunta orientadora: *"¿Qué acontecimientos asociados a la presencia del hombre sobre la tierra pueden caracterizarse desde la revolución industrial?"*, lo anterior demuestra la interpretación de la revolución industrial como aspecto que afecta los sistemas que componen el SAG. De igual modo, la categoría *"revolución*" aparece en el espacio "*Temas transversales en ciencias naturales y educación ambiental"* desde los impactos científicos, técnicos y ambientales que se derivan de revoluciones científicas. Para lo anterior, en el "*Área temática I. Revoluciones científicas y enseñanza de las ciencias*" del mismo espacio académico, se abordan paradigmas y consensos desde los siguientes contenidos: la selección natural y la evolución de las especies de Darwin, la genética de Mendel, teorías de Einstein y Kepler, la ley de la conservación de la masa y el principio de conservación de la energía.

Dentro del microcurrículo de *"Temas transversales en ciencias naturales y educación ambiental*" se asocia la subcategoría economía, cultura y sociedad con el conocimiento del contexto y el conocimiento pedagógico frente a cómo alternativas educativas que los incluyan favorecen al desarrollo del país.

Finalmente el desarrollo sostenible se evidencia desde el mismo espacio académico en la manera en cómo situaciones asociadas a contenidos físicos, químicos, biológicos y sociales afectan los sistemas del SAG, generalmente a causa de actividades humanas. También se plantea la necesidad de regular las afectaciones al SAG desde una evaluación del impacto a nivel global y local y un reconocimiento

de agendas locales ambientales por medio de una educación para el desarrollo sostenible, incluyéndose allí el Conocimiento Disciplinar, del Contexto y Pedagógico. Este último se relaciona específicamente con los ODS a partir de la necesidad de que los estudiantes planteen actividades frente a una problemática ambiental identificada. La siguiente competencia especifica de la práctica educativa del programa sintético “Temas transversales en ciencias naturales y educación ambiental” evidencia lo anteriormente descrito: “*Elabora un diseño innovador para enseñar desde los ODS, la situación ambiental abordada y aplicarla*”.

En definitiva, el análisis del currículo de formación de profesores desde el CDCEA para abordar la temática de migración climática desde los contenidos ya existentes permite identificar varios aspectos importantes:

En particular se encontró una mayor frecuencia del Conocimiento Disciplinar, aunque en un según lugar se ubica el Conocimiento del Contexto. Esta apreciación es valiosa porque denota la importancia de estos dos elementos en la formación de profesores. El microcurrículo ofrece desde 12 de los 50 espacios académicos algunos elementos que permitirían asociarse con la problemática de migración climática desde el mesocurrículo y microcurrículo en la versión 3.0.

Por una parte, se destaca la necesidad de incluir las ciencias y en particular la química en contextos como el económico, político, social, industrial y tecnológico. De igual modo, se aborda dentro del microcurrículo la formación que induce a la toma de decisiones frente a problemáticas de tipo social y ambiental partir de propuestas sustentables desde el campo pedagógico.

En torno al Conocimiento Histórico y el Conocimiento Epistemológico, la migración climática se puede abarcar desde la evolución de la atmosfera y la hidrosfera para proteger todas aquellas partes que componen el Sistema Ambiental Global, esto con el fin de comprender las trasformaciones que han experimentado las diversas formas de vida y el clima en diferentes eras geológicas pertenecientes a la historia de la tierra.

Es necesario destacar que desde lo que existe en el microcurrículo se evidencia una contribución para la concepción de migración climática a través de dos periodos geológicos en donde los cambios por clima se originaron de manera abrupta: el Pleistoceno como el tiempo de glaciación en donde se desarrolló un enfriamiento global y el Holoceno en donde hubo espacios climáticos generados por enfriamientos rápidos o calentamientos por intervalos como en el caso de las interglaciaciones (Delgado y Romero, 2007) lo cual podría abordarse en el espacio de Geociencias, puesto que allí se describen contenidos referentes a los océanos, glaciares y glaciaciones. En este sentido, abarcar el Cuaternario desde estos escenarios permite comprender las razones por las cuales los homínidos se desplazaron por situaciones climáticas e incluso la forma en cómo se asentaron en determinados territorios. Lo anterior permitiría también entender cómo en el Antropoceno, las actividades consumistas del hombre están permitiendo migraciones por clima.

Por lo anterior, desde el conocimiento afectivo se evidencia la adquisición de valores para mantener buenas acciones que contribuyan al equilibrio no solo de la hidrosfera y la atmosfera sino de todos aquellos subsistemas que conforman el Sistema Ambiental Global.

El Conocimiento Pedagógico, se aborda desde el reconocimiento de agendas ambientales y de los principios de la educación ambiental para el desarrollo sostenible. Sin duda aunque en términos climáticos, la Hidrosfera y la Atmosfera repercuten de manera amplia, las acciones generadas en la Noosfera afectan los demás subsistemas del Sistema Ambiental Global, es por ello que a partir de esta concepción se lograrían tener un impacto importante en el microcurrículo desde la migración climática puesto que esto permitirá identificar que las emisiones de dióxido de carbono se relacionan con la revolución industrial y que desde allí se han acelerado problemáticas sociales y políticas que podría abordarse para entender los desplazamientos por clima en el Antropoceno.

El contenido de migración climática puede ser usado también en escenarios en torno a la concepción de calentamiento global y cambio climático a partir de

temáticas como de termodinámica, la energía y el comportamiento de las sustancias en el contexto cotidiano en donde se puedan incluir problemáticas de tipo socio ambiental. Específicamente la temperatura y energía se puede asociar con el calentamiento global, fenómeno que se relaciona con el cambio climático que antecede a la migración climática. Aunque el abordaje no es directo, existen elementos que podrían ayudar a entender el impacto de las acciones humanas que son nocivas para los ecosistemas y el territorio a partir de la producción de gases de efecto invernadero y en particular emisiones de dióxido de carbono. En esa dirección, el calentamiento global se asocia desde la concepción de energía, puesto que según Vivas (2011) cuando la energía calórica es mayor que la energía liberada, el calor en el planeta se acumula lo que aumenta la temperatura de los gases de efecto invernadero. Lo anterior se relaciona con la segunda ley de la termodinámica en donde se incluye la entropía para entender como el calor conduce energía a los gases de efecto invernadero. En ese sentido, la energía absorbida aumenta la energía cinética de las moléculas de los gases lo que aumenta la temperatura global.

Es necesario añadir que desde el Conocimiento Disciplinar la migración climática puede ser abordada (aunque no llegan a ser mencionadas como categorías emergentes debido a su baja frecuencia) desde la temática de gases para incluir las sustancias que producen un aumento del efecto invernadero, también desde la temática de derivados halogenados para abordar la obtención de biocombustibles desde biomasa como sustituto de combustibles fósiles a partir de reacciones orgánicas e incluso puede hacerse una asociación desde los derivados halogenados presentes y su impacto en el planeta como efectos que contribuyen a la formación del cambio climático y cómo desde esta perspectiva se favorece la aparición de migraciones climáticas.

Adicionalmente, la problemática está envuelta en aspectos que se abordan en el Plan de Desarrollo Institucional 2020-2024 de la Universidad Pedagógica Nacional, en donde desde el mismo lema: "*Educadora de educadores para la excelencia, la paz y la sustentabilidad ambiental*" se invita a hacer una evaluación de cómo se

desarrollan las dinámicas ambientales. En esta dirección, dentro del PDI se aborda la necesidad de pensar la sustentabilidad como respuesta a tiempos actuales y futuros. Para este propósito, la formación de profesores en la institución se basa en generar reflexiones frente a la relación entre el humano y su entorno. En este sentido, los programas curriculares apuntan, desde la proyección social y la investigación, a un compromiso social que permita favorecer la sustentabilidad ambiental:

> *"Desde nuestra labor como educadora de educadores, es primordial planear la formación, investigación y proyección social sobre lo ambiental, posibilitando escenarios de interlocución desde los cuales se garantice la protección ambiental y la construcción social de saberes orientados a la sustentabilidad ambiental; de igual manera, es necesario visibilizar el compromiso ambiental en la estructura física de las instalaciones y en el sistema de gestión de calidad"* (Plan De Desarrollo Institucional, 2020, p. 49)

En concreto, se observa la necesidad de incluir este tipo de temáticas a partir de la conformación macro, meso y micro curricular. En términos meso y microcurriculares, desde el inicio del ciclo de fundamentación y a lo largo del ciclo de profundización se tienen elementos para interpretar la migración climática, sin embargo, en términos meso y micro curriculares en su mayoría estos se hallan aislados puesto que los contenidos sociales y ambientales no se encuentran generalmente inmersos en los espacios disciplinares lo que dificulta el abordaje completo del fenómeno desde su contenido social y ambiental. Lo anterior permite también considerar que aunque los espacios de "*Geociencias*" y "*Temas transversales en Ciencias Naturales y Educación Ambiental*" cuentan con varios elementos que permitirían trabajar la migración climática, no son los únicos, puesto que se identificaron contenidos disciplinares para otro tipo de espacios académicos que también permitirían abordar el contenido químico que rodea la problemática de migración climática.

