

**ANTROPOCENO: CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS PARA CONTRIBUIR A
LA FORMACIÓN EN CIENCIAS Y EL DESARROLLO DE ECOCIUDADANÍA**

WILTON ESNEIDER SÁNCHEZ SERRATO



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL**

Educadora de educadores

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES**

BOGOTÁ – COLOMBIA

2022

**ANTROPOCENO: CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS PARA CONTRIBUIR A
LA FORMACIÓN EN CIENCIAS Y EL DESARROLLO DE ECOCIUDADANÍA**

WILTON ESNEIDER SÁNCHEZ SERRATO

**Trabajo de grado para optar por el título de: Magíster en Docencia de las
Ciencias Naturales**

Asesora:

Dra. ISABEL GARZÓN BARRAGÁN

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES**

BOGOTÁ – COLOMBIA

2022

Agradecimientos

A las personas que con su conocimiento, experiencia profesional y paciencia me orientaron académicamente, especialmente a la profesora Dra. Isabel Garzón Barragán.

A las personas con quienes me formé en la disciplina y la amistad, especialmente a Karol Torres y Eduardo Ballesteros.

A mis colegas a quienes aprecio en su conocimiento y profesión: Lorena Gamboa, Cristhian Castro y Magda Velásquez por sus aportes e interés por este trabajo.

Al grupo de estudiantes que desde un principio se interesaron por esta propuesta.

A mi familia que ha sido una motivación siempre especialmente a mis padres Yolanda y Wilton y mi tía Claudia.

A Natalia por el apoyo siempre.

Dedicatoria

A la vida, la disciplina, el amor por la academia, los esfuerzos propios y compartidos.

Al amor que me acompaña, aconseja y escucha en cada momento.

A quienes partieron y a quienes están.

Al amor propio.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO I	15
CONTEXTO DEL PROBLEMA Y OBJETO DE INVESTIGACIÓN	15
Problema de investigación	15
Hipótesis.....	21
Justificación.....	22
Antecedentes	26
Objetivos	32
Objetivo general	32
Objetivos específicos	32
CAPÍTULO II	33
ASPECTOS TEORICOS PARA APROXIMARSE A LA COMPRESIÓN DEL ANTROPOCENO COMO UNA CUESTION SOCIOCIENTÍFICA	33
Aproximación al significado de ecociudadanía en el antropoceno	33
Ecociudadanía resiliente.....	36
Ecociudadanía: dimensión ética y participación política	39
El antropoceno en el marco de las cuestiones sociocientíficas	48
CAPÍTULO III.....	56
ASPECTOS METODOLÓGICOS Y CONTENIDOS DISCIPLINARES PARA ABORDAR EL ANTROPOCENO A PARTIR DE CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS	56
Población participe.....	57
Diseño de la investigación	57
Instrumentos de recolección de información	58
Cuestionario	58
Seminario: “ecociudadanía a través del antropoceno”	60
Fases de la investigación	68
Fase uno: diseño de instrumentos de recolección de información	68

Fase dos: implementación de instrumentos de recolección de información	68
Fase tres: análisis de la información colectada.	68
CAPITULO IV.....	69
RESULTADOS Y ANÁLISIS	69
Resultados y análisis del cuestionario	70
Resultados y análisis de la implementación del semanario: “ecociudadanía a través del antropoceno”	81
Resultados y análisis asociados al contenido disciplinar: tiempo geológico	83
Resultados y análisis asociados al contenido disciplinar: extinciones.....	110
Resultados y análisis asociados al contenido disciplinar: transformación del paisaje natural.....	116
Resultados y análisis asociados al contenido disciplinar: conservación y restauración ...	125
CAPITULO V.....	130
CONCLUSIONES	130
REFERENCIAS.....	135
ANEXOS	145

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuestionario implementado con un grupo de estudiantes de grado octavo 8° del Colegio Santa Luisa.	59
Tabla 2. Cuadro de las cuestiones asociadas al Antropoceno, características de las CSC tomadas y adaptadas a partir de Martínez, (2014) y Ratcliffe y Grace (2003).....	61
Tabla 3. Ficha técnica del seminario "Ecociudadanía en el Antropoceno" contiene algunos aportes de (Levinson et al., 2017).....	65
Tabla 4. Contenidos, CSC y temáticas del seminario Ecociudadanía en el Antropoceno.....	81

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Respuestas a la pregunta uno del cuestionario.....	70
Gráfica 2. Pregunta dos del cuestionario	70
Gráfica 3. Nivel de interés por parte de los estudiantes con respecto al conocimiento del Antropoceno.....	74
Gráfica 4. Consideración de los estudiantes a la pregunta 11 del cuestionario	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cambios pasados y futuros en la concentración de dióxido de carbono atmosférico y la temperatura media mundial. Tomado de (Clark et al., 2016, p.3).....	52
Figura 2. Comprensión de los estudiantes sobre el término Antropoceno	72
Figura 3. Razones del desconocimiento del Antropoceno como término por parte de los estudiantes participantes.....	74
Figura 4. Aspectos asociados al Antropoceno	76
Figura 5. Posibles formas de abordar el Antropoceno	77
Figura 6. Problemas a los que la humanidad debe hacer frente hoy según los estudiantes	78
Figura 7. Causas y efectos de los problemas enunciados en la figura 6	79
Figura 8. Aspectos relacionados con el Antropoceno y la naturaleza de la ciencia	86
Figura 9. Comprensión del grupo de estudiantes acerca de los tecnofósiles	106
Figura 10. Aspectos emergentes del abordaje de las extinciones de tipo antropogénico	112
Figura 11. Arte como forma de comprender la transformación del paisaje natural.	119

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Acceso al documental "El Antropoceno: la era de la humanidad"	85
Imagen 2. Una de las lecturas grupales de textos científicos.....	90
Imagen 3. Montajes experimentales para la reproducción de fallas geológicas a escala de laboratorio a partir del experimento de Riedel. Tomado y Adaptado de Pardo (2019).....	92
Imagen 4. Grupo de estudiantes realizando una práctica de laboratorio a partir del experimento de Riedel	93
Imagen 5. Algunas formaciones geográficas analizadas por el grupo de estudiantes mediante Google Earth.....	94
Imagen 6. Informe de laboratorio realizado por un grupo de estudiantes de grado 8°	95
Imagen 7. Núcleos de roca analizados por el grupo de estudiantes, mediante comparación de resistencia al resquebrajamiento y fricción.....	96
Imagen 8. Grupo de estudiantes tomando muestras del suelo de la huerta escolar para posterior análisis fisicoquímico.	97
Imagen 9. Acceso al video. "Cuando Bogotá estaba bajo el agua".	98
Imagen 10. Huellas fósiles (Icnitas) que registran un suceso de depredación. Tomado de Sequeiros et al. (1996)	100
Imagen 11. Solución del juego ¿quién se comió el dinosaurio?, por parte de un grupo de estudiantes.....	101
Imagen 12. Representación del proceso de fosilización de un Ammonite. Tomado de Adamonis y Concheyro (2007).....	102
Imagen 13. “Duria Antiquior”. Representación pictórica de una escena de la vida prehistórica basada en evidencia fósil.	103
Imagen 14. Posible proceso inicial de fosilización de un felino. Tomado de Peruanik y National Geographic (2021)	104

Imagen 15. Tecnofósiles y sedimento de origen industrial. Tomado de Astibia (2012)	105
Imagen 16. Acceso a la conferencia. “Tecnofósiles, la huella del ser humano. Reflexiones desde el fenómeno minero”	108
Imagen 17. Tecnofósiles comunes considerados por algunos estudiantes	109
Imagen 18. Construcción de una tabla cronoestratigráfica.....	109
Imagen 19. Acceso a la página web The Anthropocene Project.....	111
Imagen 20. Acceso a la exposición virtual Antropoceno Arte y Biodiversidad en Escenarios Periurbanos	117
Imagen 21. Paisajes residuales y Arqueología de la opulencia. Obras de Juan Duran (2019).....	117
Imagen 22. Pinturas creadas por estudiantes de grado 11° y 8° del Colegio Santa Luisa (2022).....	121
Imagen 23. Grupo de estudiantes de grado 11° y 8° que participaron en IX Encuentro Ambiental: enseñanza, realidad y ambiente "Homenaje a nuestros líderes ambientales"	123
Imagen 24. Grupo de estudiantes creando una cartografía socioambiental.....	124
Imagen 25. Límites planetarios propuestos por (Rockström et al. 2009)	126
Imagen 26. Límites planetarios actuales. Tomado de Steffen et al. (2015).....	127
Imagen 27. Grupo de estudiantes observando tejido animal (larva de insecto) hallado en una muestra de agua.....	128
Imagen 28. Grupo de estudiantes explicando un modelo de ciudad basado en Biomímesis	129

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Diseño del seminario: Ecociudadanía a través del Antropoceno.

Anexo 2. Cuestionario pretest.

Anexo 3. Aspectos relacionados con el Antropoceno y la naturaleza de la ciencia

Anexo 4. Respuestas acerca de los aspectos relacionados con el Antropoceno y la naturaleza de la ciencia

Anexo 5. Respuestas en torno a los aspectos emergentes del abordaje de las extinciones de tipo antropogénico

Anexo 6. Respuestas en torno al Arte como forma de comprender la transformación del paisaje natural.

Anexo 7: Respuestas de los estudiantes en torno a los tecnofósiles como registros para considerar la formalización del Antropoceno

INTRODUCCIÓN

Una de las controversias que actualmente centran la atención de las comunidades científicas y el interés particular de algunos grupos sociales es el Antropoceno. Es un término en constante debate, luego de que fuera enunciado de manera *formal*, al parecer, en un congreso de carácter interdisciplinario; el Antropoceno se asocia a la propuesta formal de una nueva época geológica, caracterizada por la intervención de la actividad antropogénica en la biosfera, al punto en el que los sistemas naturales posiblemente se han transformado para siempre, o al menos lo suficiente para considerar y experimentar condiciones ambientales poco comunes y fuera de la relativa estabilidad del Holoceno; época geológica actual y oficialmente caracterizada, luego de la última glaciación que tuvo lugar hace 0.0082 millones de años aproximadamente. En todo caso, el Grupo de Trabajo sobre el Antropoceno AWG por sus siglas en inglés, es un grupo interdisciplinario cuya misión es estudiar, comprender y en todo caso formalizar como órgano constituyente de la Comisión Internacional de Estratigrafía, el Antropoceno como una nueva época geológica. Por el momento es un término que puede ser formalmente utilizado para la referirse al impacto antropogénico a escala planetaria del sistema terrestre.

En este sentido, la persona que esta leyendo este documento, tiene ante sí un trabajo de grado en el que se desarrolla una propuesta educativa y de formación en ciencias naturales, que plantea como hipótesis que la implementación de un seminario, para estudiantes de grado octavo, permite abordar el Antropoceno a partir de cuestiones sociocientíficas y contribuir de esta manera a una formación en ciencias y el desarrollo de una ecociudadanía resiliente, ética y políticamente participativa en las dinámicas de orden socioambiental. Es en este ámbito educativo y particularmente desde la formación como Magíster en Docencia de las Ciencias Naturales, que surge el interés particular por abordar el Antropoceno tanto en su naturaleza geológica como en sus implicaciones prácticas para otras disciplinas y su impacto en la sociedad, puesto que de ser oficial su formalización, la formación y didáctica de las ciencias naturales deberán transitar no a una nueva, sino a una forma alternativa para comprender y significar el mundo a partir de la gestión tanto de las condiciones como de la incertidumbre socioambiental que plantean los escenarios disruptivos del Antropoceno. Por consiguiente, en este trabajo de grado no se encuentra una visión catastrofista del Antropoceno, por el contrario, se encuentran posibilidades de acción pedagógica y didáctica e su comprensión.

En este orden de ideas, la hipótesis expuesta lleva a plantear como objetivo general: diseñar e implementar un seminario para estudiantes de grado octavo que permita abordar el Antropoceno a partir de cuestiones sociocientíficas, (CSC) para contribuir a una formación en ciencias y el desarrollo de una ecociudadanía resiliente, ética y políticamente participativa en las dinámicas de orden socioambiental. De modo que, desde una perspectiva en la que se comprende y valora la riqueza de significados y comprensiones, e incluso términos alternos al Antropoceno, se caracterizan entonces los aspectos teóricos para abordar el Antropoceno a partir de CSC; por otra parte, se establecen los aspectos metodológicos y contenidos disciplinares adecuados para su abordaje en los niveles iniciales de la formación escolar, principalmente grado 8° de básica secundaria del sistema educativo colombiano. Con esta intervención y a partir de una búsqueda de antecedentes; se considera que este trabajo de grado hace un aporte a la formación en ciencias y a la formación de una ecociudadanía en términos pedagógicos y didácticos, pues introduce en dichos niveles para el contexto colombiano, el Antropoceno mediante el planteamiento de CSC, sirviendo como un referente para la creación de planes de estudio e incluso currículos que consideren el Antropoceno como un problema de conocimiento científico y de naturaleza práctica para la enseñanza, dada la multiplicidad de contenidos disciplinares que se podrían tratar.

Ahora bien, con respecto a los contenidos que desarrolla este trabajo de grado, se pueden encontrar cinco capítulos: en el primero, se desarrolla todo el contexto y objeto de investigación, es decir se hacen explícitos el problema, la hipótesis, la justificación, los antecedentes que en términos del tratamiento de CSC se consideraron pertinentes, dados sus aportes en términos de la profundización teórica y metodológica. De igual forma en este capítulo se encuentran los objetivos anteriormente enunciados y que orientan el desarrollo de este trabajo de grado. En el segundo capítulo es posible aproximarse a la comprensión de la ecociudadanía, la resiliencia y sus dimensiones éticas y de participación política, así como del Antropoceno en el marco de las CSC. En el tercer capítulo es posible encontrar tanto los aspectos metodológicos como los contenidos disciplinares establecidos para abordar el Antropoceno con estudiantes de grado 8, por su parte las fases del proceso investigativo y de intervención en el aula también se encuentran en este capítulo, estas se llevan a cabo desde un *paradigma* de investigación mixto con enfoque descriptivo e interpretativo desde el cual se comprenden tanto el sentido del trabajo de grado en términos de lo que se propone en su objetivo como de la construcción de los instrumentos y la población participe.

Con respecto a los resultados expuestos en el cuarto capítulo, se resalta el interés con el que los estudiantes acogen el seminario: “Ecociudadanía a través del Antropoceno” y la pertinencia de los instrumentos; así como del desarrollo de los contenidos abordados a lo largo de 20 sesiones de intervención en la que se llevaron a cabo, entre otras cosas, talleres, prácticas de laboratorio e incluso la asistencia a encuentros de orden nacional e internacional. Los análisis de estos resultados derivan en el capítulo cinco, sobre las conclusiones y proyecciones que plantea este trabajo de grado que en todo caso, pueden ser tomadas como referente para futuras investigaciones o ser objeto de mejora, esto con el fin de enriquecer la diversidad de propuestas y alternativas para la formación en ciencias.

CAPÍTULO I

CONTEXTO DEL PROBLEMA Y OBJETO DE INVESTIGACIÓN

problema de investigación

En febrero del año 2000 en Cuernavaca, México, Paul Crutzen un químico neerlandés durante un congreso en el que se discutía acerca de la intensidad del impacto humano sobre el planeta exclamó: “¡No! Ya no vivimos en el Holoceno, sino en el... ¡Antropoceno!” se acuñaba de esta forma un término para designar una nueva época geológica. (Maldonado, 2018, p. 15). No obstante, este término ya había sido mencionado antes, primero por el geólogo Aleksei Petrovich en 1922 para indicar el tiempo transcurrido desde que los primeros humanos evolucionaron hace unos 160.000 años y segundo por el biólogo marino Eugene Stoermer en algunos de sus artículos hacia la década de 1980 Angus y Foster, (2016). De momento, podría inferirse que la explosividad y rapidez con la que dicho término se expandió y llegó a “*incomodar*” a las comunidades científicas y medios especializados y no en la divulgación de la ciencia, tuvo que ver; primero, con el sentido tan ambicioso de la exclamación enunciada por Crutzen en el marco de un congreso de carácter internacional y segundo, con el contexto socioambiental y político generalizado a nivel mundial que para inicios e incluso antes de la década del 2000, venía poniendo en evidencia la preocupación creciente tanto de la comunidad científica como de los movimientos sociales y la sociedad civil en general por poner la mirada crítica en el “*caótico*” estudio por el impacto de la actividad antrópica en la Tierra. Quizá, como lo sugiere Steffen et al., (2011) citado también por “Somos la primera generación que conoce cómo influyen nuestras actividades en el sistema terrestre y, por tanto, la primera que tiene el poder y la responsabilidad de cambiar nuestra relación con el planeta.” (p. 74)

Tratar de comprender o pensar el Antropoceno es una tarea compleja en términos cognitivos, principalmente por las implicaciones: fenomenológicas, epistemológicas, discursivas, simbólicas e incluso socioafectivas y emocionales a las que se enfrentan quienes lo intentan, pues la racionalidad con la que se enuncian dichas implicaciones al menos, desde la singularidad, experticia y postura de los interlocutores no es neutral y tampoco tendría por qué serlo. En la ciencia, por lo general, hay más disensos que consensos y el debate acerca del Antropoceno hoy tiende más a los primeros que a los segundos. De modo que “...hablar del

Antropoceno resulta por sí mismo problemático, incluso desde el punto de vista semántico porque es un concepto abierto, está en el límite entre lo inequívoco y lo especulativo...trasciende desde lo político y lo bioético”. Así lo sugirió German Andrade en el marco de la cátedra abierta: “Nuestro Futuro” ofrecida por el Centro de Desarrollo Sostenible para América Latina (CODS) y la Universidad de los Andes en el año 2019.