7.4 Elementos formativos

Con el fin de establecer los elementos formativos desde el Conocimiento Didáctico del Contenido en Educación Ambiental que permitan la articulación de la enseñanza de la química con la migración climática en el currículo de formación de profesores de la Licenciatura en Química, se tomaron en cuenta las categorías que surgieron dentro de cada una de las tres etapas y sus asociaciones con las categorías a priori del CDCEA. De esta manera, por medio de una triangulación se incluyeron como elementos formativos las categorías emergentes que indican los temas sobre los que más se investiga actualmente alrededor de la migración climática, junto con aquellas que permiten reconocer la concepción científica y didáctica del fenómeno y finalmente se recogen aquellas categorías que permitirían comprender la problemática de migración climática desde los contenidos existentes en el currículo de formación de profesores de química.

Las categorías emergentes de cada etapa se asociaron y se agruparon para convertirse en elementos formativos con el objetivo de responder a cada tipo de categoría a priori del CDCEA, como se observa a continuación:

Cuadro 15: Elementos formativos desde el CDCEA que permiten la articulación de la educación ambiental con la enseñanza de la química desde la migración climática

Conocimiento del CDCEA	Elementos formativos
Conocimiento del contexto	Adaptación, territorio, política, economía, ODS, refugiado, química verde, océano, sociedad-ambiente, termodinámica, Sistema Ambiental Global, Interdisciplinar.
Conocimiento disciplinar	Adaptación, territorio, política, economía, química verde, isotopo, fósil, clima, océano, sociedad- ambiente, termodinámica, Sistema Ambiental Global, interdisciplinar.
Conocimiento pedagógico	Adaptación, territorio, economía, ODS, interdisciplinar, océano, sociedad ambiente, termodinámica, Sistema Ambiental Global
Conocimiento histórico	Adaptación, territorio, política, economía, fósil, clima, océano, termodinámica, Sistema Ambiental Global

Conocimiento epistemológico	Política, refugiado, termodinámica, Sistema Ambiental Global
Conocimiento afectivo	Adaptación, océano, Sistema Ambiental Global

Fuente: Autor

Dentro de las tres etapas se evidenció que el **Conocimiento del Contexto** tuvo una amplia frecuencia, esto demuestra su fuerte impacto en investigaciones, concepciones científicas y didácticas y contenido curricular desde la implementación de problemáticas como la migración climática. Abordar el contenido del contexto para el profesor es fundamental, puesto que cuando este se trabaja teniendo en cuenta la asociación de contenidos disciplinares con un problema particular, se pueden generar situaciones significativas en el estudiante que le permitan desenvolverse mejor en la sociedad (Gutiérrez y Herrera, 2016). Con la intención de responder a están necesidades, los contenidos curriculares en la formación del profesor de química deben orientarse para que en su actuar el profesional responda, desde su enseñanza, a situaciones que impactan el entorno desde un enfoque experiencial, critico, práxico, interdisciplinario y colaborativo (Sauvé, 2004).

Frente a este tipo de conocimiento, los elementos formativos se orientan desde las afectaciones existentes en el Sistema Ambiental Global producto del cambio climático como exceso de precipitaciones o sequias y aumento del nivel del mar, cuyas implicaciones afectan el territorio desde su dimensión económica, social y ambiental. Contenidos disciplinares como la termodinámica para entender cómo se produce el cambio climático permiten dimensionar el impacto negativo de las acciones del hombre sobre ecosistemas importantes como el océano en torno al papel que cumplen para controlar gases de efecto invernadero y en particular emisiones de dióxido de carbono, además de dimensionar su papel como regulador de la temperatura.

Adicionalmente, la química verde aporta maneras para disminuir las emisiones desde las energías alternativas, herramientas fundamentales para ofrecer

mecanismos en el territorio que frenen o disminuyan las migraciones climáticas y la condición de refugiado y le apuesten a la adaptación y resiliencia, comprendiendo los efectos del cambio climático desde las metas que se proponen en el objetivo 13 de los ODS denominado "*Acción por el clima*", el cual apuesta por una mejor relación del individuo con la sociedad y el ambiente desde la implementación de políticas y planes estratégicos para controlar el cambio climático (CEPAL, 2018). Lo anterior demuestra que la interdisciplinariedad juega un papel importante para articular la enseñanza de la química con la educación ambiental, puesto que como afirma Escobar (2010) existe un enriquecimiento mutuo de saberes.

De manera similar, los elementos formativos desde el **Conocimiento Disciplinar** se abordan a partir de la interdisciplinariedad en donde se relaciona el contenido no únicamente a través de la termodinámica, la química verde y las energías alternativas, como se expuso previamente, si no que se añade la concepción de isotopo y fósil para comprender el clima en la historia de la tierra y a su vez interpretar la manera en la que ecosistemas como el océano ofrecen estas herramientas para determinar el cambio climático (como consecuencia de la acción humana) y la variabilidad climática (siendo esta resultado de acciones naturales del planeta). Lo anterior permite comprender la migración climática como un movimiento que se intensifica sobre todo por situaciones que se desencadenan por cambio climático. De esta manera, las dinámicas de adaptación al cambio climático dependen de políticas en el territorio que permitan desarrollar una economía sustentable desde aspectos como la agricultura y la seguridad alimentaria por medio un enriquecimiento de relaciones entre la sociedad y el ambiente, esto con el fin de evitar, en mayor medida, cualquier afectación en el Sistema Ambiental Global que aumente los desplazamientos de manera nacional e internacional, de espacios rurales a urbanos e incluso dispuestos por condiciones de género en donde se ponga en juego el cuidado de los derechos humanos y el cuidado de la vida.

Con respecto al **Conocimiento Pedagógico**, se pone de manifiesto la Educación Ambiental y la Educación para el Desarrollo Sostenible relacionado con la Agenda 2030. A pesar de que los cambios drásticos por clima se evidencian por el aumento

de temperatura global producto de emisiones de dióxido de carbono y otro tipo de gases de efecto invernadero, las acciones humanas podrían cambiar para ralentizar cambios en el ciclo hidrológico que conllevan a sequias intensas, cambios en las precipitaciones, aumento del nivel del mar producto del derretimiento del hielo y acidificación de los océanos, situaciones que afectan sobre todo a zonas costeras perjudicando a las personas que viven en estas y cuya actividad comercial depende del territorio (IPCC,2021) para ello es necesario reducir las emisiones de forma rápida y constante.

En ese sentido, los temas sugeridos para abordar el cambio climático y por ende comprender la migración climática se basan en generar posturas críticas y planteamiento de propuestas que permitan generar cambios en las actividades humanas y formas de consumo, con el fin de mejorar las relaciones entre la sociedad y el ambiente. Las dinámicas de energía y su relación con emisiones de dióxido de carbono pueden ser entendidas desde las leyes de la termodinámica, lo cual permite comprender cómo el cambio climático es afectado por situaciones de tipo industrial y económico. Lo anterior permite generar acciones para adaptarse a riesgos en el territorio por cambio climático y a su vez entender el impacto de las actividades que recaen sobre los océanos como parte de la hidrosfera y así mismo las afectaciones que se pueden presentar en todas las partes que componen el Sistema Ambiental Global. La educación desde esta perspectiva es importante para favorecer el desarrollo sostenible, puesto que desde allí es posible identificar el impacto del cambio climático en problemáticas actuales y futuras, reflexionar sobre las acciones diarias y cómo estas se encuentran implicadas en la sostenibilidad local y regional, plantear proyectos que contribuyan a una mejor relación con el entorno desde acciones colaborativas y el trabajo en equipo y propender por la habilidad de resolver problemas (UNESCO, 2017), situaciones que pueden ser abordadas desde un enfoque interdisciplinar.

Los elementos formativos desde el **Conocimiento Histórico** incluyen temáticas disciplinares como fósil, clima y océano que permiten identificar la migración climática a partir de la evolución de los organismos, teniendo en cuenta que el

registro fósil desde la asociación de este con la era geológica a la que pertenece (proceso de censo de fauna por extracción de sedimento oceánico) permite comprender los desplazamientos, asentamientos y adaptaciones de especies en determinadas regiones, no solo desde la especie humana y su relación con el territorio sino también con respecto a animales y plantas y sus ecosistemas.

En este sentido, la termodinámica estaría también implícita para entender las relacionas climáticas que hacen parte del planeta tierra, entendiendo a este como un sistema abierto en donde hay una interacción de materia y energía. El estudio fósil no solo permite abarcar el clima en tiempos geológicos anteriores, también permite plantear modelos de cambio climático a futuro, lo cual posibilita entender cómo las afectaciones en el Sistema Ambiental Global por cambio climático a futuro pueden impactar los sistemas políticos y económicos de los territorios, teniendo en cuenta que el cambio climático posiblemente limitará recursos debido al aumento de temperatura que se espera para finales de este siglo.

Por su parte, los elementos formativos desde el **Conocimiento Epistemológico** permiten evidenciar la manera en cómo se construye el concepto de migración climática desde su concepción política y disciplinar. La termodinámica permite comprender de qué modo ocurre el cambio climático y cómo este afecta el Sistema Ambiental Global y la calidad de vida, de esta forma se asocia el contenido disciplinar con el contenido social cuando se identifican políticas que evitan afectaciones en el territorio y los ecosistemas, las cuales a su vez permiten hacer un reconocimiento de la migración climática y del refugiado climático. En ese sentido, desde la concepción histórica del cambio climático se pueden hacer aproximaciones frente a las políticas que cubren estos fenómenos y como estos mismos son definidos desde el marco legal, para así tomar acciones que eviten desplazamientos a otros territorios.

Finalmente, en torno al **Conocimiento Afectivo**, los elementos giran alrededor de la adopción de valores desde la concientización a partir de principios que están vinculados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible como la equidad, la solidaridad y la justicia (UNESCO, 2018), puesto que estos permiten entender que

existe un problema actual como la migración climática en donde muchos individuos están siendo afectados por acciones que competen a toda la sociedad y que desencadenan en cambio climático. Una dimensión afectiva permite entender que la biodiversidad, los ecosistemas como los océanos y además el Sistema Ambiental Global están cambiando y que estos tienen un papel fundamental en el equilibrio climático mundial. En esta dirección, se está presentando vulnerabilidad en torno a relaciones sociales y ambientales puesto que se están afectando derechos como la educación y el desarrollo a una vida digna en los territorios, situaciones que impulsan a desplazamientos.

De esta manera, los elementos formativos desde el CDCEA (Cuadro 15) permiten articular la enseñanza de la química con la Educación Ambiental desde la migración climática en el currículo de formación de profesores a partir del dialogo de saberes, los Objetivos de Desarrollo Sostenible, la ecociudadanía, el pensamiento crítico y la interdisciplinariedad. Por consiguiente el egresado puede identificar, en su enseñanza, dinámicas del contexto para abordarlas en el aula de clase a través del currículo implícito y explícito, en ese sentido, desde su labor social, sus acciones responden a las realidades a las que se enfrenta la sociedad.

8. CONCLUSIONES

En consecuencia de lo expuesto, luego de abordar la migración climática desde el CDCEA a través de la búsqueda de investigaciones realizadas durante los últimos cinco años, entrevistas a profesores que han impartido espacios académicos relacionados con educación ambiental e investigadores en oceanografía y paleoclimatología y finalmente el desarrollo de un análisis curricular, se establecen las siguientes consideraciones finales:

- Se identificó que en las investigaciones sobre migración climática desarrolladas durante los últimos cinco años, existe una mayor relevancia del Conocimiento del Contexto, lo que permite interpretar al fenómeno únicamente desde el campo social, sin embargo; estas no abordan de manera específica el contenido disciplinar y científico de la migración climática desde las ciencia y la química en particular, lo cual demuestra la importancia de realizar investigaciones desde la didáctica para este campo.
- Los datos obtenidos en las entrevistas realizadas permitieron reconocer la concepción científica y didáctica de la migración climática. A pesar de que para los profesores no existe un reconocimiento claro del fenómeno, puesto que se asocia a la migración solo como una problemática de tipo social o político, se evidencia que existen elementos que desde el campo disciplinar y didáctico permitirían hacer aproximaciones para abordar la migración climática en la enseñanza, no obstante, las asociaciones se trabajan únicamente desde la concepción de cambio climático.

  El aporte de los investigadores en oceanografía y paleoclimatología proporciona contenidos disciplinares que permiten no solo abordar el cambio climático, sino también abordar las variabilidad climática. De este modo, se puede interpretar la migración climática desde su concepción histórica y epistemológica en relación a desplazamientos de especies y como la migración climática puede incidir a futuro.

- El análisis del plan de estudios 3.0 y programas sintéticos de los espacios académicos desde la dimensión meso y micro curricular en la formación de profesores de química de la Universidad Pedagógica Nacional permitió evidenciar que se encuentran contenidos en espacios académicos sobre los cuales se podría abordar la problemática de migración climática, sin embargo, esto se encuentran aislados puesto que no hay un solo espacio que integre los contenidos disciplinares de la problemática con contenidos sociales desde la educación ambiental. Por lo tanto, abordar este tipo de problemáticas en el currículo demanda interés, puesto que desde él se evidencia la importancia de enlazar el contenido disciplinar de la química con el didáctico a través del CDCEA.
- Finalmente, las categorías emergentes que surgieron en cada etapa cobraron sentido cuando se agruparon en relación a las categorías del CDCEA puesto que esto permitió establecer elementos formativos para articular contenidos de la química con la enseñanza de la educación ambiental desde dimensiones de tipo contextual, histórico, epistemológico, pedagógico, afectivo y disciplinar, respondiendo a las necesidades que exige la sociedad actual frente a problemáticas de tipo socio ambiental como la migración climática y para las cuales el profesor desde su formación puede hacer transformaciones a partir de la forma en cómo piensa la enseñanza y cómo la transforma en torno al currículo explicito e implícito bajo su labor profesional en busca de una flexibilidad ambiental e interdisciplinariedad.

BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, E. (2010). El currículo oculto en las enseñanzas formales. Aspectos menos visibles a tener en cuenta para una educación no sexista. Revista digital para profesionales de la enseñanza, 11, 1-7.

Agencia de la ONU para los refugiados. (s.f.). De refugio de emergencia a un hogar. Recuperado de https://eacnur.org/es/ayudas-a-refugiados-para-acceder-a-una-vivienda

Amar, J., De La Hoz Del Real, C., Martínez-González, M. B., y López-Muñoz, L. (2019). Estrategias de adaptación y prácticas de cuidado en comunidades desplazadas climáticas: caso colombiano.

Amnistía internacional. (s.f.). Refugiado. Recuperado de https://www.es.amnesty.org/en-que-estamos/temas/refugio/

Arcanjo, M. (2018). Climate migration: A growing global crisis. A climate institute publication, New York, 32-39.

Ariza, L. (2017). Formación del educador ambiental a partir del Conocimiento Didáctico del Contenido- una experiencia en el contexto EaD en Brasil [tesis de doctorado, Universidad Federal de Rio Grande]. https://ppgea.furg.br/dissertacoes-e-teses/59-publicacoes-de-2017/514-11337tese-leidy-gabriela-ariza-ariza

Ariza, L. G. y de Freitas, J. V. (2017). Perspectivas en la formación de educadores ambientales y el conocimiento didáctico. Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA), 12(4), 76-87. https://doi.org/10.34024/revbea.2017.v12.2339

Ariza, L. G. y de Freitas, J. V. (2018). Relaciones entre el conocimiento didáctico del contenido en la formación de educadores ambientales: una interpretación de contextos/Relations between Pedagogical Content Knowledge in the Formation of Environmental Educators: an Interpretation the Context. Revista Internacional de Educación y Aprendizaje, 6(1), 19-26.

Ariza, L. y García, P. (2020). Migración climática en el currículo de formación de profesores en Química desde el conocimiento didáctico del contenido en la Educación Ambiental. REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, 37(4), 9-27.

Arenillas, I., Alegret, L., Sola, J. A.., y Molina, E. (2000). Uso didáctico de los foraminíferos en la Enseñanza de Ciencias de la Tierra: su distribución Paleoceanografía en el tránsito Cretácico-Terciario, El. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 8(2), 108-118.

Asrat, A., Baker, A., Leng, M. J., Hellstrom, J., Mariethoz, G., Boomer, I., ... y Gunn, J. (2018). Paleoclimate change in Ethiopia around the last interglacial derived from annually-resolved stalagmite evidence. Quaternary Science Reviews, 202, 197-210.

Banco Mundial. (2018). Groundswell: prepararse para las migraciones internas provocadas por impactos climáticos. Recuperado de: https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/29461

Bates, B., Kundzewicz, Z. W., Wu, S. y Palutikof, J. (2008). El cambio climático y el agua (No. 363.73874 C175ci). PNUMA, Ginebra (Suiza) Organización Meteorológica Mundial, Ginebra (Suiza)

Bello, L. O. (2019). Educación ambiental y cambio climático en el bachillerato tecnológico de México. Educación química, 30(3), 3-14.

Bonilla-García, M. Á. y López-Suárez, A. D. (2016). Ejemplificación del proceso metodológico de la teoría fundamentada. Cinta de moebio, (57), 305-315.

Bradley, R. S. (1999). Paleoclimatology: reconstructing climates of the Quaternary. Elsevier. Tomado de: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123869135000016

Bruckner, M. (2017). Paleoclimatology: How can We infer past climates? Microbial Life educational resources. Tomado de: https://serc.carleton.edu/microbelife/topics/proxies/paleoclimate.html

Calonge, A., Caus, E. y García. J. (2001). Foraminíferos: presente y pasado, Los. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 9(2), 144-150.

Castillo, R. M. (2010). La importancia de la educación ambiental ante la problemática actual. Revista Electrónica Educare, 14(1), 97-111.

Castillo, L. y Ladino, Y. (2016). Propuesta curricular para la formación de competencias para el desarrollo sostenible en el programa de salud ocupacional. Bio-grafía, 135-144.

Chavarro, M., Garcia, A., Garcia, J., Pabón, J., Prieto A. y Ulloa, A. (2008). Preparándose para el futuro. Amenazas, riesgos, vulnerabilidad y adaptación frente al cambio climático. UNODC-Colombia proyecto AD/COL/l21.