Conviene subrayar que los planteamientos que se irán exponiendo, tienen como fundamento: acercar esta investigación y al público lector, hacia una comprensión teórica aproximada acerca del Antropoceno para que este pueda enunciarse como un problema de estudio particular desde el enfoque epistémico de las cuestiones sociocientíficas (CSC) y en el marco de la formación en ciencias naturales, dado que, para efectos del alcance, enfoque y profundidad de los límites de este trabajo no es posible atender a la globalidad y diversidad de los aportes teóricos en términos de conocimiento científico y reflexión filosófica que desde distintas disciplinas como la Ecología, la Geología, la Sociología y la misma Antropología entre otras han realizado al respecto.

En este sentido y para profundizar un poco más en este planteamiento, se compartirá la idea de que “el término Antropoceno se introduce para designar la transición del Holoceno al Antropoceno pues se considera que la actividad humana rivaliza con otras fuerzas de la naturaleza, su acción se hace evidente en el funcionamiento de la Biosfera y ha labrado tasas de extinción comparables a las de los cinco últimos eventos más importantes en la historia de la vida en la Tierra. (Steffen, Grinevald, et al., 2011) Sin embargo, esta idea es bastante cuestionada, en primera instancia, de acuerdo con (Maris, 2016, p. 129) como se citó en (Maldonado, 2018, p. 122) “*La idea de que los humanos puedan ser agentes geológicos se refiere a la humanidad como especie. El comportamiento de los grupos pequeños no tiene capacidad de interferir en los grandes procesos geológicos.*” Como este, muchos de los referentes que han venido teorizando sobre el Antropoceno, tienen en común reflexiones asociadas a la relación entre lo social y lo natural y de su simbiosis con “*cultura*” la “*historia*” el “*conocimiento*” y la “*ciencia*”. Se moviliza junto a ello, además, discursos e ideologías que promueven un Antropoceno que podría pensarse desde las ideas de (Escobar, 2014) acerca del “*desarrollo*”, las teorías Queer y eco-ecofeministas en (Grusin, 2016) o las alternativas propuestas por (Haraway, 2016) en lo que denomina como el *Chthuluceno* haciendo alusión a la consideración de “*parentesco multiespecie*” que si se ve desde la óptica del movimiento “*decolonizador*” en América Latina desde hace mucho tiempo ya se ha

venido avanzando, dada la participación política y resiliente de “*pequeños*” grupos sociales como las comunidades de pueblos campesinos, indígenas y un creciente número de “*resistencias*” en las ciudades, grupos de jóvenes, líderes que manifiestan su preocupación por la dinámica en parte agresiva y azarosa con que se transforma eso que se conoce o enuncia cotidianamente como “el medio ambiente”.

Hasta aquí, el planteamiento expuesto hace pensar en futuros posibles, sobre los cuales, las sociedades deben seguir habitando en un planeta que ha sido transformado profundamente en muchas dimensiones, y para lo cual se cree firmemente que la formación en ciencias desde la escuela *del Antropoceno* tiene el potencial suficiente para consolidar y, en todo caso, propiciar colectivos de pensamiento y de acción, frente al urgente cambio del paradigma ambiental y sionatural. Sin embargo, para que la formación en ciencias contribuya a dicho cambio, se necesita que el profesorado sepa identificar las tácticas de la apuesta neoliberal sobre la cual se fundamenta gran parte del ámbito educativo actual, tanto a nivel mundial como local; puesto que desde la política pública, el currículo y lo que es peor, desde la misma práctica educativa, a través de los discursos, los contenidos, las actividades para el aprendizaje de las ciencias, es posible que se promueva sin pena e inconscientemente una educación que se centra exclusivamente en preparar para el *trabajo*, enalteciendo los ideales del *desarrollo* y el *crecimiento económico* mediante la *competencia*, con efectos adversos como la caída de la biodiversidad, marcada por el creciente número de especies extintas, diezmadas o en estado crítico de conservación, el aumento de la inequidad, marginación, expansión de disturbios civiles, el extractivismo (legal o ilegal), el riesgo de pandemias y otros escenarios no menos difíciles (Jickling y Sterling, 2017, p.38)

Lo anterior, de ninguna manera quiere promover un discurso catastrofista, por el contrario, pretende generar algunas reflexiones que permitan repensar la forma en que se educa en ciencias, se apropia el conocimiento científico y se construye el tejido social en tiempos de incertidumbre y riesgo global. De acuerdo con Sterling (2017), los supuestos del pensamiento neoliberal acerca de la educación son: estudiantes formados para la empleabilidad mediante enfoques de competencia que hacen *exitosa* la economía; mientras que la calidad y el desempeño educativo se alcanzan solo si se mantienen a presión y evaluados constantemente por métricas. Así, los estudiantes y las comunidades educativas en general son vistas como consumidores de un servicio llamado *educación*, en el cual aspectos como la ética, los valores y la afectividad tienen poco o ningún valor.

Si estos supuestos de la educación resultan ser *efectivos*, entonces hay que mirarlos con extrañeza, ¿qué tipo de economía se quiere favorecer?, ¿cuáles son los criterios y a qué responden las rubricas evaluativas?, ¿en dónde quedan relegados los valores y la ética?, ¿a qué lógicas y relaciones de poder le conviene esta tendencia educativa? Son algunas de las preguntas que cabe hacerse desde una mirada crítica a dicha ideología neoliberal de la educación. Si los valores, la ética y la afectividad no tienen ningún sentido en la educación, entonces, para un país como Colombia frente al Antropoceno ¿cuál es el sentido de la educación?, ¿se deben seguir los estándares sobre lo que los estudiantes *deben* aprender?, ¿qué tipo de ciudadanos se deben formar?

Muchas investigaciones científicas, afirman hoy día que hay un enorme peligro de colapso planetario debido al cambio climático que desde hace mucho tiempo se viene agudizando. Este cambio incluye problemas como: la deforestación, inundaciones, sequias, hambrunas, extractivismo, y también hace referencia, aunque de manera indirecta, a la muerte de defensores ambientales y otros líderes sociales, mujeres y hombres de todas las edades, que luchan contra los problemas en mención y que históricamente, tanto en el país como en toda Latinoamérica se pueden contar por miles; un genocidio que se normaliza y se naturaliza cotidianamente debido a la ceguera de muchos. Frente a esta terrible situación, es posible pensar que la *lucha contra el cambio climático* se perdió hace mucho tiempo; el cambio está sucediendo. A pesar de la pérdida, es necesario cooperar de manera colectiva, acudiendo a la interdisciplinariedad y formación e ciencias, como pilares fundamentales de una sociedad del conocimiento, cuyas acciones políticas deben movilizar una ecociudadana resiliente en el Antropoceno.

Para hacer énfasis y problematizar lo mencionado anteriormente, se puede referenciar la siguiente situación problemática: la mayoría de instituciones educativas a nivel nacional, deben cumplir con estándares y políticas educativas de presunta *calidad*, de la cual derivan *estrategias*, planes y enfoques de estudio que se deben examinar a profundidad, puesto que, si se asume que la educación se suscribe bajo los supuestos neoliberales, mencionados líneas arriba, es posible que en la escuela circulen discursos de manera intencionada o no, que promueven acciones y reflexiones insuficientes, en torno a problemáticas de orden socioambiental. Para Arias et al., (2020), la escuela ha sido receptora de las comprensiones hegemónicas y dominantes sobre la oportunidad que para las sociedades brindaría pensar y promover el *desarrollo sostenible*. Así, se han desplegado *estrategias* como

los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE), desde los cuales se pretende incluir la dimensión de lo ambiental, tanto en los currículos como en los planes de estudio. Sin embargo, estos se mantienen en el campo discursivo *pro-ambientalista* y su finalidad suele no considerar las relaciones de poder que granjean la crisis ambiental y climática. En otras palabras, las acciones que comúnmente se llevan a cabo desde la escuela en pro de mejorar o hacer frente al cambio climático, desde el ámbito de la educación, si bien han introducido forzosamente o no la dimensión ambiental en la formación de la niñez y la juventud son insuficientes y limitadas, debido a la naturaleza *subliminal*, la envergadura de los problemas socioambientales y la lógica que los perpetua.

En consecuencia, desde este planteamiento surge una apuesta por la formación en ciencias, cuya naturaleza no sea absolutista, acabada e incuestionable; pues, pareciera ser que existe en la escuela y en la cotidianidad, un imaginario colectivo que comprende la ciencia como algo dado, como la *verdad* absoluta, entre otras. De acuerdo con Morin, (1984) Morin (1984), remitiéndose al pensamiento de Kuhn, menciona que “*se puede comprender la ciencia como verdadera en sus datos (verificados, verificables), sin que por ello sus teorías sean verdaderas*”. Así, el conocimiento científico para Morin “*es un conocimiento cierto en el sentido de que se funda en datos verificados y es apto para proporcionar predicciones concretas*”. Se podría decir entonces, que el conocimiento propiamente científico sobre el Antropoceno, cuenta con *datos verificados* (índices de contaminación, listas de especies extintas, tasas de deforestación), que apuntan a la idea de que se debe transitar a una nueva época, que es tanto geológica como social, y para la cual se necesita una sociedad que afronte las implicaciones de sus actos, fundamentados en una eco-ciudadana lucida, enriquecida por los aportes del conocimiento científico interdisciplinar e intercultural, como una posible forma de superar la inconmensurabilidad epistémica de las disciplinas. Con esto, se quiere expresar que las nociones sobre lo que es, lo que dice y se dice de las ciencias, influye en las dinámicas de su apropiación y aplicación. En la *escuela del Antropoceno*, las ciencias y los eco-ciudadanos deben permitirse proporcionar *predicciones concretas*, sobre las implicaciones de un voto, un proyecto energético, un modelo de producción, una política pública, un proyecto urbanístico, entre otros, que les permita discernir, al menos, de manera ética y responsable.

De acuerdo con Gligo et al., (2020), el avance ético y político en torno a la dimensión ambiental en Latinoamérica, ha contribuido a que la influencia del tema de la participación ciudadana haya ido en aumento; ello ha sido fundamental para los progresos que se evidencian en la región. Sin embargo, aunque en las legislaciones y reglamentos aparece la exigencia con más o menos peso de la participación ciudadana, en la práctica se incrementan las dificultades para concretarla. Se constata una participación que, si bien suele apearse a la legislación vigente en el país, en la práctica no pasa de ser una cuestión formal. (p.51)

En este sentido, se entiende que la naturaleza de las ciencias y la formación en ciencias tienen raíces profundas en dimensiones sociales, políticas y culturales, influenciadas fuertemente por intereses colectivos y particulares, que no están exentos de análisis, objetivación y crítica. Morin (Año), menciona que la actividad científica está sin duda inmersa en la vida cultural y social, esto lleva a pensar que desde los centros de educación inicial hasta los centros de formación en niveles académicos más elevados, en todas las disciplinas, se deben promover ideales de un futuro más realista y fundamentado en las acciones conscientes del hoy, pues en el Antropoceno la incertidumbre es el común denominador de las vivencias de lo ambiental, que en muchas partes del mundo se manifiestan de distinta manera e intensidad. Al respecto, autores como Escrigas (2015), citado en Jickling y Sterling, (2017) Sterling (2017), proponen que los centros de formación y particularmente las universidades, deben aprender a leer la *realidad* para comprender los impactos de las acciones humanas y sus costos planetarios, en un momento de urgente transición social.

Una vez centrada la mirada en las ciencias y su naturaleza, es sabido que el *progreso* y la *calidad de vida*, ya sean como discurso o hecho social con todas sus críticas y cuestionamientos, no habrían sido posibles si no existiera una actividad científica y una que otra ideología que los impulsara. En la época del Antropoceno, se debe conocer el costo de lo que implica progresar y tener una calidad de vida, pero hay que tener cuidado con estas afirmaciones, puesto que no es posible afirmar que toda la humanidad encaja en este discurso, sobre todo cuando se observan los estragos sobre la biosfera; basta con mirar por la ventana para darse cuenta de la profunda transformación del *mundo natural* en nombre del progreso y otras invenciones no menos problemáticas. Al respecto, Olive (2009) afirma que:

... a pesar del optimismo sobre el progreso científico, a la entrada del siglo XXI hay buenas razones para preocuparse por las consecuencias del desarrollo y de las aplicaciones de la ciencia y la tecnología. Pues, aunque ciertamente hay muchas consecuencias bondadosas, también hay otras indeseables y peligrosas.

Aquí, es fundamental una formación y un profesorado en ciencias fundamentado en aspectos éticos y políticos propios de una *justicia social*. La ciencia ya no debe convencer, debe demostrar.

Para finalizar, desde este planteamiento se pretende consolidar a partir de este trabajo de grado propuesta educativa que, desde la formación en las ciencias naturales, aporte a una formación ecociudadana de cooperación resiliente en el Antropoceno, y que epistemológicamente se fundamente sobre los principios de un cambio de paradigma socioambiental, con el que se puedan construir futuros posibles para la vida en la Tierra. Así, la hipótesis que sostiene esta intención es la siguiente:

Hipótesis

La implementación de un seminario, para estudiantes de grado octavo, permite abordar el Antropoceno a partir de cuestiones sociocientíficas y contribuir a una formación en ciencias y el desarrollo de una ecociudadanía resiliente, ética y políticamente participativa en las dinámicas de orden socioambiental.

Justificación

La *humanidad* entendida aquí como la especie *Homo sapiens sapiens*, poseedora de los dones de la *lucidez* y de la *conciencia*, se ha permitido, alrededor del mundo y sus propias culturas, construir relatos maravillosos sobre luchas heroicas en la dominación de monstruos y lugares inhóspitos. Las luchas son constantes, de hecho, siguen vigentes; los monstruos toman forma de agentes bacterianos, virales, conflictos sociales, crisis económicas, climáticas, energéticas, entre otras; mientras que los lugares inhóspitos aún se mantienen hasta cierto punto en el plano de lo *inexplorable*, como las profundidades del océano o las selvas tropicales, aunque eso está por verse. De todas esas luchas, hay algunas que son bastante polémicas: *la lucha contra el cambio climático, la lucha contra las sustancias psicoactivas, la lucha contra la violencia, la lucha contra la pobreza y el hambre*, son algunos ejemplos. Su polémica se debe a una multiplicidad de causas y efectos que, a menudo, se abordan desde un pensamiento unicausal, surgiendo así argumentos y explicaciones que no dan cuenta o son insuficientes para englobar la complejidad de dichas polémicas. Por ejemplo, argumentar que el cambio climático como problema propio de la humanidad, se debe única y exclusivamente a un aumento exponencial de la población, y que la solución radica en una disminución controlada de la misma, mediante políticas y ciertos mecanismos de poder. Esto supone aceptar y validar los peligrosos discursos e ideales ecofascistas; la realidad aparente sobre la que versan las investigaciones científicas en torno a dichas polémicas sugiere que las soluciones son complejas, tanto en su pensamiento como en su aplicación.

El Antropoceno ya sea como un hecho, noción o metáfora, sitúa a la humanidad en el marco de una nueva época de la escala temporal geológica, en donde intenta de alguna manera *adaptarse* a un mundo, que, dadas las intensas fuerzas de la actividad antrópica, se ha transformado profundamente, al menos tal y como se conoció durante parte del Holoceno. En este sentido, para las disciplinas y la formación en ciencias, se abre un camino lleno de posibilidades para significar de nuevo el mundo. La humanidad debe entre tanto, repensar la forma en que se relaciona con el mundo natural del cual hace parte. Aquí, el papel de las comunidades científicas en las cuales se incluye el profesorado de ciencias es fundamental porque su actividad pedagógica y didáctica se desarrolla en colectivo y hace parte de la cotidianidad de las sociedades, la cultura de la formación y el conocimiento, aun cuando las dinámicas del mercado educativo mencionadas en el apartado anterior tienden a desfigurar dicha actividad.

En principio, la importancia de este trabajo en el ámbito de la formación en ciencias naturales radica en introducir en los niveles de formación escolar de primaria y secundaria, parte de los aspectos teóricos, filosóficos y disciplinares, que se han venido construyendo colectivamente en torno al Antropoceno y que se hicieron explícitas en el planteamiento del problema. Con esto, se pretende propiciar una formación científica que contribuya a la formación de ciudadanos conscientes de su relación con el mundo natural; reflejada en una eco-ciudadanía fundamentada en principios éticos, y consciente de la necesidad de la participación política y activa en las dinámicas de orden socioambiental.

Para tal fin, se debe disponer de una estructura que, en términos pedagógicos y didácticos, soporte el peso de lo que implica abordar el Antropoceno en la escuela. A este, difícilmente, se le puede ver incluido en algún plan de estudios o en debates que se llevan a cabo en los niveles de formación inicial. Más bien, el Antropoceno hace parte de cátedras que se proponen a nivel universitario, de conferencias en congresos de corte interdisciplinar y de un *selecto grupo* de comunidades científicas; como lo menciona Arias (2018), (M. Arias, 2018) en el prefacio de su obra “*Antropoceno la política en la era humana*”.

Uno de los reproches que con más frecuencia se dirigen contra el mundo académico, es que vive encerrado en sí mismo y no comunica sus hallazgos o reflexiones con suficiente claridad. Seguramente sea el caso, aunque quizá el interés del público por esos hallazgos no sea tampoco demasiado grande (p.11).