CEPAL. (2018). La agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf

CEPAL. (2019). Cambio climático y derechos humanos contribuciones desde y para América latina y el Caribe. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44970/4/S1901157_es.pdf

Comité científico COP25. (2019). Océano y cambio climático: 50 preguntas y respuestas. Santiago, Chile.

Compiani, M. (2002). Formación de profesores, profesionales críticos, en la enseñanza de Geociencias frente a los problemas socio-ambientales. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 10(2), 162-172.

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (s.f.). ¿Qué significa adaptación al cambio climático y resiliencia al clima?. Tomado de https://unfccc.int/es/topics/adaptation-and-resilience/the-big-picture/que-significa-adaptacion-al-cambio-climatico-y-resiliencia-al-clima

Dalle, P., Boniolo, P., Sautu, R. y Elbert, R. (2005). Manual de metodología. Construcción del marco técnico, formulación de objetivos y elección de la metodología. Recuperado de: http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/clacso/formacion-virtual/20100719035021/sautu.pdf

De Ciurana, A. M. G., Expósito, L. M. C. y De Vall, I. M. P. (2019). Contexto y evolución de la sostenibilidad en el currículum de la universidad española. Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad, 1(1), 1102-1102.

Dun, O. y Gemenne, F. (2008). Definir la migración por motivos medioambientales. Migraciones forzadas. Recuperado de https://www.fmreview.org/sites/fmr/files/FMRdownloads/es/pdf/RMF31/RMF31.pdf

Duque, M. L., Leonhardt, A., & Pivel, M. A. G. (2019). Morphometric analysis in the shells of the planktonic foraminifera Orbulina universa: a source for paleoceanographic information?. Brazilian Journal of Oceanography, 67.

Echauri, A. M. F., Minami, H., y Sandoval, M. J. I. (2012). La Escala de Likert en la evaluación docente: acercamiento a sus características y principios metodológicos. Perspectivas docentes, (50).

Escalante, D. (2009). Una nota metodológica sobre los análisis cualitativos. El análisis de las relaciones entre los elementos: el análisis de las frecuencias y co-ocurrencias. Theoria, 18(1),57-67.[fecha de Consulta 5 de Agosto de 2021]. ISSN: 0717-196X. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29911857006

Escobar, Y. (2010). Interdisciplinariedad: Desafío para la educación superior y la investigación. Revista Luna Azul. Recuperado de http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n31/n31a11.pdf

Falco, C., Galeotti, M., & Olper, A. (2019). Climate change and migration: is agriculture the main channel?. Global Environmental Change, 59, 101995.

García, C. (2011). El cambio climático: Los aspectos científicos y económicos más relevantes. Nómadas. Critical Journal of Social and Juridical Sciences, 32(4).

Guida, J. P. B. (2009). Cambios climáticos y causas que los originan. *Revista Reflexiones*, *88*(2).

Gobierno de España. (s.f.). ¿Qué es la adaptación al cambio climático?. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico/que_es_la_adaptacion.aspx

González, E. J. y Meira, P. A. (2020). Educación para el cambio climático ¿educar para el clima o para el cambio?. Perfiles educativos, 42(168), 157-174. DOI: 2020.168.59464

Gonzales, C., López, C. y Osorio, B. (2016). Sistema categorial para la gestión del conocimiento y la innovación de las organizaciones Maestría en gerencia de la innovación Y el conocimiento. Universidad EAFIT. Tomado de: https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/11563/ClaraIbel_GonzalezToro_Catalina_LopezOtalvaro_BarbaraPatricia_OsorioMontoya_2016.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Gonçalves, P. W., Sicca, N. A. L., dos Santos, M. J. y Zanini, S. M. (2012). Ciencias de la Tierra y Química: aproximaciones para la educación básica. In Comunicaciones del XVII Simposio sobre Enseñanza de la Geología (pp. 146-153). Universidad de Huelva.

IDEAM. (s.f.). Conceptos básicos de cambio climático. Tomado de http://www.cambioclimatico.gov.co/otras-iniciativas

IDEAM. (2017). Mapa de vulnerabilidad al cambio climático TCNCC 2017. Tomado de http://www.ideam.gov.co/galeria-de-mapas/-/document_library_display/4VnjNLZDi78B/view/512757

Instituto de Ecología INECO. (2013). Evapotranspiración: proceso esencial e invisible. Gobierno de México. Tomado de: https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-10-34-10/17-ciencia-hoy/996-evapotranspiracion-proceso-esencial-e-invisible

Instituto de Investigaciones en Estratigrafía. (s.f.). Introducción a la paleoceanografía: casos de investigación. Recuperado de http://www.iies.edu.co/es/eventos/introducci-n-la-paleoceanograf-casos-de-investigaci-n

Instituto de Investigaciones en Estratigrafía. (s.f.). ¿Qué son los foraminíferos?. Recuperado de http://iies.ucaldas.edu.co/es/qu-son-los-foramin-feros#overlay-context=es/microf-siles-calc-reos-y-sil-ceos

Instituto de Tecnologías Educativas. (s.f.). Los sistemas ambientales de la Tierra. Gobierno de España. Ministerio de Educación. Recuperado de https://fjferrer.webs.ull.es/Apuntes3/Leccion01/23_los_sistemas_ambientales_de_la_tierra.html

Instituto Español de Oceanografía. (s.f.). Investigación: oceanografía. Recuperado de http://www.ieo-santander.net/investigacion_oceanografia.php

IPCC. (2021). El cambio climático es generalizado, rápido y se está intensificando. Comunicado de prensa. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático.

Irons, J. (2012). Landsat's Critical Role in Understanding Climate Change. National Aeronautics and Space Administration. Tomado de https://landsat.gsfc.nasa.gov/sites/landsat/files/2013/02/LandsatClimateChangeFactSheet.pdf

Ley 115. Congreso de la República de Colombia, Bogotá, Colombia. 8 de Febrero de 1994. Recuperado de https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf

Leme, F. B. M. (2009). Educación ambiental y turismo: Una formación holística, interdisciplinaria y de futuros educadores. Estudios y perspectivas en turismo, 18(1), 92-106.

Linares, C., Díaz, J., Negev, M., Martínez, G. S., Debono, R., & Paz, S. (2020). Impacts of climate change on the public health of the Mediterranean Basin population-current situation, projections, preparedness and adaptation. Environmental research, 182, 109107.

Lovelock, J. (2007). La venganza de la tierra: la teoría de Gaia y el futuro de la humanidad. Barcelona: Planeta.

Luetz, J. (2017). Climate change and migration in the Maldives: Some lessons for policy makers. In Climate change adaptation in Pacific countries (pp. 35-69). Springer, Cham.

Lukyanets, A. S., Ryazantsev, S. V., Maksimova, A. S., Moiseeva, E. M., & Manshin, R. V. (2019). Theoretical, methodological and statistical problems of studying environmental migration. Amazonia Investiga, 8(19), 227-236.

Magendzo, A., Abraham, M. y Dueñas, C. (1993). Manual para profesores curriculum y derechos humanos. Instituto interamericano de derechos humano. Tomado de: https://www.iidh.ed.cr/IIDH/media/1930/manual-profesores-curriculum-y-ddhh-1993.pdf

Maretti, M., Tontodimamma, A., & Biermann, P. (2019). Environmental and climate migrations: an overview of scientific literature using a bibliometric analysis. International Review of Sociology, 29(2), 142-158.

Margaritelli, G., Cisneros, M., Cacho, I., Capotondi, L., Vallefuoco, M., Rettori, R., & Lirer, F. (2018). Climatic variability over the last 3000 years in the central-western Mediterranean Sea (Menorca Basin) detected by planktonic foraminifera and stable isotope records. Global and Planetary Change, 169, 179-187.

Martínez, R. (2005). Cómo escribir y estructurar un texto en Ciencias de la Salud. Anatomía de un libro. Editorial El Manual Moderno.

Martínez, M., Lorenzo, E. y Alvarez, A. (2017). Los Ciclos de Milankovitch: Origen, Reconocimiento, Aplicaciones en Cicloestratigrafía y el estudio de Sistemas Petroleros. Revista Científica y Tecnológica UPSE, 4(3), 56-65.

Meira, P. (2015). De los Objetivos de Desarrollo del Milenio a los Objetivos para el Desarrollo Sostenible: el rol socialmente controvertido de la educación ambiental. Educació Social. Revista d'Intervenció Socioeducativa, 61, 58-73.

Ministerio de Ambiente. (s.f.). Colombia hacia la COP21. Tomado de https://www.minambiente.gov.co/index.php/convencion-marco-de-naciones-unidas-para-el-cambio-climatico-cmnucc/colombia-hacia-la-cop-21-cop-22

Ministerio de Ambiente. (s.f.). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático PNACC. Tomado de https://www.minambiente.gov.co/index.php/plan-nacional-de-adaptacion-al-cambio-climatico-pnacc/plan-nacional-de-adaptacion-al-cambio-climatico-pnacc

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). El clima y yo. Tomado de https://www.minambiente.gov.co/index.php/herramientas-de-educacion-innovacion-y-planificacion-territorial/cartilla-educativa-el-clima-cambio-yo-tambien

Ministerio de Educación Nacional. (s.f.). Flexibilización curricular. Tomado de: https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-82793.html#:~:text=Un%20curr%C3%ADculo%20flexible%20es%20aquel,todos%20la%20oportunidad%20de%20aprender.

Molano, A. C. y Herrera, J. F. (2014). La formación ambiental en la educación superior: una revisión necesaria. Revista Luna Azul, (39), 186-206.

Muñoz, J., Quintero, J. y Munévar, R. (2005). Cómo desarrollar competencias investigativas en educación. Colección Aula Abierta. Cooperativa Editorial Magisterio. Bogotá, D.C. Colombia.

Naciones Unidas. (sf). Desafíos globales. Cambio climático. Tomado de https://www.un.org/es/global-issues/climate-change

Naciones Unidas. (2015). La Asamblea general adopta la agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Tomado de https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/

Naciones Unidas. (2020). La conferencia sobre cambio climático no se celebrará este años debido a la pandemia del coronavirus. Noticias ONU.

National Research Council, & Climate Research Committee. (1996). Natural climate variability on decade-to-century time scales. National Academies Press.

Nawrotzki, R. J., Runfola, D. M., Hunter, L. M., & Riosmena, F. (2016). Domestic and international climate migration from rural Mexico. Human ecology, 44(6), 687-699.

Novo, M. (2009). La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible Environmental Education, a genuine education for sustainable development. Revista de educación, 2009, 195-217.

Offner, S., & Marlowe, J. (2021). Reconceptualising climate-induced displacement in the context of terminological uncertainty. Environmental Hazards, 1-16.

Orain, R., Lebreton, V., Russo Ermolli, E., Sémah, A. M., Nomade, S., Shao, Q., ... & Peretto, C. (2013). Hominin responses to environmental changes during the Middle Pleistocene in central and southern Italy. Climate of the Past, 9(2), 687-697.

Organización Internacional para las Migraciones OIM. (2017). Migraciones, ambiente y cambio climático. Estudios de caso en América del Sur. Cuadernos migratorios N° 8.

Pascual, E. M. (2018). Migraciones causadas por la subida del nivel del mar: un reto para el Derecho internacional. Revista Catalana de Dret Ambiental, 9(2).

Parga, D. L. (2013). Un currículo ambientalizado para formar profesores de Química. Enseñanza de las Ciencias, (Extra), 02662-2666.

Parga, D. L. P. (2015). ¿Qué saben los profesores de química sobre educación ambiental?. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Educação Ambiental e Educação em Ciências

Parga, D. L. (2019). Conhecimento didático do conteúdo ambientalizado na formação inicial do professor de química na Colômbia (Tesis doctoral). Recuperada de https://repositorio.unesp.br/handle/11449/190931

Parga, D. L. y Mora, W. M. (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: TED, (24).

Pérez, B.F. (2018). Desplazamientos y migraciones climáticas: un reto que debemos afrontar. ECODES. Tomado de: https://migracionesclimaticas.org/documento/desplazamientos-y-migraciones-climaticas-un-reto-que-debemos-abordar/

Pérez, B. F. (2018). Migraciones climáticas: una aproximación al panorama actual. ECODES. Tomado de: https://migracionesclimaticas.org/wp-content/uploads/2018/11/Informe-migraciones-clima%CC%81ticas-una-aproximaci%C3%B3n-al-panorama-actual.pdf

Pérez, G. A. (2013). Educación Ambiental: Saber Interdisciplinar y Trasversal. Bio-grafía, 6(10), 22-27. Tomado de: https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/1956/1898

Pivel, M. A. G., Santarosa, A. C. A., Toledo, F. A. L., & Costa, K. B. (2013). The Holocene onset in the southwestern South Atlantic. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 374, 164-172.

Plan de Desarrollo Institucional 2020-2024. Universidad Pedagógica Nacional. 2020. Recuperado de http://pdi.pedagogica.edu.co/wp-content/uploads/2020/02/pdi_upn_2020-2024_10_02_20_web.pdf

Pommer, W. M., y Pommer, C. P. Geociências e projeto educativo: uma possível contribuição para a educação ambiental.

Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo. (sf). ¿Qué son los objetivos de desarrollo sostenible? Tomado de: https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html

Quiroga, S. y Mora, W. (2018). Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) del Cambio Climático (CC): una caracterización en torno al diseño y desarrollo profesional de docentes en ejercicio. In Congreso Internacional de Educaciones, pedagógicas y Didácticas (Tesis de maestría). Recuperada de http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/14320

Quiroga, S. (2018). Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) del cambio climático: una caracterización en torno al diseño y desarrollo profesional de docentes en ejercicio.

Rojano, Y., Contreras, M. y Rojano, A. (2021). Uso del aplicativo Atlas.ti para la gestión estratégica de datos en la aplicación del método de la Teoría Fundamentada. Memorias de la Vigésima Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática

Rebelo, D., Morgado, M., Bonito, J., Medina, J., Marques, L., y Andrade, A. (2015). A consciência ambiental na formação de professores em Geociências: contribuições para um enquadramento concetual.

Rengifo, B., Quitiaquez, L. y Mora, F. (2012). La educación ambiental una estrategia pedagógica que contribuye a la solución de la problemática ambiental en Colombia. XII Coloquio internacional de Geocrítica, 16.

Requena, A. T., Planes, V. C. y Miras, R. M. S. (2006). Teoría fundamentada" grounded theory": La construcción de la teoría a través del análisis interpretacional (Vol. 37). Cis.

Reyes, G. A. y Santelices, C. S. (2020). Personas vinculadas al sector agrícola en zonas rurales: migrantes climáticos inminentes. Revista de Derecho Ambiental, (14), 229-256.

Rohling, E. J., Grant, K. M., Roberts, A. P., & Larrasoana, J. C. (2013). Paleoclimate variability in the Mediterranean and Red Sea regions during the last 500,000 years: implications for hominin migrations. Current Anthropology, 54(S8), S183-S201.

Rozanski, K. y Gonfiantini, R. (1990). Isótopos en estudios climatológicos. Boletín del OIEA, 4(1990).

Santos, B. M. D. (2018). A questão dos refugiados climáticos em âmbito internacional.

Silva, P. G., Bardají, T., Roquero, E., Baena-Preysler, J., Cearreta, A., Rodríguez-Pascua, M. A., ... y Goy, J. L. (2017). El periodo cuaternario: La historia geológica de la Prehistoria. Cuaternario y Geomorfología, 31(3-4), 113-154

Sarmiento, J. P. (2018). Migración por cambio climático en Colombia: entre los refugiados medioambientales y los migrantes económicos. Revistas jurídicas, 15(2).

Sauvé, L. (2004). Perspectivas curriculares para la formación de formadores en educación ambiental. Carpeta informativa CENEAM, 162-160.

Sauvé, L. (2017). Educación Ambiental y Ecociudadanía: un proyecto ontogénico y político. REMEA - Revista Eletrônica Do Mestrado Em Educação Ambiental, 261–278. https://doi.org/10.14295/remea.v0i0.7306

Sereviche, C., Gomez, E. y Jaimes, J. (2016). La educación ambiental como base cultural y estrategia para el desarrollo sostenible. Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales, 18(2), 266-281.

Silva, P. G., Bardají, T., Roquero, E., Baena-Preysler, J., Cearreta, A., Rodríguez-Pascua, M. A., ... y Goy, J. L. (2017). El periodo cuaternario: La historia geológica de la Prehistoria. Cuaternario y Geomorfología, *31*(3-4), 113-154

Schimitt, T. J. R., y Gonçalves, V. K. (2019). A migração ambiental no regime internacional de mudança climática sob a perspectiva da AOSIS. Conversas & controvérsias. Vol. 6, n. 1 (jan./jun. 2019), p.[1-15].

Timmermann, A., & Friedrich, T. (2016). Late Pleistocene climate drivers of early human migration. Nature, 538(7623), 92-95.

Thomas, E. (2009). Paleoceanography. Encyclopedia of Ocean Sciences. Elsevier. Tomado de: https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/paleoceanography

Torres, S. y Garcia. G. (2019). La sostenibilidad y las geociencias. Biodiversidad, Servicios Ecosistémicos y los Objetivos del Desarrollo Sostenible en México, 81

Torres, J. M., & Casey, J. A. (2017). The centrality of social ties to climate migration and mental health. BMC public health, 17(1), 1-10.

UNESCO. (2017). Educación para los objetivos de desarrollo sostenible: objetivos de aprendizaje. Recuperado de https://unesdoc.unesco.org/search/a06910da-13ce-4952-bdff-c7db0c62c3f3

UNESCO. (2018). Antropoceno: la problemática vital de un debate científico. Recuperado de https://es.unesco.org/courier/2018-2/antropoceno-problematica-vital-debate-cientifico

UNESCO. (2018). Principios éticos- una herramienta esencial para combatir el cambio climático. Recuperado de https://es.unesco.org/news/principios-eticos-herramienta-esencial-combatir-cambio-climatico

Vengoechea, A. (2012). Las cumbres de naciones unidas sobre cambio climático. Recuperado de https://flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/agora/files//1340319925.documento_fes_09155.pdf

Vivas, C. M. U. (2011). Efecto gradiente del calentamiento global. Revista Ciencia y Tecnología, 62-73.