Tratando de encontrar soluciones frente al problema que expone Arias (2018), y desde un interés particular por la formación en ciencias naturales, se pretende también en este trabajo, abrir algunas puertas que permitan hacer más visible ese *mundo académico especializado* para aquellas comunidades educativas que por algún motivo no llegan a conocer con suficiente actualidad los *hallazgos y reflexiones* que las comunidades científicas van alcanzando. No se trata de ofrecer una salvación, se trata más bien de ofrecer posturas, con criterios pedagógicos y didácticos, para repensar imaginarios acerca de las ciencias y su naturaleza; en una perspectiva que asume al profesorado de ciencias con la posibilidad de hacer investigación educativa que promueva tanto la construcción de conocimiento escolar como la formación en un sentido integral humanista.

Por otra parte, este trabajo es importante en el ámbito de la formación en ciencias porque tiene el potencial para propiciar el interés del profesorado, para aproximarse a las ciencias como una actividad dinámica e inacabada y, así derivar reflexiones de orden epistemológico, fenomenológico, teórico y metodológico, que le permitan desde una mirada interdisciplinar, fundamentar las CSC para vincular el conocimiento científico con cuestiones sociales, tecnológicas, políticas, económicas, éticas, entre otras.

Como ya se mencionó, existe la necesidad de una estructura pedagógica y didáctica para abordar el Antropoceno en la escuela. Esto, porque se comprende que muchos de los planteamientos teóricos sobre el Antropoceno confieren retos para la educación en general, la formación en ciencias y la formación ecociudadana. Tales retos, se pueden afrontar desde las CSC, ya que tienen el potencial de dinamizar la actividad científica escolar y con ello movilizar imaginarios colectivos sobre las ciencias, cuyos aportes en términos de conocimiento, se mantienen en constante construcción citando a (Díaz y Jiménez, 2014) afirman que:

... son numerosos los problemas que implican situaciones en las que se demanda un conocimiento científico que aún no se ha consolidado. Estos problemas, al situarse en la línea fronteriza por la que actualmente avanza la ciencia, son considerados buenos contextos para ayudar a superar la visión de *neutralidad* y *objetividad* que tradicionalmente se ha atribuido a la ciencia (p.696).

En la misma línea de argumentación (Olarte, 2018) menciona que, en la literatura sobre didáctica de las ciencias, las CSC contribuyen a “la alfabetización científica, argumentación basada en pruebas, construcción de consensos, razonamientos morales, comprensión y aplicación del conocimiento del contenido científico y la comprensión de la naturaleza de las ciencias” (p.29).

Ahora, con respecto a la formación eco-ciudadana, se entiende aquí que una formación en ciencias que aborde el Antropoceno, debe superar la noción simplista del ciudadano que establece relaciones basadas en normas y deberes, para trascender a la de un ciudadano consciente de que su participación política no es solo votar en elecciones si no que, además, se reconoce como un ser con la capacidad de cuestionar, hacer veeduría y de actuar en colectivo, para proponer, crear o recoger de otras comunidades acciones para construir

sociedades más democráticas, que vinculen la interdependencia entre especies y el cuidado por nuestro ecosistema la Tierra.

Antecedentes

Las CSC o controversias sociocientíficas como encuentran en la bibliografía existente, se han tratado como objetos de estudio en distintos niveles de formación del profesorado. Para efectos de este trabajo, se tienen en cuenta once antecedentes, siete de ellos están asociados a programas de posgrado (maestría), relacionados exclusivamente con el abordaje de CSC, en los campos de la docencia y la enseñanza de las ciencias naturales, en la formación académica de básica secundaria y media, del sistema educativo colombiano. De manera particular un antecedente importante para este trabajo de grado, lo constituye el trabajo que realiza Martínez, (2020) en el que a través de una propuesta didáctica acude al Antropoceno como una herramienta para abordar la problemática socioambiental actual. En este sentido, los trabajos derivan de producciones adscritas a los programas de: Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales (MDCN) y Maestría en Docencia de la Química (MDQ) de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales (MECEN) de la Universidad Nacional de Colombia, Maestría en Educación en Ciencias Naturales (MECN) de la Universidad de Antioquia y al Máster Universitario en Profesor de Educación Secundaria de la Universidad de Valencia. Por su parte, los cuatro antecedentes restantes, son reflexiones asociadas a la formación ecociudadana, la educación y la ética en el Antropoceno.

Estos antecedentes se extrajeron de los repositorios institucionales de las universidades arriba mencionadas, y se caracterizan por problematizar diferentes casos o problemas que se pueden considerar como CSC, siendo posible identificar entre ellos tres dimensiones relacionadas con la formación en ciencias naturales: La *fundamentación epistemológica*, la *argumentación científica* y la *formación ciudadana*. En principio y hasta cierto punto, se podría pensar y aceptar que tales dimensiones derivan de intereses propios de la actividad científica, pedagógica y didáctica del profesorado de ciencias. Así, con el fin de desarrollar estas dimensiones y exponer los aportes teóricos y metodológicos que los antecedentes hacen a este trabajo, se realiza una caracterización de estos entendiendo que el conocimiento previo y acumulado sobre un objeto de estudio particular es, principalmente, una construcción cultural e inacabada, de la cual es posible partir sugiriendo nuevos caminos de enunciación comprensión y significado.

En este orden de ideas y teniendo en cuenta las dimensiones mencionadas anteriormente, se puede inferir que la dimensión de *argumentación científica* se aborda en los trabajos realizados por: Madrid (2016), (Madrid, 2016) adscrito a la MDCN; Beltrán, (2013), (Beltrán, 2013), Bastidas y Guerra (2016) (Bastidas y Guerra, 2016) y Carvajal, (2019) (Carvajal, 2019) adscritos a la MDQ. Los intereses y objetos de estudio de dichos trabajos analizan aspectos relativos a la argumentación y la construcción de explicaciones científicas, por parte de estudiantes de secundaria y maestros de ciencias en ejercicio.

En cuanto a la dimensión: *fundamentación epistemológica*, se considera que el trabajo realizado por Olarte (2018), (Olarte, 2018) fundamenta un punto de partida conceptual para comprender las CSC como elementos medulares del enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), y no como subordinaciones instrumentales del mismo o de la enseñanza de las ciencias. En efecto, este antecedente, invita a que en este trabajo el Antropoceno no sea tratado solo como una CSC, de la cual todo el mundo habla en términos de lo controversial que ha llegado a ser, si no que, por el contrario, desde el fundamento epistémico de las CSC se pueda pensar, entre tanto, en posibles formas de enseñar las ciencias naturales en el contexto de un complejo de incertidumbres climáticas, en las que las sociedades aparentemente deberían reflexionar y actuar de manera urgente y mancomunada, sobre sus dinámicas ecológicas y sus relaciones socio-naturales más profundas, a su paso por la Tierra.

En cuanto a los trabajos realizados por Mazo (2018) y Mazo (2020), Mazo, (2018) y Mazo, (2020) adscritos a los programas de MECEN y MECN respectivamente, se podría decir que son antecedentes que a partir de la introducción de CSC en la enseñanza de las ciencias naturales y mediante un enfoque CTSA, convergen en la dimensión *formación ciudadana*, puesto que los referentes proponen que a partir de dicha introducción se formen ciudadanías críticas, con conocimiento científico, y participación política activa y responsable en temas ambientales, sociales y políticos complejos. Por lo tanto, los aportes derivados de estos dos trabajos son también provocaciones pedagógicas y didácticas, pues posicionan una postura y enuncian un interés, mediante el que invitan a que trabajos como este, aporten a la consolidación de una enseñanza particular de las ciencias, acorde con la naturaleza misma de las transformaciones socioambientales y naturales, que por su carácter multicausal requieren de una constante aproximación disciplinar pedagógica y didáctica. Ahora, en mayor detalle y estrecha cercanía con las dimensiones mencionadas anteriormente, y considerando los objetivos y problemas de investigación de estos antecedentes, se encuentra la tendencia por la

promoción, la caracterización y el análisis de los procesos argumentativos y explicativos de los estudiantes y el profesorado frente a cuestiones con enfoque CTSA. Aquí, el ambiente y la sociedad vienen siendo los ejes de problematización socioambiental en los que se tratan mediante unidades didácticas, asuntos sobre crisis energéticas a nivel global, productos considerados como agrotóxicos y la utilización del agua, posiblemente contaminada, para el riego en actividades agrícolas. Otra tendencia, tiene que ver con el análisis de discusiones ambientales polémicas como las actividades de fracking y el uso de biocombustibles, mediante las que se pretenden construir desde disposiciones pedagógicas y didácticas, fundamentaciones epistemológicas para enunciar las CSC, y formar colectivos y ciudadanías políticamente participativas con formación científicamente para la toma de decisiones. En efecto, los problemas de investigación explícitos del conjunto de antecedentes radican en preguntas sobre el *¿qué?* y el *¿cómo?* Con respecto al *¿qué?*, los problemas giran en torno a la naturaleza del tipo y nivel de argumentación y explicación, por parte de estudiantes y maestros sobre asuntos socioambientales, elementos científicos y bioéticos, que caracterizan dicha naturaleza. Mientras que en las preguntas sobre el *¿cómo?*, los problemas de investigación se fundamentan en la necesidad e importancia que desde la enseñanza de las ciencias tiene la educación científica de los estudiantes y su formación ciudadana, a partir de CSC locales y no locales.

En términos metodológicos, luego de la descripción de los problemas de investigación, los objetivos, las poblaciones partícipes, las dimensiones y tendencias emergentes, se puede afirmar que estos antecedentes hacen parte investigaciones cualitativas de corte interpretativo, descriptivo e inductivo, en los que para aterrizar las CSC se emplean estrategias investigativas como los estudios de caso, las secuencias didácticas y la investigación acción, para acercarse a poblaciones humanas, principalmente, estudiantes de grados undécimo y en menor muestra estudiantes de noveno y octavo de la educación básica secundaria; así como también, profesores de ciencias en ejercicio. De otra parte, se identifican de tres a cinco etapas o momentos, para desarrollar el trabajo investigativo; en las cuales emplean técnicas e instrumentos como: cuestionarios, entrevistas abiertas y semiestructuradas, escalas de actitud, talleres, análisis del discurso textual, juegos de rol, triangulación de información y debates.

La mirada en retrospectiva de estos antecedentes permite en este trabajo constatar, en primer lugar, que el Antropoceno en el marco de las CSC, logra reunir la naturaleza controversial de los problemas de investigación que enuncian dichos antecedentes; como las cuestiones que exponen como el fracking, la contaminación del agua, los agrotóxicos y el

asunto de los combustibles. Es decir, son problemas que en la discusión sobre el Antropoceno se asocian a las *actividades humanas* que tienen el potencial y el poder de incidir en la dinámica de los *sistemas naturales*, llegando a transformarlos en dimensiones desconocidas o al menos no establecidas a partir de un dato experimental. En segundo lugar, abordar el Antropoceno como una CSC posibilita entre tanto, propiciar el desarrollo de habilidades argumentativas y explicativas, tanto en los estudiantes como en el profesorado de ciencias lo cual les supone aproximarse a la comprensión de la naturaleza de las ciencias, y asumirse dentro de colectivos que participan en la construcción del conocimiento científico escolar, su divulgación, circulación y apropiación. Y, en tercer lugar, la formación de una eco-ciudadanía no es una cuestión reciente que deriva de las discusiones propias del Antropoceno, si no que, hace parte del cuerpo epistemológico de la enseñanza en ciencias, que en las últimas décadas de investigación en pedagogía y didáctica de las ciencias naturales se ha venido consolidando.

A continuación, se referencian los tres antecedentes cuyas reflexiones están asociadas a la formación ecociudadana, la educación y la ética en el Antropoceno. Con respecto a la ecociudadanía Gutierrez (2019) Gutiérrez, (2019) señala la siguiente idea:

Necesitamos recrear una educación eco-social o una ecociudadanía que ayude a las personas a que con su conocimiento y experiencia contribuyan a cambiar la sociedad, a formar un mundo mejor y a disfrutar el proceso. Es imprescindible una nueva educación ecociudadana en la que el fervor por la acumulación, el ansia de poder, los fanatismos religiosos y la resolución violenta de los conflictos se transformen en solidaridad, respeto al diferente, justicia y paz (p.108).

Dicha idea, permite suponer que las anteriores generaciones han fracasado al hacer frente a muchísimas problemáticas de orden socioambiental, pues la racionalidad con la que las intentan superar, primero, se le dificulta o no incluye los intereses primordiales de aquellos grupos sociales que se ven mayoritariamente afectados. Segundo, son insuficientes en términos del impacto sistémico y global dado su carácter por lo general cortoplacista y antropocentrista. Y tercero, porque su desarrollo no es cooperativo, es decir, de alguna manera excluye, invisibiliza o ignora el potencial de la construcción de alianzas, tanto locales como globales para abordar éticamente problemáticas complejas. Así, Gutierrez (2019) Gutiérrez, (2019) caracteriza cuatro aspectos de una ética ecosocial como posible alternativa frente a la crisis socioambiental: 1) La ética ecosocial reconoce el valor intrínseco de todo ser vivo y

sitúa la trama de la vida como máximo valor y centro de toda reflexión y acción. 2) Reivindica la satisfacción de las necesidades humanas atribuyendo valores de justicia, equidad y democracia. 3) Reconoce que vivimos en un planeta finito y que lo que hay que sostener es la vida. 4) Es una ética para la acción, entendiendo la acción como una manera de ser, saber, actuar y vivir.

Con el fin de abordar la educación y adentrarse en el ámbito de la formación en ciencias naturales, en todos los niveles de formación académica, se considera que, en el Antropoceno, debe promoverse un cambio radical, una educación científica interdisciplinar, con el fin de que las sociedades se apropien del conocimiento científico y reconozcan su importancia e incidencia en la toma de decisiones que impactan en la dinámica de la biosfera, la humanidad y las demás formas de vida. En el Antropoceno, se debe transitar a una formación en ciencias que esté alejada de los supuestos banales sobre los contenidos disciplinares y su aplicabilidad exclusivamente para el *trabajo*. Los cambios son profundos y requieren superar el histórico abismo epistémico entre las ciencias, además de cierta anarquía frente a los poderes estructurales que mal gobiernan y condicionan la dinámica hostil de las relaciones sociales en y con el mundo natural. Así, es probable que en las instituciones educativas se reemplace el sentido tradicionalista de contenidos fragmentados y se erijan, por el contrario, planes de estudio que contemplen una nueva visión de un mundo sustancialmente transformado. Para ello, en vez de privilegiar una formación en ciencias centrada exclusivamente en los contenidos y proyectada a los propósitos de la educación mercantil, descrita en el apartado del planteamiento del problema, se podría fortalecer la creación temprana de comités de biodiversidad, cultura, ciencia, política, bioética, arte, economía, entre otros. Cabe resaltar que no se trata de construir una sociedad fundamentada en supuestos tecnócratas, más bien se trata es de formar una ecociudadanía consciente de que su conocimiento le permite gestionar la incertidumbre multidimensional que plantea el Antropoceno, tanto para las generaciones del presente como las del futuro. En esta línea de pensamiento, como antecedente y referente teórico cabe mencionar a Murga (2021) Murga, (2021) quien considera que:

Este cambio, con implicaciones múltiples de gran complejidad, no puede despegar sin una educación emancipadora en su más profundo sentido, enfocada no tanto a promover comportamientos y formas de pensar —que también— sino, como precondition de estas, a fortalecer el núcleo axiológico de la persona y el pensamiento crítico ante los datos, las ideas relacionadas con la sostenibilidad y

las contradicciones inherentes a los estilos de vida sostenibles; y, sin duda, a actuar en consecuencia (p.118).

El último antecedente, es el trabajo realizado por Vilches y Gil (2021), Vilches y Gil, (2021), quienes introducen el término *sostenibilidad* para referirse a los cambios que implican apropiarse una pluralidad de transiciones que se podrían tratar de manera interdisciplinaria en las clases de ciencias, estas son: Transición a un consumo responsable, transición a una economía circular transición energética, transición urbana, transición demográfica, transición del antropocentrismo al biocentrismo, transición de la imposición de la uniformidad cultural a la protección e impulso de su diversidad, transición tecnológica y laboral, transición de la competitividad a la cooperación y universalización de los derechos humanos, y la transición en las relaciones internacionales.

Finalmente, y reconociendo los aportes que los antecedentes hacen a este trabajo, se proyecta aquí una investigación que, a partir del abordaje del Antropoceno como una CSC, contribuya a la formación de una ecociudadanía ética y políticamente activa en las dinámicas de orden socioambiental. Además de constituirse como un aporte para la formación en ciencias naturales, que sirva como referente para futuras investigaciones que se interesen por tratar las discusiones sobre el Antropoceno, en el ámbito de la formación en ciencias naturales en los niveles de la educación básica secundaria.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar e implementar un seminario para estudiantes de grado octavo que permita abordar el Antropoceno a partir de cuestiones sociocientíficas, para contribuir a una formación en ciencias y el desarrollo de una ecociudadanía resiliente, ética y políticamente participativa en las dinámicas de orden socioambiental.

Objetivos específicos

Caracterizar los aspectos teóricos para abordar el Antropoceno a partir de cuestiones sociocientíficas que contribuyan a una formación en ciencias y el desarrollo de una ecociudadanía resiliente, ética y políticamente participativa en las dinámicas de orden socioambiental.

Establecer los aspectos metodológicos y contenidos disciplinares para abordar el Antropoceno a partir de cuestiones sociocientíficas que contribuyan a una formación en ciencias y el desarrollo de una ecociudadanía resiliente, ética y políticamente participativa en las dinámicas de orden socioambiental.

Introducir el Antropoceno planteando controversias científicas adecuadas a los niveles iniciales de la formación escolar, para contribuir a la formación de una ecociudadanía resiliente, ética y políticamente activa en las dinámicas de orden socioambiental.

CAPÍTULO II

ASPECTOS TEORICOS PARA APROXIMARSE A LA COMPRESIÓN DEL ANTROPOCENO COMO UNA CUESTION SOCIOCIENTÍFICA

Este capítulo desarrolla aspectos teóricos que podrían considerarse al momento de tratar el Antropoceno como una CSC, estructuralmente el capítulo se compone de cuatro apartados en los que es posible encontrar planteamientos de distintos referentes asociados a una comunidad científica y filosófica que han venido estudiando y debatiendo en torno al Antropoceno. Así mismo, se encuentran referentes asociados al ámbito de la formación en ciencias naturales, particularmente aquellos que han producido conocimiento pedagógico y didáctico a partir de las CSC llegando a constituir epistemológicamente como parte de la naturaleza de las ciencias.

Aproximación al significado de ecociudadanía en el Antropoceno

La intención de este apartado no es definir conceptualmente el término *ecociudadanía*, que, si bien es necesario, por ahora, basta con caracterizar una posible forma para comprenderla en términos de sus disposiciones para ser, pensar y vivir en el Antropoceno; aun cuando las disciplinas científicas, particularmente la geología no lo ha formalizado. Para comprender el significado de ecociudadanía, es preciso acudir a la semántica. Como palabra compuesta, contiene el prefijo *eco* antepuesto a la palabra *ciudadanía*; dicho prefijo, posiblemente hace referencia a la palabra *ecología*, la cual, entendida etimológicamente, refiere al griego *oikos* = *casa* y *logos* = *ciencia*. Por su parte, la etimología de la palabra *ciudadanía*, refiere a un término proveniente del latín, *civitas* = *calidad de ciudad* y *anus* = *pertenencia*. Esta palabra, designa ciertas connotaciones de ser y estar en una comunidad; además, determina aspectos como la nacionalidad para referir el lugar geográfico en el que se nace. Al respecto y sin la intención de aludir a metáforas de la *globalización*, hoy, es posible hablar de *ciudadanía global* como una forma de superponer la condición humana por encima de los límites fronterizos de las naciones los cuales dan lugar a problemáticas deshumanizadoras.

Se considera entonces que el significado de la ecociudadanía refiere una condición que concibe al individuo (ciudadano-a) como un ser, cuya actividad social no está desligada de la dinámica de los sistemas naturales que condicionan su *estar* en un entorno próximo y vital. Este significado, comprende también que los ecociudadanos son personas conscientes de que el tejido social en el que se cimenta la dinámica de sus relaciones interespecíficas no habría sido posible de tejer en la ausencia de un sustrato natural. Aquí, la reflexión sobre el significado de ecociudadanía implica volver sobre debates filosóficos antiguos y aún vigentes, para superar el abismo epistémico entre las categorías de pensamiento sobre lo que se conoce como lo *natural* y lo *social*, para que en el Antropoceno sean posibles las transiciones hacia una forma diferente de vivir en la Tierra, pues la actividad antrópica ejercida en gran parte por algunos grupos humanos desencadenantes de la crisis ambiental, no es sostenible y tampoco sustentable a corto, mediano y largo plazo, siendo necesaria una urgente transición hacia modos de vida más armónicos y consecuentes con la delicada homeostasis de la biosfera.

Para Leff (2017), la crisis ambiental irrumpió en el mundo contemporáneo hacia los años sesenta y setenta, como la expresión de una crisis civilizatoria: una crisis de los modos hegemónicos de comprensión del mundo, del conocimiento científico y de la razón tecno-económica que se han institucionalizado en el mundo globalizado y han intervenido la vida desprendiéndose de sus condiciones de sustentabilidad (p139). Así mismo, sostiene que “la transición hacia la sustentabilidad se comprende como un proceso de deconstrucción de la racionalidad de la modernidad y de construcción de una racionalidad ambiental en el encuentro y confluencia de la diversidad cultural, en la complejidad ambiental del mundo” (p146).

En consonancia con el planteamiento de Leff, se entiende que la transición de la ciudadanía a la *ecociudadanía* requiere repensar los imaginarios de la educación mercantil y adaptar un currículo, acorde a las necesidades vitales de las comunidades educativas y en consonancia con la dinámica ecológica de los ecosistemas donde se insertan. En este sentido, los ecociudadanos son sujetos capaces de dimensionar previamente el impacto de las decisiones personales y colectivas, a partir de las experiencias y el conocimiento científico. De igual modo, los ecociudadanos deben reconocer e intentar desarticular sistemáticamente los engranajes del desarrollo extractivista-esclavista, y disolver mediante la participación

política las estructuras de gobierno y las ideologías que promueven distintas formas de represión política, económica, cultural, étnica, ambiental, entre otras. Esta ecociudadanía ya se viene construyendo, no es una idea nueva, ejemplo de ello son los movimientos sociales que se movilizan, y que están presentes desde los campos hasta los barrios en las grandes ciudades; además, por *redes sociales* han empezado a construir un tipo de gobernanza que señala y denuncia con nombre propio, desde las leyes hasta los personajes e instituciones que encarnan dicha *crisis civilizatoria*, de la cual de manera inconsciente o no han hecho parte. Y lo mejor, es que lo hacen desde una narrativa restaurativa que aboga por la justicia y el buen vivir; es restaurativa en tanto que ese *buen vivir* se aleja de la noción de *desarrollo vigente*, porque evidencia que no contribuye al mantenimiento de la *trama de la vida*; además, por que se aleja del antropocentrismo y el especismo como una forma de reconocer la interdependencia con las otras formas de vida y los sistemas naturales.

Teniendo en cuenta las ideas de Vilches y Gil (2021), acerca de la *sostenibilidad* y las *transiciones* para su alcance, se considera la pertinencia de cada una de ellas en la formación de una ecociudadanía resiliente, ética y políticamente activa, en las dinámicas de orden socioambiental. Por lo que la formación en ciencias juega un papel fundamental tanto para promover dichas transiciones como para educar científicamente a la ecociudadanía. Es cierto que las transiciones son progresivas, utópicas desde la mirada cortoplacista con la que se deben suplir ciertas *necesidades* como el suministro de energía, el abastecimiento de víveres, vivienda, y todos aquellos elementos propios de lo que se denomina *calidad de vida*. Sin embargo, esta noción debe replantearse, el Antropoceno no se vive igual en todas las partes del mundo, hay grupos humanos que basan su calidad de vida a costa de la de otros, y justifican su poder por sobre otras formas de vida incluyendo las no humanas. Es cierto también que la escuela no es la única que puede formar ecociudadanos, sin embargo, tiene el potencial para hacerlo y para ello la escuela tradicional, junto con el currículo, sus teorías y planes de estudio, deben transitar de la *escuela del Holoceno* a la *escuela del Antropoceno*. Aquí, como ya se ha mencionado antes, la formación debe hacer explícita la naturaleza de las ciencias, generar experiencias y lenguajes, que permitan a los ecociudadanos construir significados sobre el mundo natural en el que viven. Transitar a una escuela del Antropoceno, desde esta perspectiva ecociudadana implica apropiarse del conocimiento científico, divulgar y hacer circular la ciencia y con ello no hacer creer sino demostrar que el cambio ha ocurrido, que la *naturaleza* de hoy no es la misma de ayer ni lo será mañana; por ello, es importante abordar en la escuela CSC y socioambientales, porque en ellas es posible dimensionar las

implicaciones, causas, efectos y soluciones posibles desde la cooperación y el intelecto humano.

En palabras de Bonilla y Garzón (2020), “La necesidad de abordar las problemáticas ambientales implica reconsiderar visiones tradicionales de ciudadanía, en aras de una perspectiva ecológica, denominada hoy ciudadanía ecológica o ecociudadanía” (p.203). No se sabe aún si el advenimiento del Antropoceno radica en los inicios de la revolución industrial, la colonización de los continentes, o los desastres nucleares; lo que sí se sabe es que la intensidad y el grado de transformación del *mundo natural y social* es una realidad, cuyas manifestaciones son evidentes en ambos mundos, estas se sienten e intrínsecamente se retroalimentan; podrían ser analizadas las inundaciones en zonas residenciales o la deforestación ejercida en las selvas tropicales a causa del narcotráfico para establecer relaciones entre dichos mundos

López et al., (2017, p. 38) “señala que los problemas ambientales que se han venido presentando en los últimos años guardan una estrecha relación con conflictos sociales, exigiendo una mirada de la realidad desde un enfoque sistémico, holístico y crítico”. Por lo tanto, si se desea formar una ecociudadanía y a partir de ella su concepto y significado, proponen desarrollar dimensiones de orden: *crítico, político, ético y público*. A este respecto, la ecociudadanía se constituye como una transición de los modos de vivir y de relacionarse, históricamente problemáticos, hacía unos modos sostenibles en acción y sustentables en el tiempo.

Ecociudadanía resiliente

La resiliencia, al igual que muchos términos quizá de corte neologista, se presenta hoy como uno de los favoritos para enunciar, posiblemente, formas de enfrentar situaciones problemáticas o difícilmente *superables* de una manera *que sobrepasa* las mismas capacidades humanas de las que se privilegia y enaltece un cierto tipo de intelecto, en parte, enriquecido por valores e ideales que constituyen los vínculos de proximidad y propiedad con dichas situaciones y que, además, pueden ser tanto personales como colectivas. El término resiliencia, es tan polémico como su misma subjetividad, porque *habita* en esferas de interacción social y está presente en la cotidianidad como un discurso que se moviliza e interioriza como una *forma de vivir en comunidad*, incluso cuando estas *formas* de alguna

manera son demasiado adversas de *superar*. Dada su popularidad, se convierte en la palabra que antecede o marca el inicio de conferencias de diverso ámbito, desde las de superación personal hasta las que divulgan el conocimiento científico. Por su naturaleza simbólica y poder discursivo, es un término que se debe tratar con mucha precaución, cuidando de no promover, precisamente, un discurso que desnaturalice el significado que aquí se pretende rescatar, y sobre el cual es preciso reflexionar si lo que se desea es formar una ecociudadanía enmarcada en un nuevo significado de ser resiliente en el Antropoceno.

Ya se mencionó anteriormente que el Antropoceno no se vive igual en todas las partes del mundo, debido a que las problemáticas socioambientales en uno y otro lugar, si bien, pueden presentar ciertas similitudes en términos de sus manifestaciones materiales sobre el *mundo natural*, la racionalidad humana con que operan y comprenden en cada lugar contrasta significativamente con dichas manifestaciones. Por ejemplo, la gestión detrás de las problemáticas de acceso al agua para el consumo humano en una ciudad como Bogotá es muy diferente de la gestión que se lleva a cabo en una ciudad como Santa Marta o una comunidad en la Guajira, puesto que en cada una de ellas, existen situaciones puntuales que dificultan dicho acceso, como la deficiente infraestructura de acueductos para la distribución del líquido, el extractivismo minero-energético, el inadecuado manejo de planes de urbanización, la deforestación, la corrupción detrás de los servicios públicos, entre otros. Frente a esta situación, la noción básica sobre la resiliencia plantearía que independientemente de las situaciones y las problemáticas de acceso al agua, los ciudadanos de dichas ciudades deberían, de alguna manera, *adaptarse* a las situaciones y posteriormente *superarlas*. Esto funciona perfectamente en el plano teórico, sin embargo, la realidad muestra que hay poblaciones, grupos humanos que difícilmente son resilientes, pues no cuentan con las estructuras psicológicas, socioafectivas e incluso culturales que les permita un grado mínimo de resiliencia en el significado y sentido estricto de la palabra, puesto que sobre ellos se ha perpetuado una especie de enajenación y abandono.

Al respecto Diamond (2005) como se citó en Ruiz (2019), propone: “por naturaleza, los grupos humanos aprenden a ser resilientes y, evidentemente, unos lo son mucho más que otros. Ciertamente, las circunstancias de vida, medio geográfico y/o condición socioeconómica, afectan la capacidad de las poblaciones de ser resilientes” (p.1).

Aquí, aspectos elementales como la inequidad en el acceso digno a los servicios de salud, educación, vivienda, trabajo, alimentación, ocio entre otros, lamentablemente configuran la medida en que se puede ser resiliente. Por lo tanto, la resiliencia en este sentido no radica tanto en el deseo o impulso humano de querer serlo, sino en las posibilidades, condiciones, medios y herramientas de que se dispone para poder serlo. Simultáneamente, los efectos del cambio climático y los *desastres* naturales tienen mayor efecto negativo sobre aquellos grupos sociales empobrecidos por la inhumanidad de los estados, las instituciones y la misma sociedad civil, y para los cuales el *darwinismo social* justifica sus precariedades. Retomando algunas ideas de Foucault, acerca del *discurso* y el *biopoder*. Ruiz (2019) enfatiza en que:

... la resiliencia, sin embargo, ha escalado su importancia más allá de este corpus de significación, pues ahora implica que el individuo desarrolle las habilidades, actitudes y valores necesarios para lidiar con la incertidumbre, el desastre, la inestabilidad, ya que sólo los más aptos podrán salir adelante frente a todas las situaciones que el individuo debe superar (p8).

Por su parte, El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) define la “resiliencia” como

“La capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de afrontar un suceso, tendencia o perturbación peligrosa, respondiendo o reorganizándose de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura, y, conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación (p.2).

Sobre la resiliencia, versan muchos relatos y ejemplos acerca la forma en que los sistemas ya sean sociales, económicos o ambientales, como los refiere el IPCC, responden a dichas perturbaciones. Sin embargo, lo problemático del asunto es que estos relatos no muestran con claridad dónde radica esa *capacidad* para ser resiliente y por ello, muchos de los discursos en torno a la resiliencia van en contravía, pues romantizan y validan consciente o inconscientemente formas de perpetuar un poder. Por ejemplo, un relato sobre la resiliencia que se interioriza fácilmente es el de la capacidad o valentía con que las comunidades originarias africanas y americanas afrontaron el *poderío* europeo en medio de la *transformación impositiva* de sus culturas, enalteciendo el heroísmo de las espadas mientras

se ridiculiza la desventaja primitiva de flechas con puntas envenenadas. En este relato discursivo se desconocen entonces el valor ontológico de las relaciones sionaturales, construidas y reconstruidas con el paso de los milenios y que actualmente se movilizan, como lo diría Zapata Olivella (1997) “en sus diásporas por el mundo”. Por citar otro ejemplo sobre cómo los discursos de la resiliencia se aprovechan de su significado, para ejercer control mediante el biopoder, se podría analizar cómo la inmediatez y simplicidad con la que se tratan problemáticas ambientales en los medios de comunicación, hasta en la política pública, al considerar dichas problemáticas como estrictamente naturales, ocultan su estela o carga antrópica. Así, la responsabilidad sobre la gestión del riesgo ya no opera en los entes de control sino también en los individuos, con lo cual se justifica en parte el abandono estatal y de las instituciones. De acuerdo con Ruiz (2019), El término de resiliencia cada vez se encuentra más dentro de los planes y estrategias de seguridad nacional; lo anterior se debe a que se vislumbran diversos escenarios de desastres naturales de escasez, incluso bajo la bandera del terrorismo, y es “moralmente deber ser” del individuo, estar preparado para ser resiliente ante estos escenarios (p,7).

Con la intención de rescatar un *significado* sobre la resiliencia en el marco de una ecociudadanía, alejada de los presupuestos y prácticas de poder sobre la *vida* misma, se comprende entonces que, en el Antropoceno, una ecociudadanía resiliente es aquella que fundamenta su acción en completa interdependencia con los sistemas naturales, y tiene tanto la lucidez como la capacidad para gestionar el riesgo que se pueda generar en la incertidumbre; es decir, debe prever escenarios disruptivos de la complejidad natural en la que se insertan los sistemas sociales.

Ecociudadanía: dimensión ética y participación política

El anuncio sobre una posible nueva época geológica, Antropoceno, parece no sorprender a algunos grupos sociales particulares, como los negacionistas del cambio climático y de las problemáticas socioambientales; quienes han estado inmóviles frente a aquellos anuncios de las comunidades científicas, que contienen datos de investigaciones poco convenientes para sus intereses.

Por otra parte, los resultados de las búsquedas en la web y en las distintas bases de datos, sugieren que la producción documental tanto electrónica como impresa, de estudios sobre cambio climático y problemáticas socioambientales, duplican su número año tras año; hay tanta información al respecto que desborda la capacidad de los grupos de investigación para recopilar balances concretos sobre el estado del conocimiento acerca de tales estudios, y por tanto, poder ofrecer respuestas y/o encontrar posibles soluciones al respecto. Por tal razón, campos como la inteligencia artificial y la minería de datos, se convierten en aliados de dichos grupos para identificar y comprender la información consignada, principalmente, en aquellos documentos almacenados en los servidores de internet. No obstante, la confianza depositada en los distintos sistemas de procesamiento de datos no es suficiente para la toma de decisiones complejas e inmediatas, dada la urgencia y dimensión en las que se requieren.