Wilches, G. (2013). Brújula, bastón y lámpara para trasegar los caminos de la educación ambiental. Recuperado de https://sie.car.gov.co/handle/20.500.11786/35711

Wright, J. D. (2000). Global climate change in marine stable isotope records. In *Quaternary geochronology: Methods and applications* (pp. 671-682). American Geophysical Union. Tomado de: https://doc.rero.ch/record/210179/files/PAL_E4270.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Entrevista sobre cambio climático y migración climática a profesores en Educación Ambiental

ENTREVISTA SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO Y MIGRACIÓN CLIMÁTICA A PROFESORES EN EDUCACIÓN AMBIENTAL

Estimado profesor. Cordial saludo. Agradezco de antemano su contribución y aporte a la investigación, de igual forma la disposición de tiempo para gestionarla. Por medio de este formato solicito su valioso aporte para resolver la siguiente entrevista como parte de una investigación realizada para obtener el título de licenciada en química de la Universidad Pedagógica Nacional. El tema del trabajo es: "*La migración climática en el currículo de formación de profesores de la Licenciatura en química desde el CDCEA"*, cuyo objetivo es establecer los elementos formativos desde el conocimiento didáctico del contenido en la educación ambiental que permitan la articulación de la enseñanza de la química con la migración climática en el currículo de formación de profesores de la licenciatura en química.

El instrumento consta de dos partes; la primera parte corresponde a un cuestionario de preguntas abiertas, la segunda parte corresponde a indicadores de percepción medidos por escala Likert. Las respuestas que proporcione serán confidenciales y se emplearan para el análisis del problema de estudio. Agradezco su atención y tiempo.

Lo invitamos a llenar los siguientes campos con el fin de conocer su experiencia profesional en la enseñanza de la educación ambiental.

Descripción profesional

Profesión	
Mencione detalladamente: Años de experiencia en la enseñanza de la educación ambiental y tipo de experiencia en universidades, colegios, etc.	
Investigaciones realizadas en la enseñanza de la educación ambiental	

Primera parte: preguntas abiertas

Para el conjunto de preguntas dadas a continuación, genere su respuesta de la manera más sincera posible

1. ¿De qué manera se ha desarrollado el concepto de migración climática a través del tiempo?
2. ¿Qué políticas actuales conoce respecto a los migrantes por el clima?
3. ¿Cuáles son los derechos vulnerados en los procesos de migración por el clima?
4. ¿Cuáles son las medidas que usan los diferentes países para proteger a los refugiados por el clima?
5. Desde su punto de vista ¿Cuál es el papel de los derechos humanos en los procesos de migración climática?
6. ¿Cómo percibe el fenómeno de migración climática de antes con respecto al de ahora y cómo lo ve a futuro?
7. Según Pérez (2018) existe información en donde se determina que los problemas por conflictos armados y los derivados por el clima aumentan la migración. ¿Qué opina usted de esta afirmación?
8. ¿Cuáles son los elementos teóricos de la migración climática que permitirían generar pensamiento crítico y a su vez construcción de ciudadanía?
9. ¿Cuál es el papel de los ODS en la adaptación o mitigación de problemas sociales como la migración climática en el territorio?
10. ¿De qué manera el cambio climático afecta la sostenibilidad en el territorio?
11. ¿Cómo desde el contenido del espacio académico que usted orienta se puede abordar el impacto y desarrollo de la migración climática en Colombia?
12. ¿Cómo podría articularse el conocimiento químico con la migración climática? Teniéndose claro que migración climática es el impacto social, ecológico, económico, cultural e histórico del cambio climático.

13. ¿Qué aspectos en el aula pueden ser considerados relevantes para trabajar la migración climática y su impacto en la economía de un territorio?
14. En la enseñanza de la química ¿Qué contenidos curriculares incluiría para abordar la temática de migración climática en el aula de clase tanto en el currículo explicito como en el implícito?

Segunda parte: cuestionario de actitudes

Para las afirmaciones presentes a continuación, se exponen las siguientes opciones:

Totalmente de acuerdo	TDA
De acuerdo	DA15
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	NAD
En desacuerdo	ED
Totalmente en desacuerdo	TED

Marque una x sobre la opción que considere se ajuste más a su percepción frente a cada afirmación

Afirmación	TDA	DA	NAD	ED	TED
1. La migración climática afecta el derecho a la educación, la salud y la vivienda.					
2. La migración climática afecta la seguridad alimentaria en el territorio.					
3. La migración por el clima ocurre frecuentemente de espacios rurales a urbanos.					
4. El impacto por migración climática es mayor en mujeres que en hombres.					
5. El sentido de pertenencia de los individuos con su territorio es afectado por la migración climática.					
6. La resiliencia en los territorios afectados por el cambio climático podría evitar la migración climática.					
7. En el campo de la educación se pueden emplear estrategias de sensibilización frente a la migración climática.					
8. Temáticas como la migración climática incluida en el currículo de formación mejoran la práctica profesional.					
9. Es necesario vincular el contenido social en la práctica profesional para la enseñanza de las ciencias naturales.					

10. En el aula de clase el tema de migración climática genera afectividades (motivación, intereses) en el profesor en formación					
11. Es viable generar propuestas curriculares para formar profesores de química que busquen la interdisciplinariedad desde el estudio de la migración climática.					

Anexo 2. Entrevista sobre cambio climático y migración climática a expertos en oceanografía y paleoclimatología

ENTREVISTA SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO Y MIGRACIÓN CLIMÁTICA A EXPERTOS EN OCEANOGRAFÍA-PALEOCLIMATOLOGÍA

Estimado investigador. Cordial saludo. Agradezco de antemano su contribución y aporte a la investigación, de igual forma la disposición de tiempo para gestionarla. Por medio de este formato solicito su valioso aporte para resolver la siguiente entrevista como parte de una investigación realizada para obtener el título de licenciada en química de la Universidad Pedagógica Nacional. El tema del trabajo es: "*La migración climática en el currículo de formación de profesores de la Licenciatura en química desde el CDCEA"*, cuyo objetivo es establecer los elementos formativos desde el conocimiento didáctico del contenido en la educación ambiental que permitan la articulación de la enseñanza de la química con la migración climática en el currículo de formación de profesores de la licenciatura en química.

El instrumento consta de 15 preguntas abiertas. Las respuestas que proporcione serán confidenciales y se emplearan para el análisis del problema de estudio. Agradezco su atención y tiempo.

Lo invitamos a llenar los siguientes campos con el fin de conocer su experiencia profesional en la enseñanza de la educación ambiental.

Descripción profesional

Profesión	
Mencione detalladamente: Años de experiencia en el campo de la paleoceanografía-paleoclimatología y tipo de experiencia (universidades, institutos de investigación, pasantías etc)	
Investigaciones realizadas en el campo de la oceanografía-paleoclimatología	.

Preguntas abiertas

Para el conjunto de preguntas dadas a continuación, genere su respuesta de la manera más sincera posible

1. ¿De qué manera la paleoceanografía y el paleoclima podrían ser herramientas útiles para predecir las variaciones climáticas futuras?
2. ¿Qué tipo de herramienta fósil utiliza en sus estudios y cómo esta herramienta puede ayudar a comprender las variaciones oceanográficas o climáticas del pasado?
3. ¿Podrían realizarse estudios de paleoclimatología en sedimentos marinos, sin utilizar herramientas fósiles?
4. ¿Para los estudios del clima del pasado se utilizan solo fósiles marinos o pueden realizarse en fósiles o sedimentos continentales?
5. ¿Qué tipos de isótopos se utilizan en los estudios oceanográficos y paleoclimáticos?
6. ¿En qué consiste el Standard Mean Ocean Water o SMOW para los estudios de clima en el océano?
7. ¿Por qué los isotopos de oxígeno (O^{18}/O^{16}) con relación a la calcita cambian en función de la temperatura?
8. ¿Existe alguna relación matemática que permita identificar la temperatura terrestre a partir de los isotopos, en períodos geológicos específicos?
9. ¿Cuál es la importancia del océano respecto a las variaciones climáticas pasadas y el actual cambio climático?
10. ¿De qué manera el estudio de isotopos en el océano permite reconocer migraciones climáticas?
11. ¿Qué papel desempeña la distribución de temperatura en el océano, con respecto a la migración climática de organismos o microrganismos?
12. ¿Las glaciaciones y deglaciaciones que ocurrieron en el período Cuaternario, pudieron afectar civilizaciones humanas y provocar migraciones climáticas?
13. ¿Cuáles son las diferencias entre las causas de las variaciones climáticas en el pasado, con respecto a las causas del cambio climático actual?
14. ¿En la enseñanza de la oceanografía, considera necesario incluir contenido de educación ambiental, que permita mitigar el impacto del cambio climático actual?
15. ¿En la enseñanza de las ciencias climáticas, considera necesario mostrar la influencia del clima en la migración de poblaciones de especies fósiles y actuales?