El Antropoceno causa extrañeza y desconcierto; pese a su divulgación por diferentes medios, esta época es desconocida para gran parte de la ciudadanía en medio de su cotidianidad y más aún para los públicos escolares. Cuando estos ciudadanos dimensionan algunas implicaciones socioambientales, surge la *incertidumbre* como respuesta inicial frente a lo desconocido junto con la sensación de impotencia frente a lo inevitable; parece una especie de *fin del mundo*. En efecto, no es que estos ciudadanos *desconozcan* la dimensión de la tragedia ambiental que se considera ya como una *crisis civilizatoria*, lo que pasa es que antes no tenían un nombre para *definir* tal crisis; y continuamente, se acostumbraron a suponer como puramente hipotéticos los panoramas desoladores que se suelen *predecir*.

En otras palabras, estos ciudadanos consideran como imposible experimentar aquellos panoramas desoladores, dado el tiempo relativo a la edad más longeva que ha alcanzado un humano promedio. En este sentido, les es difícil imaginar que la *vida*, independientemente de sus significados y valores atribuidos en la cultura, no se pueda sostener en un planeta *moribundo*.

Entre tanto, los *desastres naturales* son tratados como un hecho sin precedentes, en el que la mayoría de las víctimas son, precisamente, aquellos grupos humanos que no tienen la capacidad para sobreponerse a ellos, *los no resilientes*; los mismos que reciben la carga antropogénica de las problemáticas socialmente adquiridas, discordantes con el funcionamiento de los sistemas naturales. Por esta razón, es importante que en el Antropoceno los ecociudadanos tomen decisiones de manera ética, basadas en la aplicación del

conocimiento científico y teniendo en cuenta la naturaleza de sus posibles implicaciones, sobre todo, en los escenarios de mayor incertidumbre socioambiental. Para ilustrar esta idea vale la pena resaltar la idea propuesta por Bechmann (2004), citado por Gonzalez, Meira y Gutiérrez (2020) quienes mencionan que:

Como no podemos anticipar el futuro, resulta más importante saber cómo esa falta de conocimiento se relaciona con el sistema público de toma de decisiones, y con los procesos de aprendizaje colectivo que han de orientar nuestras alternativas en situaciones de incertidumbre como situaciones sociales altamente complejas (p.849).

La toma de decisiones es pues una facultad que permite tanto a individuos como a las comunidades, escoger la *mejor* opción frente a un aspecto o situación problemática; es una facultad que depende estrechamente del conocimiento disponible y la conciencia de su posesión; además, precisa de las herramientas cognitivas para ser aplicado una vez se han tomado las decisiones. Como se afirmó en el inicio de este apartado, el anuncio sobre una posible nueva época geológica, Antropoceno, parece no sorprender a algunos grupos sociales particulares, también significa que las comunidades científicas son presionadas para *suavizar* el impacto de sus proyecciones derivadas de los resultados de sus investigaciones, que señalan el accionar por parte de algunas instituciones del Estado y por diversos sectores de la sociedad, como grupos empresariales, industriales, transnacionales, banqueros, entre otros. Este problema hace que el nuevo conocimiento científico y los datos soportados por este, se tergiversen o se le reste importancia a la hora de tomar decisiones relacionadas con el bienestar de toda la ciudadanía, por aquellos grupos de poder en los que suelen estar negacionistas de las problemáticas socioambientales. Lo paradójico del problema es que las comunidades científicas son igualmente presionadas por estos grupos de poder para ofrecer con prontitud, respuestas y soluciones a dichas problemáticas socioambientales, sin reconocerse o incluirse como una parte estructural del problema.

Desde las principales conferencias y cumbres sobre el cambio climático, se han establecido algunos plazos para alcanzar determinados objetivos, que de no cumplirse podrían significar para la especie humana y otras cuantas un punto de no retorno, en el cual, la dinámica climática y sus efectos sobre los sistemas sociales representan escenarios bastante problemáticos, que ya hacen parte de los planes de *seguridad nacional* de muchas naciones.

Las guerras internas por el agua y los *recursos* minero-energéticos enlistan los escenarios de desesperanza mundial. Por ejemplo, los polémicos diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) *caducan* en 2030, si es que no se les da otra espera; hoy en el año 2022, muchos de los países que asumieron el reto cuando se establecieron en la Conferencia sobre Desarrollo Sostenible en Rio de Janeiro en el 2012, no han tenido avances significativos en su alcance; si se toma como referencia los ODS 1, 13, 15 y 16 se tiene que, de acuerdo con el informe anual de la ONG Global Witness: Colombia, México, Honduras, Guatemala, Venezuela, Nicaragua, Perú, Bolivia y Costa Rica, son, en el marco de los países latinoamericanos, aquellos donde se presenta más persecución y muerte de líderes ambientales; para el año 2020 Colombia ocupó el primer lugar (Global Witness, 2020).

Para profundizar en la dimensión ética de la ecociudadanía, se exponen algunos planteamientos que se consideran pertinentes para su comprensión. Se pretende, a su vez, considerar aspectos teóricos que fundamentan el sentido de una ecociudadanía políticamente activa en las dinámicas de orden socioambiental y que, en conjunto con la dimensión ética, posibiliten pensar y *gestionar* la incertidumbre en los *escenarios de riesgo* que plantea el Antropoceno. Para Sauvé (2017)

La ecociudadanía se desarrolla más allá del ecocivismo, el cual se apoya en principios morales y apela a la adopción de comportamientos individuales para favorecer el vivir juntos. La ecociudadanía nos lleva al nivel más reflexivo de la ética, al nivel ético de una democracia que reconoce la naturaleza como sujeto de derecho (p.271).

Al respecto, se podría decir que la propuesta que plantea Sauvé, implica una mirada compleja y necesaria de las problemáticas socioambientales. Reconocer la *naturaleza* como un *sujeto de derecho*, implica atribuirle una carga de valores y *derechos* que son muy difíciles de garantizar, pero no imposibles. En la práctica se observa que algunos ecosistemas y cuerpos de agua que han sido declarados sujetos de derecho tienen pocas garantías que se los aseguren, y por lo general se reducen a una política pública, basada en principios normativos que velan por mantenerlos como *recursos* que conserven cierto grado de *naturalidad*; en últimas, prevalece el interés por el bienestar exclusivamente humano.

Pese a la existencia de políticas y normas, se ejecutan en nombre de muchos intereses y necesidades, principalmente en nombre del *progreso*, distintas actividades que rompen con ese grado de naturalidad de los sistemas naturales lo que compromete en muchos sentidos la dinámica sistémica que sustenta la *vida* y sus *formas*, incluyendo la humana.

Al respecto Pérez (2018), expresa: “de poco sirve tener un gran conocimiento ambiental y preocuparse por la naturaleza cuando nuestras acciones no van direccionadas a solucionar los problemas o al menos evitar que se generen” (p.15). Si de eso se trata, convertir *objetos naturales* en *sujetos de derecho*: ecosistemas, ríos, bosques, océanos o el planeta entero, sin ningún tipo de garantía, más allá de la normativa, resultaría pues en una contradicción, incluso para las corrientes de pensamiento antropocéntricas, puesto que las estructuras epistemológicas, culturales, simbólicas, políticas e incluso sensibles, para hacerlo son débiles, casi utópicas. Es sabido que, históricamente, a la mayoría de las sociedades se les ha dificultado garantizar sus derechos; poseerlos ha costado, defenderlos aún más.

Desde la perspectiva que propone Sauvé, una ecociudadanía ética es capaz de dimensionar los grados de transformación a los que se han sometido los ecosistemas y todos aquellos sistemas que caben en la comprensión de la relación humanidad-naturaleza. En este sentido, la participación política y la toma de decisiones se trasladan del saneamiento ulterior del deterioro socioambiental hacia la prevención del deterioro socioambiental. Es decir, si la ecociudadanía del Antropoceno, empírica, experimentalmente o por lucidez propia de las acciones de otras generaciones ha logrado reconocer las consecuencias socioambientales de cierto tipo de actividades, estas no se deberían llegar a ejecutar hasta el grado máximo de no retorno, de conmoción, incertidumbre y peligro como ha venido sucediendo. Sin embargo, atribuir a antes de la naturaleza el carácter de sujeto de derechos se puede considerar como un avance, quizá si se adopta por parte de las instituciones y algunos grupos humanos que las conforman, esto es una perspectiva un poco más *ecocéntrica* o *biocéntrica*. Aquí la actividad política se traslada a los sujetos, si bien tiene que ver con el voto, dicha participación no se reduce a él, pues es emancipatoria y reconoce el grado de responsabilidad individual y colectiva en las dinámicas de orden socioambiental.

Ya se ha sostenido antes que el Antropoceno plantea escenarios de incertidumbre y riesgos socioambientales complejos, cuyas causas y efectos podrían estribar profundamente en las formas problemáticas en que la especie humana habita la Tierra y se relaciona con las especies y, cuya actividad, tiene la capacidad para transformar la dinámica de los sistemas naturales de una manera que transgrede su singularidad. También, se ha dicho que no toda la humanidad o más bien, que ciertos grupos humanos, no tienen mayor incidencia en la transformación de dichos sistemas. Se entiende por *transformación* todas aquellas interferencias que, sobre el mundo natural, ponen en riesgo la relativa estabilidad de las condiciones ambientales que le han permitido de alguna manera, a la especie humana *progresar* en términos de su evolución biológica, cultural, social, incluso científica. Así pues, para mediar con la incertidumbre y atender a la complejidad de dichos escenarios, se cree que la gestión de los *riesgos* previsibles o ya adquiridos en corto, mediano o largo plazo, de manera mancomunada posibilita prever escenarios menos adversos, al menos para los grupos humanos más expuestos.

Aquí, en la dimensión ética de la ecociudadanía y su participación política, el conocimiento científico tiene un papel importante al promover y proveer mecanismos de participación ecociudadana. Una ecociudadanía formada en ciencias, le es posible aproximarse a una reflexión y racionalización del mundo natural para tomar una postura, una posición política, quizá en el mejor de los casos, alejada de los ideales de la *democracia* institucional, los mecanismos de gobierno y de poder; siendo capaz de tomar decisiones éticas frente a las dinámicas de orden socioambiental. La dimensión ética de la ecociudadanía es provocadora porque replantea la democracia, comprendiéndola como un sistema de valores e intereses comunes para bien común y no un conjunto de valores negociables e intereses particulares sujetos a formas de *institucionalidad*. De este modo, todo tipo de proyecto, intervención en un sistema natural o cualquier otra actividad que se considere colectivamente como *riesgosa*, en una ecociudadanía ética, debería estar sometida al escrutinio local incluso trans-regional y no al escrutinio de unos cuantos *sentados* en una curul tomando decisiones *globales* que, en la mayoría de los casos, no representan los intereses de la ciudadanía en general. Por otra parte, la ecociudadanía podría dimensionar de manera interdisciplinar y con la colaboración de expertos, la naturaleza de las implicaciones socioambientales, su conveniencia, ejecución y riesgos. Para Olivé (2011), existen nociones sobre el riesgo, problemas en su estimación y un movimiento en términos de lo que él denominaba *participación pública*, por lo tanto:

La indispensabilidad ética de la participación pública en las discusiones y en la toma de decisiones sobre riesgo no se deriva sólo del carácter esencialmente debatible del riesgo; ni en el caso de las tecnologías; sólo de la indeterminación de las consecuencias de su aplicación. Tampoco se desprende sólo de que sea deseable desde un punto de vista ético que el conocimiento científico y tecnocientífico sea público, en el sentido de que esté a disposición de toda persona, y en especial cuando se trata de conocimiento sobre riesgos y sus consecuencias. (p.101)

Definitivamente, la dimensión ética y la participación política de la ecociudadanía están estrechamente relacionadas, no hay que olvidar que la naturaleza humana, es naturalmente humana, para algunos es problemática, caótica, egoísta; para otros, simplemente fuente de inspiración, esperanza y progreso. De esta misma manera, el tipo de racionalidad y comprensión de la naturaleza filtra el tipo de relaciones sicionaturales y en todo caso, condicionan las decisiones que sobre esta se toman. Tomar decisiones no es fácil, sobre todo cuando la subjetividad sobre la apreciación y comprensión del mundo natural (naturaleza) muta de una forma a otra, lo que para alguna persona es un bosque, para otra es un monocultivo de árboles destinados a la industria maderera, como sucede con las plantaciones de pino y eucalipto en la Sabana de Bogotá o las enormes extensiones de tierra, dedicadas al monocultivo de café (orgullo nacional) en la región andina colombiana y para las cuales se justificó la degradación de bosques y con ello la biodiversidad que albergaban y que hoy en el año 2021, solo quedan zonas fragmentadas débilmente protegidas bajo el nombre de alguna entidad gubernamental u organización privada.

La dimensión ética y la participación política de la ecociudadanía, encuentran sus raíces epistemológicas en principios de la *ética ambiental* y la *ecología profunda* para las cuales, sin la intención de profundizar en su filosofía, se comparte el planteamiento de Kwiatkowska, (2010) al mencionar que “cualquier ética ambiental digna de ese nombre tiene una obligación no sólo con los animales, plantas, especies y ecosistemas, sino también con los humanos en sus mundos comerciales y políticos para proveer información indispensable a la toma de decisiones éticas” (p.184). En este sentido, de acuerdo con Warat (2004) “La ecociudadanía representa un profundo cambio ético, estético, político y filosófico. Sería la posibilidad de crear un nuevo eje emancipatorio (por la autonomía individual y colectiva) que pueda ocupar la tarea de recomponer permanentemente la sociedad (p.407). Finalmente, se considera que, para lograr la formación de la dimensión ética de la ecociudadanía, se hace

necesario consolidar escenarios que la promuevan, siendo la escuela uno de los más propicios para su contribución, además de una formación en ciencias que incluya discusiones en torno a las complejidades socioambientales y al sujeto como conocedor y mediador político de las mismas, mediante una participación verdaderamente democrática que es tanto particular como colectiva.

En varias ocasiones, a lo largo de este capítulo se ha hecho alusión al término *progreso* del cual, se debe señalar que su significado es tan ambivalente como sus manifestaciones. En la mayoría de las sociedades humanas, representa uno de los ideales más importantes de los constituyentes sociales, políticos y económicos de las naciones que conforman. Se puede pensar que, en el imaginario común, el progreso es *destino* y *camino*, porque se fundamenta desde el agregado continuo de las acciones emprendidas para alcanzar las proyecciones, fines o metas colectivas en diversos ámbitos. En este sentido, pareciera ser que el viejo refrán de que *el fin justifica los medios* es válido cuando del progreso se trata, puesto que pensar en progreso, implica todavía pensar en una especie de *bienestar* común, del que todas las naciones están llamadas a su alcance, posesión y goce, y aunque parezca una utopía, sus manifestaciones son *fácilmente* expuestas, el Índice de Desarrollo Humano (IDH) tan polémico como necesario, es un buen ejemplo de cómo el progreso mantiene viva la idea o sensación de *bienestar*. Por otra parte y de manera similar, la noción de progreso está presente en muchos relatos históricos y discursivos acerca de la ciencia y la tecnología, las *innovaciones* científicas quierase o no, se evalúan en parte, por el alcance e impacto social que generan; por lo tanto, si desde la formación en ciencias se quiere promover una dimensión ética de la ecociudadanía, se podría hacer comprendiendo que no toda innovación o progreso científico representa o conlleva a un progreso estrictamente social, en un sentido amplio de su aceptación. Como lo propone Morin (1984), "...hay que hacer un progreso en la idea de Progreso. El progreso debe dejar de ser una noción lineal, simple, segura, irreversible, para volverse complejo y problemático. La noción de progreso debe comportar autocrítica y reflexividad" (p.65).

Aquí, esa noción de progreso compleja y problemática encuentran su lugar cuando se trasciende de lo lineal, simple y seguro a lo discontinuo y disruptivo, es decir, se entiende que, cuando las sociedades llaman de manera urgente a la ciencia para que la misma resuelva los problemas socioambientales que han adquirido, su respuesta es incierta, puesto que el conocimiento científico no es acabado y la tecnología es limitada, insuficiente para resolver

ciertos problemas, un derrame de petróleo, un incendio provocado, la desigualdad social, el poderío, entre otros desafortunados, tienen consecuencias a pequeño, mediano y largo plazo, incluso sus efectos son igualmente perceptibles en las escalas mencionadas; así, las predicciones y posibles soluciones científicas se fundamentan en datos *confiables*, *verídicos* que, como ya se ha mencionado, tienden a pender valor en las sociedades dada la influencia de poderes, la ceguera o la terquedad. Por su parte, un comportamiento *autocrítico* y *reflexivo* del progreso científico debe ser promovido mediante la formación en ciencias en donde dicho progreso se comprenda más allá de la invención de dispositivos, el *descubrimiento* de elementos químicos, el establecimiento de leyes físicas o los galardones y reconocimientos en las academias y congresos. para Hans (1995), existe una enorme cantidad de conocimiento fragmentado, y la *especialización* es pues el resultado de los métodos desarrollados cada vez más sutiles y específicos; dada la fragmentación se genera un vacío en el que predominan los pseudosaberes y supersticiones, promovidos inevitablemente por quienes no tienen acceso o no son partícipes de tal especialización; a su vez, a medida que crece el saber total, el saber del individuo (investigador, científico) es cada vez más parcial.

Desde este punto de vista, tanto para la dimensión ética como para el sentido político de la ecociudadanía, es fundamental comprender que una idea general de progreso y dependiente en parte del progreso científico es posible en tanto se establezcan conexiones entre los saberes científicos y otras actividades de los colectivos humanos. La divulgación científica y la formación en ciencias desde la escuela primaria hasta el ámbito universitario en el Antropoceno podrían ser posibilitadoras del debate acerca de las implicaciones éticas de la aplicación de la tecnología como problema y solución de las contrariedades socioambientales, ¡la técnica ha sido hackeada! Hay quienes proponen que, como alternativa al Antropoceno o en conjunto, “...estaríamos también transitando hacia un Tecnoceno, la era donde la tecnología ejerce una transformación no solo sobre el planeta Tierra, sino también sobre el ser humano que en él reside” (Fernández, 2021, p.3).