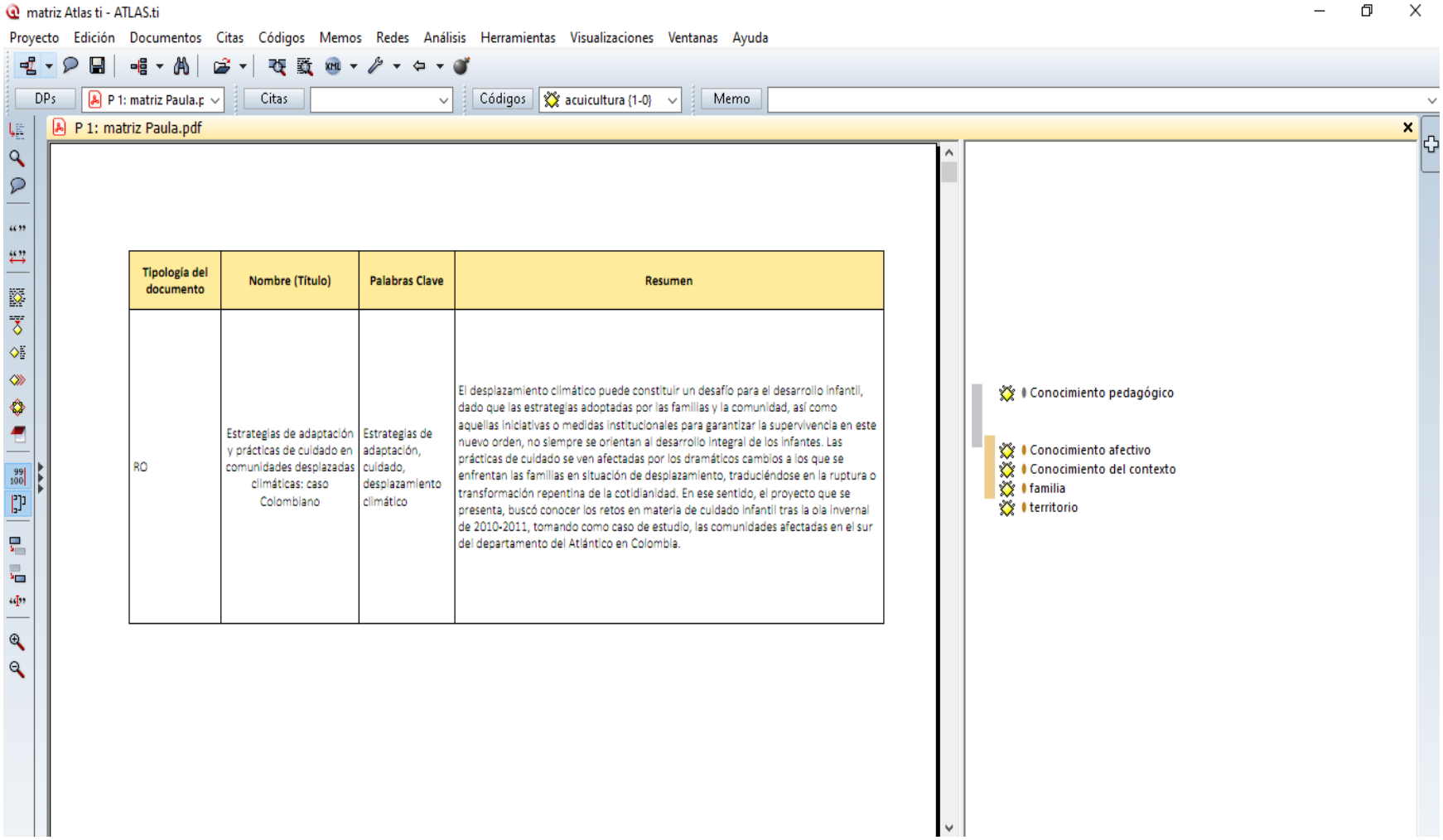
Anexo 3. Matriz de sistematización

Matriz de sistematización. Tema: Migración climática. Trabajo de Grado: Paula A. García Y

TIPOLOGÍA
RO: revista online
RF: Revista en físico
TM: Trabajos de Maestria
TG: Trabajos de Grado
CP: Comunicaciones - Memorias
L: Libro
CP: Cap. Libro

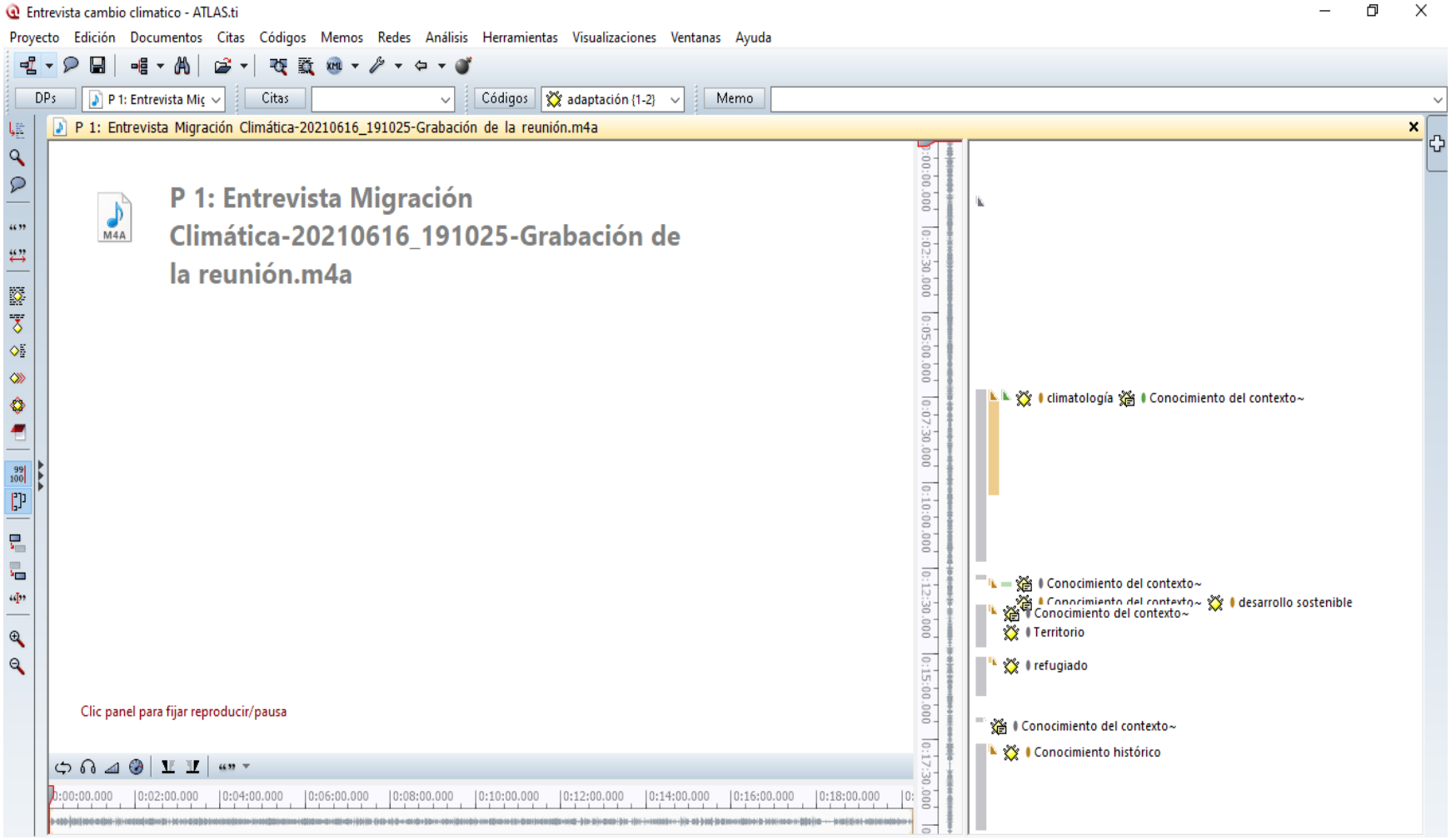
No.	Tipología del docume	Fuente	Nombre (Título)	Volumen	Número	Año	Autor	Palabras Clave	Resumen	Base de datos
1	RO	Psicologia em Estudo, Universidade Estadual de Maringá https://www.redalyc.org/jatsRepo/2871/287162798008/html/index.html	Estartegias de adaptación y prácticas de cuidado en comunidades desplazadas climaticas: caso Colombiano	24		2019	Juan José Amar Amar, Clara Ines De la Hoz De Real	Estrategias de adaptación, cuidado, desplazamiento climático	El desplazamiento climático puede constituir un desafío para el desarrollo infantil, dado que las estrategias adoptadas por las familias y la comunidad, así como aquellas iniciativas o medidas institucionales para garantizar la supervivencia en este nuevo orden, no siempre se orientan al desarrollo integral de los infantes. Las prácticas de cuidado se ven afectadas por los dramáticos cambios a los que se enfrentan las familias en situación de desplazamiento, traduciéndose en la ruptura o transformación repentina de la cotidianidad. En ese sentido, el proyecto que se presenta, buscó conocer los retos en materia de cuidado infantil tras la ola invernal de 2010-2011, tomando como caso de estudio, las comunidades afectadas en el sur del departamento del Atlántico en Colombia.	Redalyc