El Antropoceno en el marco de las cuestiones sociocientíficas

Las CSC refieren a los asuntos que, en el marco de la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente por lo general son problemáticos, controversiales o polémicos y para los cuales, no existe un consenso definitivo que delimite criterios específicos para su comprensión y/o abordaje. Estos asuntos, están en la retina de las discusiones públicas, los diarios de prensa y la misma cotidianidad de la actividad científica en la que son debatibles y cuestionables aspectos de diverso orden: técnicos, éticos, epistemológicos, entre otros. La mayoría de CSC tienden a ser polémicas, precisamente por el grado de discusión, crítica y análisis al que son sometidas; se podría decir que hacen parte estructural de la naturaleza de las ciencias y la formación de diversos tipos de conocimiento, desde el escolar hasta el científico. Además, las CSC constituyen parte de lo que se podría considerar como los límites en los que se *hace* ciencia; es decir, en las CSC se puede rastrear y hacer tangibles los intereses, ideologías, discursos e imaginarios que movilizan la actividad científica. Probablemente, parte de la naturaleza de las CSC posee un carácter multidisciplinar; en torno a ellas, existen diversas disciplinas que incluyen el espectro de las ciencias naturales, sociales y humanas. Este carácter multidisciplinar enriquece la producción continua del conocimiento científico, ya que las CSC no se pueden comprender ni abordar desde una sola mirada, requieren un análisis global que fundamente su emergencia en tiempos y espacios particulares, que expliquen la complejidad multicausal y *multiefectual* detrás de su existencia y que, además, posibilite pensar en formas alternativas de discursos, de narrativas o de dialécticas para significar el mundo.

En el ámbito de la educación formal las CSC para referentes como Zeidler y Keefer, (2003), Pedretti y Nazir, (2011), Robottom, (2012) y Yap, (2014) citados en Anisuzzaman, (2016, p.26) son pertinentes por las siguientes razones de orden pedagógico y didáctico:

- Involucran problemas sociales multifacéticos de vínculos conceptuales con la ciencia.
- Promueven la alfabetización y aplicación del razonamiento científico.
- Propician el desarrollo psicológico y epistemológico de los estudiantes.
- Utilizan problemas sociales reales y educación en ciencias para desarrollar la alfabetización científica.

- Están constituidas por preguntas que son de naturaleza tanto filosófica como empírica.
- Suelen ser controvertidas y caracterizadas por dilemas éticos y morales.
- Proporcionan un marco teórico para la comprensión epistemológica de las ciencias y su apropiación social.
- Permiten desarrollar estrategias de pensamiento crítico con un énfasis que incluye aspectos tanto afectivos como cognitivos en el aprendizaje de las ciencias.

Para Martínez y Parga (2013), “Las cuestiones sociocientíficas abarcan discusiones, controversias o temas de interés público directamente relacionados con investigaciones tecnocientíficas de gran impacto en la sociedad”. Así, por su nivel de divulgación, debate y controversia, se puede considerar al Antropoceno como una CSC. En este sentido, como ya se ha mencionado antes, las comunidades científicas aun no logran llegar a un acuerdo estratigráfico para ubicarlo en la escala tiempo geológico, ni un acuerdo conceptual para ubicarlo en un marco de referencia que considere los puntos de vista de distintas disciplinas e incluso las apreciaciones de orden filosófico y/o bioético requeridas. Mientras esto sucede y para llegar a un posible acuerdo, hay quienes como Gibbard et al., (2021) proponen no llamar al Antropoceno como una época geológica formal si no, más bien, un *evento transgresor en el tiempo*, de modo que:

Una definición de evento será en última instancia más precisa, congruente con la sistemática geológica existente y útil para la amplia gama de disciplinas que estudian las interacciones entre humanos y el medio ambiente en una variedad de escalas espaciales y temporales (p.2).

Así, son diversas las apreciaciones que hay dentro de las discusiones en torno al debate sobre el Antropoceno; tales propuestas, dan cuenta de la interdisciplinariedad con que son enunciadas y muestran el límite donde se desarrolla la actividad científica. Para Lara, (2019) “Las cuestiones sociocientíficas son una manera de analizar contenidos tecnológicos y científicos controvertidos, contemporáneos y de interés social, que permiten, desde una perspectiva dialógica, la construcción de reflexiones argumentadas que involucran diversas áreas del conocimiento” (p.19).

Desde este marco de referencia, cuando se aborda el Antropoceno como una CSC, se posibilitan espacios en los que es posible aproximarse a la comprensión de la naturaleza de las ciencias, la caracterización de los intereses que movilizan las investigaciones científicas, el papel de la tecnología, su incidencia e *impacto* en la sociedad y el ambiente. Por su parte, se considera que al tratar el Antropoceno como una CSC es posible aproximarse a una formación en ciencias en la cual los intereses que movilizan la actividad científica son menos abstractos tanto para los maestros como para el estudiantado. Se sabe que, en la práctica científica, además de los intereses propiamente científicos hay intereses políticos, militares, incluso ideológicos que movilizan las razones por las cuales se hace la ciencia, siendo una actividad que es tanto humana como cultural y por lo tanto es inacabada y no genera certezas inamovibles; es nutrida entonces por los aportes de personas, mujeres y hombres trabajando en una colectividad maleable en sus dimensiones contextuales e históricas.

Por lo que se refiere al Antropoceno, considerándose en este trabajo como una CSC con el potencial didáctico para ser abordada en los niveles de formación escolar, se reconoce la importancia que tiene la Comisión Internacional de Estratigrafía, ICS por sus siglas en inglés, organismo encargado de establecer oficialmente al Antropoceno como una escala de tiempo geológico ya que su función es “definir un único conjunto jerárquico de unidades cronoestratigráficas globales con límites definidos con precisión que puedan correlacionarse lo más ampliamente posible”. (Finney y Edwards, 2016, p.4) lo anterior dando cuenta de los criterios geológicos que demuestren y, sobre todo, justifiquen su formalización o no dentro de la Carta Cronoestratigráfica Internacional.

Diferenciar el Antropoceno del Holoceno, para ubicarlo en dicha carta es una tarea compleja, debido a que el Antropoceno a diferencia de las demás épocas del tiempo geológico no cuenta con los registros estratigráficos suficientes para considerar cambios dramáticos que permitan diferenciar entre una época y otra, aun cuando existen registros mundiales de contaminación por actividad nuclear, se hable de tecnofósiles, exista una profunda transformación del paisaje natural o se hayan traspasado límites planetarios. ¿Debería entonces la geología incorporar nuevos criterios en su proceder científico al incorporar los aportes de otras ramas como la oceanografía o la antropología? Es un interrogante que se puede analizar con el estudiantado para comprender los límites epistemológicos y

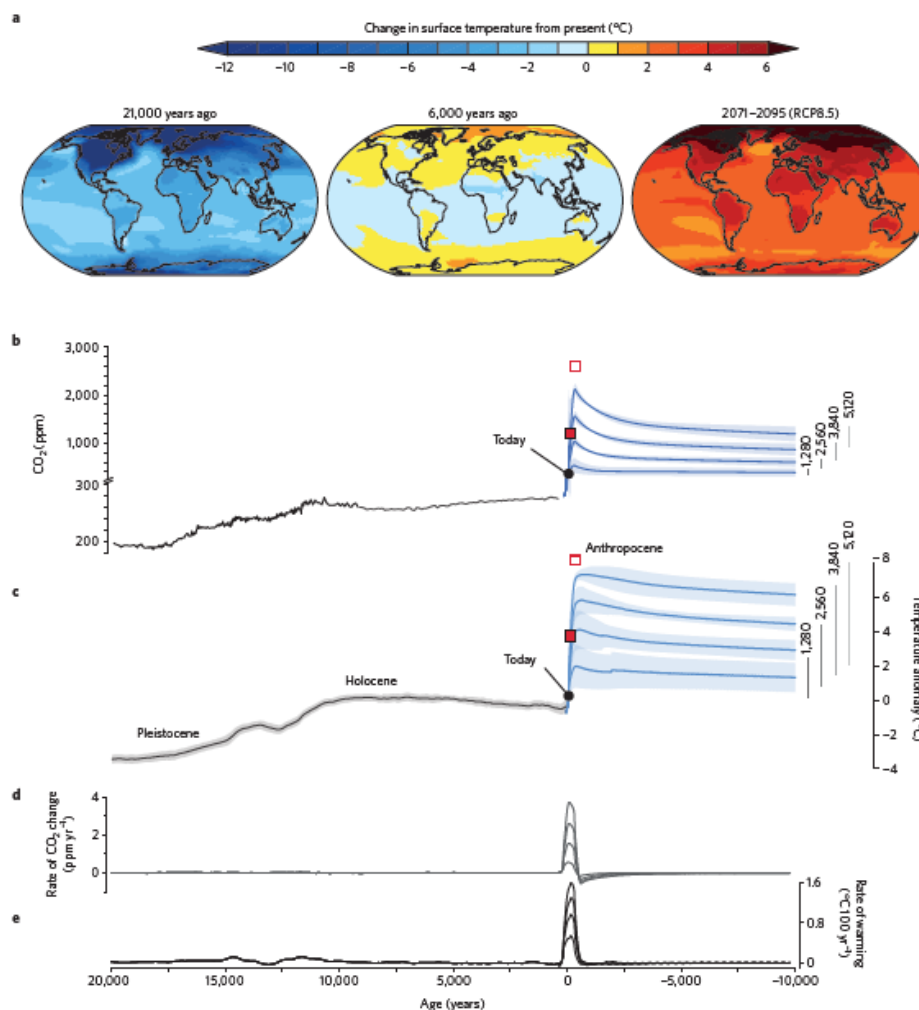
metodológicos entre las ciencias y su rango de conmensurabilidad y con ello, propiciar la generación de argumentos, explicaciones y posturas propias de una formación en ciencias.

Como se mencionó anteriormente, parte la actividad científica se moviliza por intereses, se considera que dichos intereses, intervienen tanto en la formalización como en la conceptualización del Antropoceno. Claramente y hasta el momento, la formalización del Antropoceno es una tarea que le compete a la geología. Carreata, (2019) sugiere que la identificación de un límite es una cuestión de consenso y de conveniencia ya que todos los límites definidos para dividir la historia del planeta deben ser prácticos para el desarrollo del trabajo geológico y un reflejo de los acontecimientos reales que ocurrieron en la Tierra (p.20). Sin embargo, aun sin que se formalice o no una nueva época geológica, el registro antropocéntrico existe, *nace* en el compulsivo ritmo de las actividades cotidianas de la mayoría de los grupos humanos alrededor del mundo y sus formas de relacionarse con el medio natural. En este sentido, Zalasiewicz et al., (2017) concluyen que “el impacto humano ahora ha crecido hasta el punto de que ha cambiado el curso de la historia de la Tierra por al menos muchos milenios, en términos de los efectos climáticos anticipados a largo plazo, por ejemplo, el aplazamiento del próximo máximo glacial” (p.57).

Al tratar el Antropoceno como una CSC se deben demostrar las apreciaciones que permitan articular puntos de vista científicos tanto de las ciencias naturales como de las sociales y humanas puesto que se considera que en algún momento, particularmente comprendido entre los siglos XX y XXI la obnubilación científica se ha posicionado como una constante del entendimiento y significación del mundo, y la naturaleza, mediante un ajuste sistemático y afín a los intereses particulares de una estructura cultural globalizada y de los modelos sociopolíticos y económicos que sustentan el modo y ritmo transgresor antropogénico. Para Bauer y Ellis, (2018, p.210) “El Antropoceno se ha convertido en un lente diferencial a través del cual las disciplinas de la academia están revisando, debatiendo y reinventando sus concepciones de la humanidad y la naturaleza”. Desde esta perspectiva, en la formación de una *ecociudadanía resiliente*, ética y políticamente activa en las dinámicas de orden socioambiental la calidad y pertinencia de las argumentaciones y explicaciones científicas deberían alejarse del cortoplacismo y la neutralidad ya que tiempos de incertidumbre este dúo no es el mejor aliado para afrontar los problemas socioambientales porque los justifica y perpetua a la vez. Por esta razón, se pueden abordar trabajos como los de Clark et al. (2016), (ver Figura. 1) permiten comprender la política del siglo XXI para

proyectar su impacto en el clima global, los ecosistemas y las sociedades en los próximos diez milenios; “son generaciones futuras con derecho a la misma estabilidad ambiental y biodiversidad que se ha brindado a nuestra generación y a cientos de generaciones anteriores a nosotros” (Clark et al., 2016, p.7).

Figura 1. Cambios pasados y futuros en la concentración de dióxido de carbono atmosférico y la temperatura media mundial. Tomado de (Clark et al., 2016, p.3)



Retomando los aportes de Olarte, (2018, p.29), particularmente en términos de la descripción que hace acerca de las perspectivas en el abordaje de las CSC en la enseñanza de las ciencias, expone que las CSC contribuyen de manera significativa al desarrollo de conceptos, conocimientos y procesos en: alfabetización científica, argumentación basada en pruebas, construcción de consenso, razonamiento moral, comprensión y aplicación del conocimiento del contenido científico y cambios en la comprensión en la naturaleza de la

ciencia. A lo anterior se le podría incluir la *reflexión ética* como posible elemento integrador para el abordaje y comprensión de las CSC en el ámbito de la formación en ciencias naturales, desde esta perspectiva de análisis, el Antropoceno como una CSC contiene los elementos cruciales para poder ser introducido en la formación científica escolar ya sea como contenido o discusión en tanto que su estudio se lleva a cabo en esos *límites* donde se desarrolla la actividad científica y que incluyen estamentos de consenso y disenso como los congresos y las academias de ciencias, además por contener el aporte interdisciplinar de un amplio número de disciplinas de orden natural, social y humanístico.

Algunos de los elementos cruciales para la inclusión de CSC en la formación científica escolar son: diversidad de comprensiones en términos de conceptualización y significado, carga simbólica y cultural, y por último debate controversial e interdisciplinar. Finney & Edwards, (2016) proponen que el Antropoceno crea conciencia de que, al igual que con el cambio climático antropogénico, el impacto humano en el sistema de la Tierra es global, y que el impacto humano puede haber iniciado una cascada de eventos que alterarán en gran medida la superficie, los océanos y la atmósfera de la Tierra (p.8). Este, es un argumento que valida la importancia de tratar el Antropoceno como una CSC en la formación escolar, radica en la reflexión acerca de los cambios profundos y transgresores de los sistemas naturales en que se insertan las sociedades y que vistos en una escala de tiempo relativamente próxima a la existencia promedio de la forma de vida humana, representan futuros adversos, aunque como ya ha sido mencionado por otros, la vida y sus múltiples formas con o sin humanos, posiblemente continuara.

En el marco de la ciudadanía ambiental y la misma ecociudadanía, las CSC constituyen un pilar fundamental y útil para la comprensión global de los asuntos socioambientales, tecnológicos y científicos; se considera que gran parte de la bibliografía existente en torno al Antropoceno coincide en que dicha época se podría caracterizar por la creciente y acelerada degradación de los sistemas naturales, la extinción de especies, o la transformación del paisaje dada la exposición e influencia antropogénica. De manera que una posible forma (no única) de abordar el Antropoceno como una CSC, sería considerarlo en el debate escolar como el cumulo de diversas problemáticas, principalmente socioambientales que se retroalimentan mutuamente. Así, la formación en ciencias naturales, sociales y humanas en el Antropoceno debe cuestionar la sinergia de la transformación planetaria para intentar restablecer los lazos perdidos con la naturaleza, como lo mencionó Sagan (1994),

...la Tierra es el único mundo hasta hoy conocido que alberga vida. No existe otro lugar adonde pueda emigrar nuestra especie, al menos en un futuro próximo. Sí es posible visitar otros mundos, pero no lo es establecernos en ellos. Nos guste o no, la Tierra es por el momento nuestro único hábitat (p.34).

La historia natural, demuestra que han existido y existen eventos naturales con la capacidad para transformar el planeta Tierra de manera dramática, increíblemente una especie, la humana, es consciente de ello, así como de su impacto en un momento relativamente corto en comparación con los demás hechos registrados en el tiempo geológico. Abordar y comprender el Antropoceno como una CSC puede llegar a constituirse como un recurso pedagógico y didáctico para la formación en ciencias puesto que invita a repensar una ética superior, necesaria para trascender a una ecología de vida interdependiente, como lo proponen Hadjichambis et al., (2020) “se debe dar un paso más para alcanzar un nivel superior de civilización en cuanto a nuestra relación con nuestro entorno, y esto requiere un rol protagónico que debe asumir el Ciudadano Ambiental” (p.153).

En resumen, en este capítulo se desarrollaron aspectos de orden teórico que se consideran pertinentes para aproximarse al Antropoceno como una CSC. Inicialmente, uno de esos aspectos tiene que ver con el significado que en este trabajo se le da a *la ecociudadanía*, la cual comprende que la actividad social está ligada al funcionamiento los sistemas naturales y que la carga antropogénica es capaz de repercutir en dicho funcionamiento a escala planetaria. Desde un punto de vista antropocéntrico, procesos de retroalimentación en el marco de una pequeña parte de la historia natural de la especie humana, permiten pensar que el panorama de la transformación del mundo natural es progresivo y repercute con mayor intensidad en aquellas poblaciones humanas vulnerables. Por lo tanto, la ecociudadanía se puede comprender como una posible transición hacia una perspectiva de vida más *ecocéntrica*. Por otra parte, se dedicó un apartado para problematizar el sentido que toma aquí el término *resiliencia* del cual se critica la manera en que los discursos lo apropian para evadir la responsabilidad socioambiental. Estos planteamientos posibilitaron la construcción de otro apartado en el que se propone la existencia de una dimensión ética de la *ecociudadanía* y se promueve una noción de participación política en la toma de decisiones de orden socioambiental con lo cual, se exponen algunos argumentos que posibilitan reflexionar y replantear una idea o noción de *progreso* más allá del *bienestar* y la inmediatez. Por último, se exponen algunos planteamientos que permiten comprender el

Antropoceno como una CSC con el potencial didáctico y pedagógico suficiente para descender de las discusiones de la academia especializada a los niveles iniciales de la formación académica como la escuela formal. Se espera con este planteamiento teórico, contribuir a la formación de una ecociudadanía resiliente, ética y políticamente participativa en las dinámicas de orden socioambiental.

CAPÍTULO III

ASPECTOS METODOLÓGICOS Y CONTENIDOS DISCIPLINARES PARA ABORDAR EL ANTROPOCENO A PARTIR DE CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS

En el ámbito de la formación y enseñanza de las ciencias naturales, las CSC se fundamentan epistemológicamente en el enfoque CTSA. Acorde con este marco de referencia, se asume el paradigma de investigación *mixto* con enfoque *descriptivo e interpretativo*. Como referentes teóricos para el diseño metodológico de la investigación, se tiene en cuenta los aportes de Cohen, Lawrence y Morrison, (2018) en el libro *Research Methods in Education*. Para el abordaje de CSC se tienen en cuenta, además de los antecedentes ya referenciados a: Sadler, (2011) en el libro *Socio-scientific Issues in the Classroom Teaching, Learning and Research :Contemporary Trends and Issues in Science Education* y la propuesta educativa basada en CSC: *Science and society in education* de Levinson et al., (2017) y (Levinson, 2018).

Por sus características pragmáticas y ontológicas, dicho paradigma de investigación mixto es pertinente para este trabajo, puesto que contribuye a la comprensión y explicación de un fenómeno u objeto de estudio de manera global y objetiva. Es global, en tanto que permite establecer relaciones entre las partes y el todo, y es objetiva toda vez que sus resultados le confieren a los *datos* de la información un carácter fenoménico y dialéctico desde el cual es posible dar significado al conocimiento de la realidad. El paradigma de investigación mixto, reduce la brecha epistemológica entre paradigmas históricamente aislados y metodológicamente inconmensurables para gran parte de las teorías de la investigación, tanto científica como educativa, de modo que la información, los resultados y conclusiones, derivadas del trabajo investigativo por si solos posiblemente no dicen nada si no se analizan o discuten en una dimensión dialéctica y por supuesto inherente al juicio del espectador que los cuestiona, se considera además que este paradigma de investigación tiende a reducir el relativismo con el que se apropia socialmente el conocimiento, particularmente aquel conformado a partir de la investigación educativa.

Un paradigma mixto en la investigación educativa se caracteriza por integrar la naturaleza epistémica de los paradigmas cualitativo y cuantitativo; para cada uno de estos paradigmas, el proceso por el cual se estudia, conoce, comprende y explica un fenómeno u objeto de estudio es diferente y por lo general implementan ciertos instrumentos que, si bien son específicos, en el paradigma mixto, convergen en un punto en el que es posible obtener una comprensión más global del fenómeno de estudio y minimiza posibles reduccionismos en su análisis.

Un referente como el de Creswell y Plano (2011), citado en Cohen et al., (2018), ratifica que en el paradigma de investigación mixto, la combinación de elementos de orden cualitativo y cuantitativo enriquece las perspectivas de recopilación y análisis de datos; además de contribuir a una comprensión más rica, fiable, amplia y profunda del fenómeno de estudio, lo cual, no se lograría desde la perspectiva epistémica de un solo paradigma. (p.32) Desde este marco metodológico, la naturaleza práctica de los instrumentos de investigación referidos al paradigma mixto permite significar y ubicar el fenómeno de estudio en un marco de análisis conceptual, contextual, dialéctico e histórico, derivando de ellos un posible significado que no se reduce exclusivamente al carácter secuencial, numérico o estadístico de las investigaciones cuantitativas, ni a las descripciones o interpretaciones de orden cualitativo.

Población participante

La investigación se desarrolla con un grupo de 36 estudiantes de grado octavo conformado por 19 niñas y 18 niños en edades comprendidas entre los 12 y 15 años pertenecientes al Colegio Santa Luisa, ubicado en la Localidad de Kennedy de la ciudad de Bogotá D.C.

Diseño de la investigación

Esta investigación plantea como hipótesis que la implementación de un seminario, para estudiantes de grado octavo, permite abordar el Antropoceno a partir de CSC y contribuir a una formación en ciencias y el desarrollo de una ecociudadanía resiliente, ética y políticamente participativa en las dinámicas de orden socioambiental. Para dar cuenta de esta hipótesis y en relación con los objetivos de la investigación, metodológicamente, se plantea un

seminario con el propósito de abordar el Antropoceno como una CSC. El seminario funciona como un instrumento guía, pues orienta el abordaje de la CSC, y de él derivan otros instrumentos que permiten recopilar información de naturaleza cualitativa y/o cuantitativa como son: salidas de campo, talleres, cuestionarios, entrevistas.

Instrumentos de recolección de información

Cuestionario

Desde el punto de vista de Cohen et al., (2018) “El cuestionario es un instrumento ampliamente utilizado y útil para recopilar información de encuestas, proporcionar datos estructurados, a menudo numéricos...y muchas veces comparativamente fáciles de analizar” (p.471). En este sentido, se considera que, a partir del paradigma mixto, instrumentos como el cuestionario permiten obtener información cuya finalidad en términos teóricos y metodológicos justifica el desarrollo de la investigación a partir del interés propio del investigador reflejado en los objetivos y los puntos de vista, disposiciones, actitudes e incluso aptitudes de los demás participantes de la investigación. Dicha información permite, además: caracterizar el tipo y los conocimientos que mediarán las discusiones, los argumentos y elecciones de los participantes, concretar y/o analizar posibles puntos de partida o perspectivas de orden pedagógico y didáctico, tanto en el desarrollo de la investigación como en la implementación de los instrumentos.

En la siguiente tabla se detalla el cuestionario aplicado al grupo de estudiantes (ver Tabla. 1). Algunas de las preguntas se plantearon teniendo en cuenta el trabajo realizado por Martinez (2020) en el que el Antropoceno se utiliza para abordar la problemática socioambiental actual, a través de una propuesta didáctica.

Tabla 1. Cuestionario implementado con un grupo de estudiantes de grado octavo 8° del Colegio Santa Luisa.

El Antropoceno: perspectivas conceptuales e históricas				
<p>La huella humana en el medio ambiente mundial se ha vuelto tan grande y activa que rivaliza con algunas de las grandes fuerzas de la naturaleza en su impacto sobre el funcionamiento del sistema Tierra. Aunque la influencia humana a escala mundial sobre el medio ambiente ha sido reconocida desde la década de 1800, el término Antropoceno, se introdujo hace aproximadamente una década y se ha utilizado ampliamente en la comunidad de investigadores sobre cambio climático. Sin embargo, el término aún no se ha aceptado formalmente como una nueva época o era geológica en la historia de la Tierra.</p>				
Tomado y adaptado de: Steffen, Grinevald, et al., (2011)				
<p>Steffen, W., Grinevald, J., Crutzen, P., & McNeill, J. (2011). The anthropocene: Conceptual and historical perspectives. <i>Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences</i>, 369(1938), 842–867. https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0327</p>				
En torno a los anteriores planteamientos, se han propuesto las siguientes cuestiones. Por favor, responda a cada una de ellas y en los apartados de pregunta cerrada (Sí y No) marque con una X				
Nombre y Apellidos				
Edad:				
1. ¿Conocías el término Antropoceno?	Sí		No	
2. Describa brevemente que comprende o significa el termino Antropoceno.				
3. Si la respuesta a la pregunta 1 fue (Sí) ¿De dónde proviene dicho conocimiento?	Redes sociales			
	Noticias			
	Periódicos			
	programas de TV			
	Artículos científicos			
	Notas de revistas			
	Comentario de conocidos			
Otro, indicar cuál				
4. Si la respuesta a la anterior pregunta fue (No) ¿Cuáles cree que son las razones del desconocimiento?				
5. De acuerdo con la siguiente escala qué nivel de interés siente con respecto al conocimiento del Antropoceno.	Nada interesado (a)			
	Poco interesado (a)			
	Interesado (a)			
	Muy interesado (a)			
6. ¿Con qué aspectos cree que podría estar relacionado el Antropoceno?				
7. ¿De qué manera los aspectos mencionados anteriormente podrían tratarse para abordar el Antropoceno?				
8. Indica los problemas a los que la humanidad debe hacer frente hoy.				
9. ¿Los problemas mencionados anteriormente están relacionados de alguna manera?	Sí		No	

10. Señale: ¿Cuáles podrían ser las causas y los efectos de dichos problemas?			
11. ¿Considera que en la actualidad el planeta Tierra atraviesa un tipo de crisis?	Sí		No
12. Si la respuesta a la anterior pregunta fue (sí), describa brevemente las características de dicha crisis.			
GRACIAS			

Seminario: “Ecociudadanía a través del Antropoceno”

Para abordar el Antropoceno como una CSC, se plantea el desarrollo de un seminario llamado *“Ecociudadanía a través del Antropoceno”*. La fundamentación teórica y metodológica del seminario, así como su intención disciplinar, pedagógica y didáctica tiene en cuenta dos criterios: el primero, responder a los intereses propios de la investigación los cuales se han enunciado en la hipótesis y en los objetivos, para ello, se tienen presentes los aspectos argumentativos expuestos en la justificación y el aporte didáctico de los antecedentes en términos del abordaje de CSC en la formación en ciencias naturales.

El segundo criterio para la construcción del seminario considera la intención educativa y la estructura del plan de estudios que propone el colegio Santa Luisa, dado que, en relación con aspectos propios de la enseñanza y el aprendizaje, opta por preferir una cualificación académica de sus estudiantes, en la que la investigación es un pilar característico de su propuesta educativa. Así, en el colegio existen tres seminarios: el Seminario de Investigación para la Sostenibilidad, el Seminario de Investigación para la Ciudadanía Global y el Seminario de Filosofía; en dichos seminarios, los estudiantes abordan problemas y contenidos disciplinares de las ciencias naturales y sociales, incluyendo aspectos propios de la formación y reflexión filosófica.

En este sentido, el seminario se asume como un instrumento que permite organizar tanto la enseñanza como el aprendizaje. Con respecto a la fundamentación teórica y metodológica del seminario, se retoman las ideas de Cañedo y Caseres, (s.f.) citado en Piña et al., (2012) quienes proponen que el seminario propicia el desarrollo de habilidades de análisis, discusión y aplicación del conocimiento a propósito de la investigación y la actividad

científica. Así, esta fundamentación considera que el seminario como estrategia organizativa, permite consolidar la naturaleza disciplinar, pedagógica y didáctica de los contenidos y reflexiones que hacen del Antropoceno una CSC y desde la cual es posible su abordaje en los niveles de formación escolar y así contribuir a la formación de una ecociudadanía resiliente, ética y políticamente participativa en las dinámicas socioambientales.

El seminario comprende desde el inicio el abordaje del Antropoceno como una CSC, para ello, toma como referente el trabajo realizado por Martínez, (2014), basándose en Ratcliffe y Grace (2003) quienes consideran que una CSC es aquella que tiene una base en la ciencia y un impacto potencialmente grande en la sociedad. La propuesta de Levinson et al. (2017) para incluir CSC en la enseñanza de las ciencias y los aportes teóricos de Sadler (2011) y Hadjichambis et al (2020) quienes consideran que tratar CSC en el aula propicia la formación de un tipo de ciudadanía con la facultad para comprender y gestionar el riesgo frente a los problemas socioambientales modernos. En la siguiente tabla se muestran las controversias asociadas al Antropoceno como época geológica en relación con las características de las CSC. (ver Tabla. 2).

Tabla 2. Cuadro de las cuestiones asociadas al Antropoceno, características de las CSC tomadas y adaptadas a partir de Martínez, (2014) y Ratcliffe y Grace (2003)

Características de las CSC	Controversias asociadas al Antropoceno
Se basan en la ciencia, por lo general en áreas que están en las fronteras del conocimiento científico.	<ul style="list-style-type: none"> • Diferentes investigaciones proponen la existencia de una nueva época geológica dado el efecto transgresor de la actividad antropogénica sobre los sistemas terrestres. • Estudios sobre cambio climático y pérdida de biodiversidad a escala planetaria. • Existen registros estratigráficos con presencia de agentes radiactivos, micro plásticos y tecnofósiles. • Alteración en la dinámica natural de ciclos naturales como el aplazamiento del próximo máximo glacial. • Límites planetarios en zonas de riesgo y más allá de las zonas de incertidumbre. • Debates en contra y a favor de la formalización del Antropoceno como época geológica.
Por lo general las divulgan los medios de comunicación masiva, destacando aspectos relacionados con sus intereses.	<ul style="list-style-type: none"> • Desde 1950 o antes los medios de comunicación incrementan sus publicaciones relacionadas con el cambio climático. • Motores de búsqueda como Google Académico, arrojan alrededor de 4.460 resultados para búsquedas relacionadas al criterio ("cambio climático" + "Antropoceno") entre los años 2000 y 2022. • Fuentes de información como revistas de divulgación científica y programas de televisión han dedicado números completos en torno al Antropoceno.

Enfrentan problemas locales y globales.	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de biodiversidad (Extinción) • Extractivismo • Contaminación hídrica, atmosférica y del suelo • Tiempo climático extremo. • Introducción de especies exóticas. • Migración climática. • Conflictos socioambientales.
Abarcan la formación de opiniones y la realización de elecciones en los niveles personal y social.	<ul style="list-style-type: none"> • Negacionistas del cambio climático y crisis socioambientales. • Conformación de grupos (antropocentristas, ecocentristas, ecofacistas, entre otros) • Opiniones a favor de las transiciones energéticas y económicas. • Opiniones en contra de las transiciones energéticas y económicas.
Enfrentan información incompleta, ya se trate de evidencias científicas incompletas o confrontantes, o de vacíos en los registros.	<ul style="list-style-type: none"> • Registros estratigráficos "insuficientes" para que la Geología considere el Antropoceno como época geológica formal. • No son conocidas las implicaciones: prácticas, discursivas, éticas, y disciplinares de las ciencias implicadas en el Antropoceno. • En el debate sobre el Antropoceno no existe un consenso semántico y práctico del término. • No existe un registro claro de demarcación para el Antropoceno. • La demarcación del Antropoceno tiene efectos sobre la política pública ambiental a nivel global.
Abarcan análisis de costo y beneficio en los cuales los riesgos interactúan con los valores. Pueden requerir algún entendimiento de probabilidad y riesgo.	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de bienes y servicios basados en un mercado insustentable. • Desarrollo de megaproyectos para el abastecimiento energético global como minería, hidroeléctricas, plantas nucleares. • Desequilibrios en las redes tróficas de los ecosistemas dada la demanda nutricional y la sobreexplotación emergente.
Pueden abarcar consideraciones sobre sustentabilidad.	<ul style="list-style-type: none"> • Transiciones energéticas y económicas complejas a corto, mediano y largo plazo. • La comprensión de la noosfera movilizaría el ritmo de las transiciones socioambientales, políticas y económicas. • La educación científica debe promover desde el conocimiento interdisciplinar el abordaje de problemáticas socioambientales.
Abarcan valores y razonamiento ético.	<ul style="list-style-type: none"> • Las crisis socioambientales tienen mayor efecto transgresor sobre las poblaciones humanas vulnerables. • Existen dilemas éticos en términos de la gestión de la conservación y la restauración de ecosistemas. • La demarcación estratigráfica del Antropoceno implica una imputación de responsabilidades de mayor y menor carga antropocéntrica. • La comprensión sobre la naturaleza configura el tipo de relación socioambiental que establecen las poblaciones humanas con los ecosistemas.

En este trabajo se asume que las cuestiones asociadas al Antropoceno, desde la perspectiva metodológica de la propuesta de Levinson et al. (2017) para incluir CSC en la enseñanza de las ciencias, tienen como fin propiciar tanto en el estudiantado como en el profesorado, la capacidad para *plantear preguntas relevantes, indagar y actuar*. Estas capacidades se pueden ir desarrollando en fases, durante el seminario, y a su vez permiten articular y aplicar el conocimiento científico para abordar y/o proponer posibles soluciones a

problemas de escala local y global. En este sentido, las preguntas que se exponen a continuación se consideran relevantes para que el estudiantado las apropie y puedan derivar de las mismas otras preguntas igualmente relevantes, a la luz de las características y naturaleza de las CSC: ¿De qué manera la actividad antropogénica incide en la dinámica natural de los sistemas terrestres? ¿Cómo la comprensión de la naturaleza moviliza en la humanidad el tipo de relaciones que establece con los ecosistemas y las demás especies? ¿Por qué la presencia de residuos radiactivos, el microplástico, y los tecnofósiles genera polémica? ¿Cuáles son las evidencias que permiten demostrar que la actividad antropogénica incide o impacta a nivel planetario?, y ¿a qué se hace referencia cuando se habla acerca del Antropoceno? En todo caso las preguntas relevantes deben responder a criterios de: *Acuerdo-desacuerdo, Razonamiento científico e Incertidumbre-riesgo*.