Anexo 4. Etapa: Diagnóstico. Software Atlas.ti© Versión 7.5.4

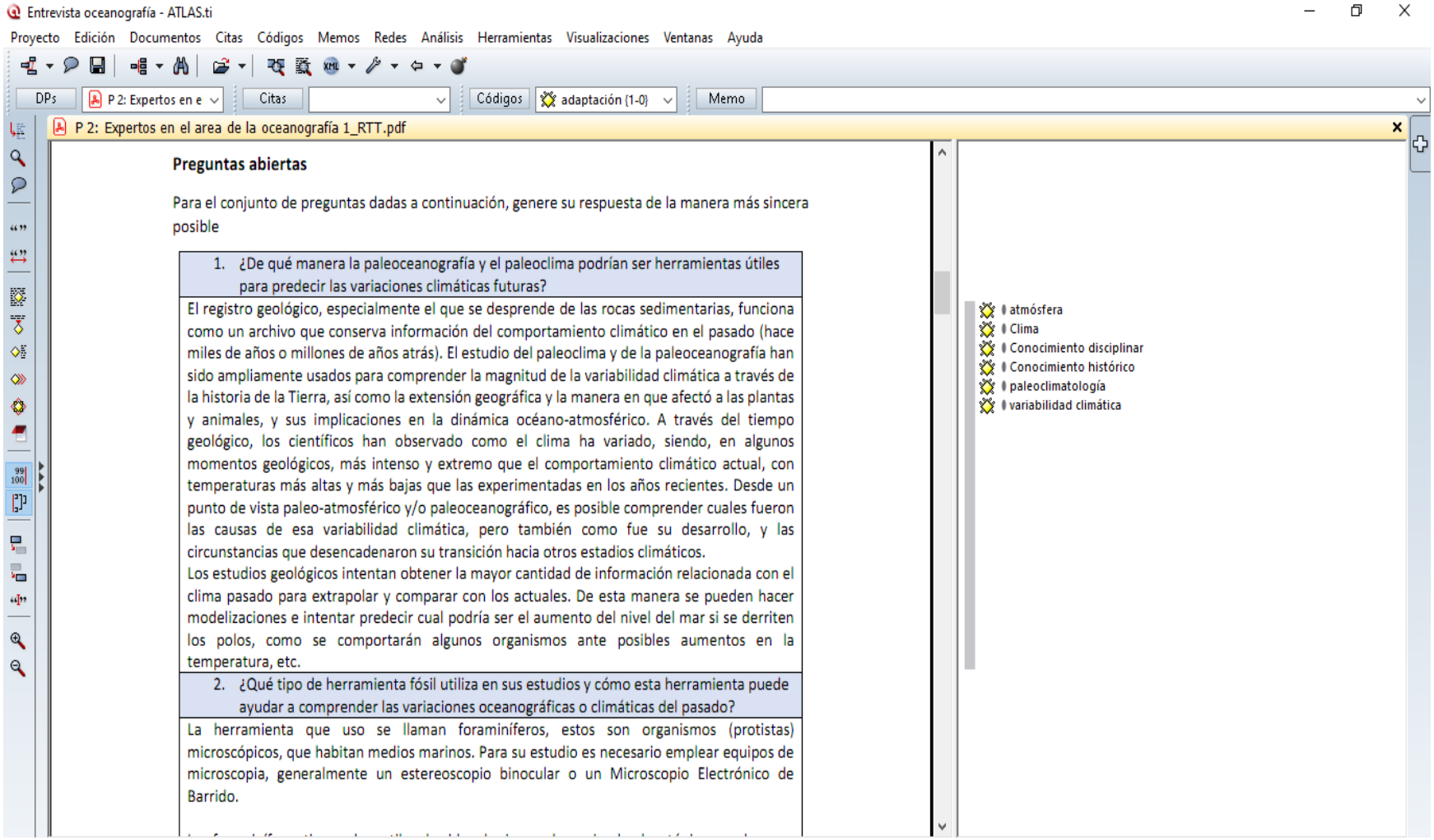
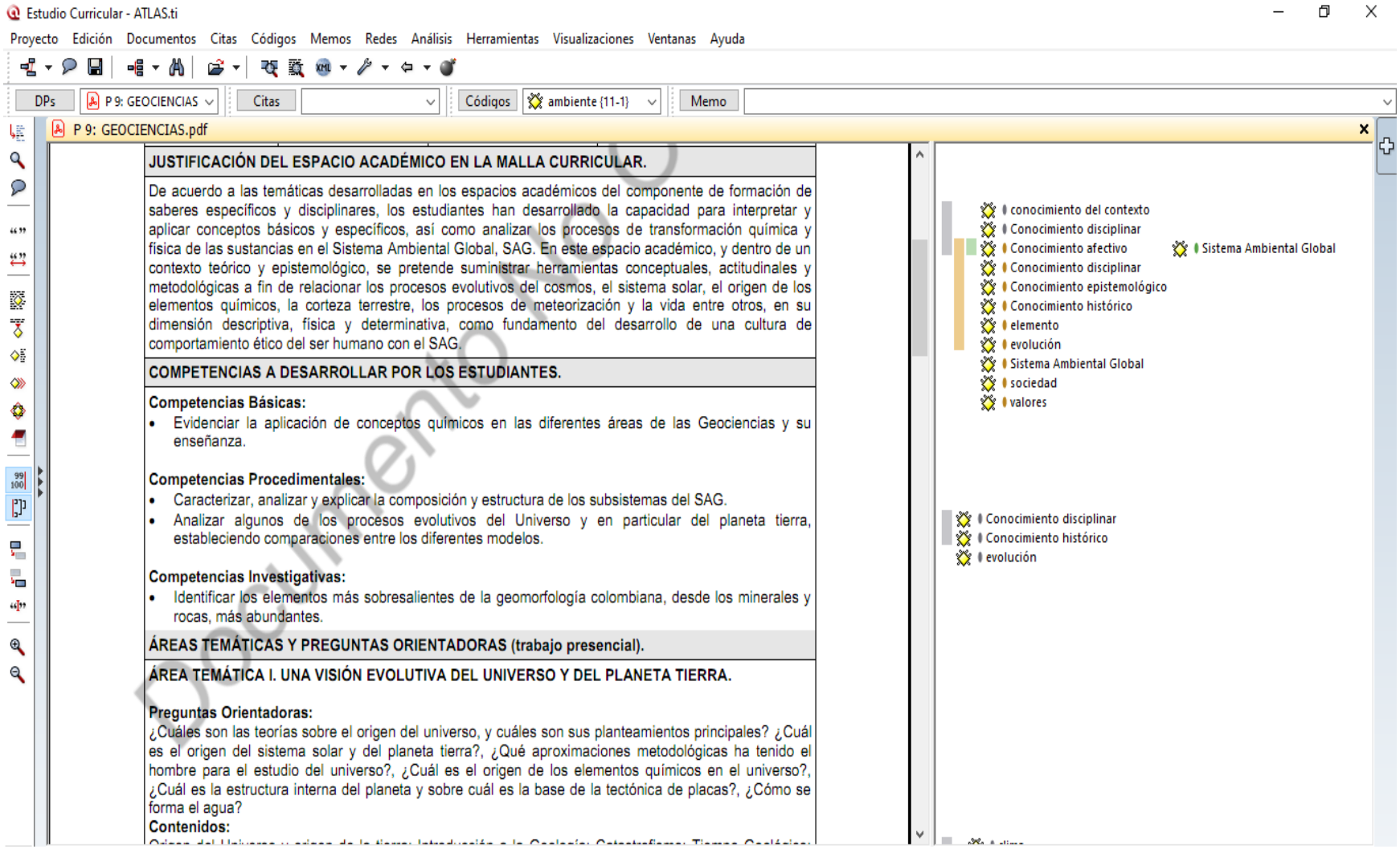


Tipología del documento	Nombre (Título)	Palabras Clave	Resumen
RO	Estrategias de adaptación y prácticas de cuidado en comunidades desplazadas climáticas: caso Colombiano	Estrategias de adaptación, cuidado, desplazamiento climático	El desplazamiento climático puede constituir un desafío para el desarrollo infantil, dado que las estrategias adoptadas por las familias y la comunidad, así como aquellas iniciativas o medidas institucionales para garantizar la supervivencia en este nuevo orden, no siempre se orientan al desarrollo integral de los infantes. Las prácticas de cuidado se ven afectadas por los dramáticos cambios a los que se enfrentan las familias en situación de desplazamiento, traduciéndose en la ruptura o transformación repentina de la cotidianidad. En ese sentido, el proyecto que se presenta, buscó conocer los retos en materia de cuidado infantil tras la ola invernal de 2010-2011, tomando como caso de estudio, las comunidades afectadas en el sur del departamento del Atlántico en Colombia.

Anexo 5. Etapa: Concepción científica y didáctica. Entrevista a profesores. Software Atlas.ti© Versión 7.5.4



Anexo 6. Etapa: Concepción científica y didáctica. Entrevista a expertos. Software Atlas.ti© Versión 7.5.4



Anexo 7. Etapa: Estudio curricular. Software Atlas.ti© Versión 7.5.4