Con respecto a la capacidad de *indagar*, Levinson et al. (2017) proponen que a través de la Educación Científica Basada en la Investigación (IBSE en inglés), el estudiantado pueda encontrar las evidencias que permitan dar cuenta de las preguntas relevantes; esta capacidad debe responder a criterios de: investigación abierta, implementación de distintos enfoques de investigación, experimentación, diseño e implementación de instrumentos como encuestas, cuestionarios, informes, entre otros. Se podría pensar que la indagación es una capacidad científica para referentes como Wong, Wan y Cheng en un capítulo denominado “Learning Nature of Science Through”, entendido como “aprendizaje de la naturaleza de la ciencia a través de cuestiones sociocientíficas” Sadler (2011); es importante que el estudiantado comprenda la naturaleza de la ciencia en tanto que se constituye como una actividad con limitaciones y alcances. Se comprende que, al abordar el Antropoceno es posible aproximarse junto con los estudiantes a la naturaleza de la ciencia, porque implica tener en cuenta sus dilemas prácticos, históricos, éticos, discursivos, simbólicos, políticos e incluso filosóficos, que le dan forma a dicha actividad y de la cual es posible inferir sus intereses y fines. Levinson et al. (2017) lo expresan de la siguiente manera:

Para avanzar desde las preguntas relevantes a las soluciones y posteriormente actuar en consecuencia, la investigación y el desarrollo para y con las personas deben ser aspectos participativos, inclusivos e implicar un aprendizaje basado en la indagación para ofrecer oportunidades que permitan comprender los vínculos entre la ciencia y la sociedad (p.23).

Por último, en la propuesta de Levinson et al. (2017), después del planteamiento de preguntas relevantes y la indagación, se espera que el estudiantado este preparado para la *acción*. Es decir, que se movilice de manera consecuente con el conocimiento y el resultado derivado de las preguntas relevantes. En este punto es posible que el resultado del proceso conduzca a la generación de nuevas preguntas y este se repita de manera cíclica. En efecto, la *acción* tiene fundamento en la formación ciudadana en tanto que promueve el dialogo con diferentes estamentos, es democrática y se puede rastrear a partir de la concreción de propuestas que pueden surgir en el camino investigativo. Tal como lo expresan Hadjichambis et al. (2020) “...los ciudadanos necesitan ser apoyados y enseñados a superar cualquier brecha o desafío importante para ser parte de una sociedad sustentable” (p.149)

Una vez fundamentado el seminario como un instrumento de investigación educativa, a continuación, se muestra su diseño a modo de ficha técnica en la que se explicitan los momentos en que se desarrolla, las temáticas a tratar, y la naturaleza procedimental y epistémica de los contenidos disciplinares en torno al Antropoceno como CSC. (ver Tabla. 3).

Tabla 3. Ficha técnica del seminario "Ecociudadanía en el Antropoceno" contiene algunos aportes de (Levinson et al., 2017)

Nombre	Ecociudadanía a través del Antropoceno
Tipo de seminario	Mixto
Nivel	Básica secundaria
Periodo	Segundo y tercero
Carácter	Presencial
Institución	Colegio Santa Luisa
Área	Ciencias Naturales y Educación Ambiental
Profesor	Wilton Esneider Sánchez Serrato
Aporte al finalizar el seminario	<p>Al finalizar el seminario el/la estudiante habrá avanzado en la comprensión de su carácter como un ecociudadano (a) resiliente, ético (a) y participativo (a), en las dinámicas de orden socioambiental tanto a nivel local como global. En este sentido el estudiantado se aproximará a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ser capaz de tomar decisiones conscientes de su relación con el mundo natural. • Aplicar el conocimiento científico para la toma de decisiones desde una perspectiva ética, socialmente justa y ambientalmente sustentable. • Aproximarse a la comprensión de la naturaleza de la ciencia. • Ser capaz de desarrollar un trabajo grupal de naturaleza investigativa, en el que la formulación de preguntas relevantes le permita adentrarse en el proceso de indagación, que le lleve a actuar de una manera consecuente a los resultados de su investigación y en todo caso desde una perspectiva reflexiva y propositiva. • Debatir sus puntos de vista a partir de argumentos basados en evidencias. • Pensar y actuar de manera sistémica para abordar o resolver problemas socioambientales. • Gestionar la incertidumbre y el riesgo que plantea el Antropoceno tanto para las generaciones del presente como las del futuro. • Aproximarse a la comprensión de la relación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente. • Identificar la importancia de los datos y la investigación científica para la toma de decisiones. • A interesarse por la veeduría pública en el desarrollo de proyectos energéticos. • Por problematizar y generar un significado propio en torno al Antropoceno, la resiliencia y el progreso. • Generar explicaciones acerca de las realidades socioambientales de su entorno próximo y lejano. • Reflexionar acerca de la naturaleza de la actividad antropogénica y la formación del tejido social en relación con los sistemas naturales terrestres y otras especies.

Presentación	<p>El término Antropoceno se introduce para designar la transición del Holoceno al Antropoceno pues se considera que la actividad humana rivaliza con otras fuerzas de la naturaleza, su acción se hace evidente en el funcionamiento de la Biosfera y ha labrado tasas de extinción comparables a las de los cinco últimos eventos más importantes en la historia de la vida en la Tierra (Steffen, Grinevald, et al., 2011). Sin embargo, esta idea es bastante cuestionada, “La idea de que los humanos puedan ser agentes geológicos se refiere a la humanidad como especie. El comportamiento de los grupos pequeños no tiene capacidad de interferir en los grandes procesos geológicos.” (Maris, 2016, p. 129) como se citó en (Maldonado, 2018, p. 122)</p> <p>Es esta la antesala de un debate interdisciplinar que entre tanto, nos invita a repensar nuestra relación con el mundo natural desde un lugar en el que seamos tanto consientes como responsables de nuestra existencia en la Tierra.</p> <p>El Antropoceno plantea diversos tipos de escenarios, algunos distópicos y otros esperanzadores según la interpretación de los datos y la postura que tomemos frente a ellos que basta decir, nunca será neutral. En este seminario se cree que. <i>La implementación de un seminario, para estudiantes de grado octavo, permite abordar el Antropoceno a partir de cuestiones sociocientíficas y contribuir a una formación en ciencias y el desarrollo de una ecociudadanía resiliente, ética y políticamente participativa en las dinámicas de orden socioambiental</i>” Para ello, el seminario plantea diversas controversias asociadas al Antropoceno desde las cuales es posible desplegar todo un ejercicio investigativo que nos permite generar diversas explicaciones acerca de la dinámica de las problemáticas socioambientales.</p> <p>Así mismo, el seminario comprende aspectos de orden teórico, filosófico y práctico con el fin de que nuestra formación en ciencias naturales se aproxime a la comprensión tanto de los fenómenos como de la naturaleza de la ciencia a partir del abordaje del Antropoceno como una cuestión sociocientífica.</p>
Objetivo	contribuir a una formación en ciencias y el desarrollo de una ecociudadanía resiliente, ética y políticamente participativa en las dinámicas de orden socioambiental a partir del abordaje del Antropoceno mediante cuestiones sociocientíficas.
Contenidos disciplinares	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tiempo Geológico 2. Extinciones 3. Transformación del paisaje natural 4. Sostenibilidad vs sustentabilidad: conservación y restauración
Temáticas / CSC Conecta con (Descriptor de las fases)	<p>1. Tiempo Geológico</p> <p>CSC: ¿El término Antropoceno es adecuado para dar cuenta de una época geológica caracterizada por el impacto de la actividad humana a escala planetaria?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Geología como campo de conocimiento científico. 1.2 Tectónica de placas y deriva continental. 1.3 Aproximación a la estratigrafía y formación del suelo. (Tipos de rocas) 1.4 Fósiles – Tecnofósiles. 1.5 Entonces. ¿Cuándo pudo haber iniciado el Antropoceno? <p>2. Extinciones – Pérdida de Biodiversidad</p> <p>CSC: ¿Los acontecimientos asociados al Antropoceno ponen en riesgo la continuidad de las formas de vida en el planeta Tierra?</p> <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Tipos de extinción. 2.2 Causas naturales. 2.3 Extinción antropogénica. <p>3. Transformación del paisaje natural</p> <p>CSC: ¿La transformación de los ecosistemas debida a las actividades humanas justifica que los científicos propongan el concepto Antropoceno?</p> <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Ecosistemas, biodiversidad y diversidad cultural. 3.3 Tipos de contaminación (Hídrica, Atmosférica, suelo) <p>4. Sostenibilidad vs sustentabilidad: conservación y restauración</p> <p>CSC: Un par de estudiantes conversan acerca de habitar el Antropoceno, uno afirma que lo más importante es el desarrollo sostenible y otro afirma que lo más importante es el</p>

	<p>desarrollo sustentable. ¿Qué argumentos plantear para apoyar a uno de los dos estudiantes o ambos?</p> <p>4.1 Límites planetarios. 4.2 Biología de la conservación 4.3 Biomímesis</p>
Fases de avance	1. Plantear preguntas relevantes.
	2. Indagar.
	3. Actuar
Descriptor de las fases	<p>1. Se plantean preguntas que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tengan en cuenta situaciones o problemas del mundo real, complejos y, en ocasiones delicados. • Sean polémicas por naturaleza, al no existir un consenso general sobre cómo afrontarlas o responder ante ellas. • Presupuesten un cambio al afrontar asuntos que requieren cuestionamiento y mejoras, por ejemplo, en el ámbito social o ético. <p>Para ello, el maestro y los estudiantes acuden a la tabla de las características de las cuestiones sociocientíficas y las controversias asociadas al Antropoceno. A partir de las características y las controversias, los estudiantes plantean cuestiones o preguntas que cumplan o se aproximen a los ítems descritos anteriormente.</p> <p>2. Se desarrolla un trabajo investigativo transversal a las dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Personal: ¿qué significa para mí? • Social: ¿qué significa para mí familia, amigos, comunidad...? • Global: En un sentido mucho más amplio ¿qué significa para todas las comunidades educativas del mundo? <p>Para ello, se tienen en cuenta el desarrollo de las temáticas propuestas en el seminario, estas temáticas les permiten a los estudiantes poseer un conocimiento aproximado y disciplinar en torno al Antropoceno y es la base para realizar el trabajo investigativo en las dimensiones propuestas.</p> <p>3. Se elabora un tipo de trabajo o producto como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contactar con las instituciones. • Generar materiales didácticos. • Promover cambios institucionales. • Promover un foro de discusión. • Escenificar la situación para ilustrar el dilema. • Realizar una obra: escrito, presentación, poster, podcast. • Elaborar carteles promoviendo temas de debate o discusión. <p>Para ello, de acuerdo con Levinson et al., (2017) se plantean tipos de trabajos relacionados con los descriptores anteriores, este trabajo da cuenta de la o las respuestas asociadas a la cuestión inicial, pudiendo llegar al planteamiento de nuevas cuestiones, el trabajo debe contribuir con la adquisición de conocimientos relevantes o dar lugar a la enunciación de argumentos y comprensiones sobre la cuestión.</p>
Evaluación y criterios	Resiliencia: Construye un concepto y significado de resiliencia apoyándose del conocimiento y la formación científica.
	Ética: Toma decisiones éticas, gestionando el riesgo y la incertidumbre a corto, mediano y largo plazo.
	Participación: Participa políticamente en dinámicas de orden socioambiental a nivel local y global.

Fases de la investigación

A partir de la caracterización de los aspectos teóricos y metodológicos; así como de los contenidos disciplinares para abordar el Antropoceno mediante CSC, este trabajo de grado se desarrolla en tres fases que subyacen tras el planteamiento de los objetivos específicos como se enuncian y describen a continuación:

Fase uno: diseño de instrumentos de recolección de información

En esta fase se diseñaron los instrumentos de recolección de información como lo son las actividades planteadas para llevar a cabo el seminario “Ecociudadanía a través del Antropoceno” en las cuales se incluyen el desarrollo de talleres, prácticas de laboratorio, cuestionarios a partir del análisis de lecturas, conferencias, materiales audiovisuales como lo son documentales y exposiciones de arte. Estos instrumentos se pueden ver en el Anexo 1.

Fase dos: implementación de instrumentos de recolección de información

En esta fase se implementaron los instrumentos mencionados en la fase uno, está fase da cuenta de la intervención en el aula, dicha intervención se llevó a cabo en un total de 20 sesiones, cada una de 110 minutos. Así mismo la información se consignó por parte de los estudiantes en documentos como informes de laboratorio, cuaderno de apuntes y formularios de Google.

Fase tres: Análisis de la información colectada.

En esta fase se analizó la información colectada mediante la implementación de los instrumentos; así, el análisis se realizó con la ayuda de programas de software como PowerBI y ATLAS.ti; el primero, permite mostrar un análisis cuantitativo y el segundo un análisis cualitativo, de los datos recolectados a través de la codificación de fragmentos de texto, producidos por los estudiantes durante el desarrollo del seminario. La información colectada en el cuestionario se puede observar en el Anexo. 2.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este capítulo, se muestran los resultados y análisis de esta investigación cuyo objetivo es Diseñar e implementar un seminario para estudiantes de grado octavo que permita abordar el Antropoceno a partir de cuestiones sociocientíficas, para contribuir a una formación en ciencias y el desarrollo de una ecociudadanía resiliente, ética y políticamente participativa en las dinámicas de orden socioambiental.

Dada la organización del seminario (ver Tabla. 3), en el que se incluyen diversas actividades desarrolladas durante la fase dos de la metodología propuesta, (implementación de los instrumentos de recolección de datos), y la fase tres de sistematización de datos, se presentan a continuación los resultados y su análisis.

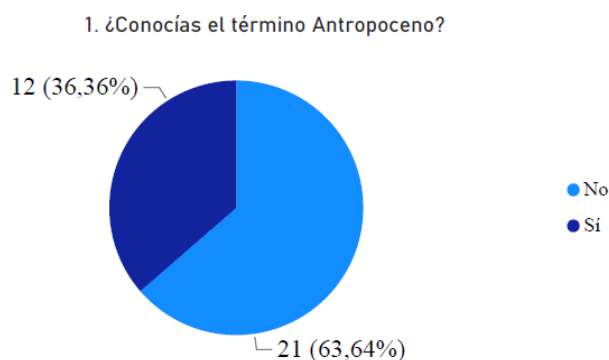
En primera instancia, se presentan los resultados y análisis derivados del cuestionario aplicado previamente a la realización del seminario, con un grupo de estudiantes de grado octavo del Colegio Santa Luisa, cuyo objetivo fue caracterizar el conocimiento que posteriormente orientó el desarrollo de las discusiones y que permitió a su vez tener elementos de juicio para comprender los argumentos que ellos ofrecían durante el seminario. En este sentido, el análisis de este cuestionario se puede considerar como un punto de partida para conocer las *representaciones* o *imágenes* que tenían los estudiantes frente al conocimiento del Antropoceno y que caracterizaban sus modos de comprenderlo. En segunda instancia, se exponen de manera secuencial los resultados de la implementación de los instrumentos de recolección de datos, asociados a los contenidos disciplinares que se abordaron durante el análisis de las CSC consideradas en el seminario.

Como se mencionó en la fase tres, para el análisis de los resultados, se emplearon dos programas de software, PowerBI y ATLAS.ti; el primero, permite mostrar un análisis cuantitativo y el segundo un análisis cualitativo, de los datos recolectados a través de la codificación de fragmentos de texto, audio e imágenes producidas por los estudiantes durante el desarrollo del seminario; la cual generó de manera inductiva, las tendencias asociadas a los significados acerca del Antropoceno, socializados por los estudiantes durante el seminario y el análisis de las CSC propuestas.

Resultados y análisis del cuestionario

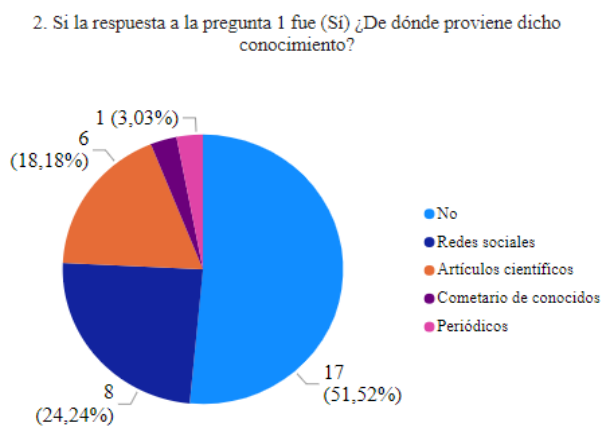
Frente a la pregunta número 1: ¿conocías el término Antropoceno?, se encuentra que de 33 estudiantes que respondieron el cuestionario, 12 de ellos afirman conocer el término; en contraste, 21 de los estudiantes no lo conocían ni habían escuchado hablar de él (ver Gráfico. 1).

Gráfica 1. Respuestas a la pregunta uno del cuestionario.



Así mismo, el conocimiento de los 12 estudiantes con respecto al término Antropoceno, de acuerdo con las respuestas a la segunda pregunta ¿de dónde proviene dicho conocimiento? Los estudiantes refieren a que proviene de fuentes como redes sociales artículos científicos, comentarios de conocidos y periódicos (ver Figura 2).

Gráfica 2. Pregunta dos del cuestionario



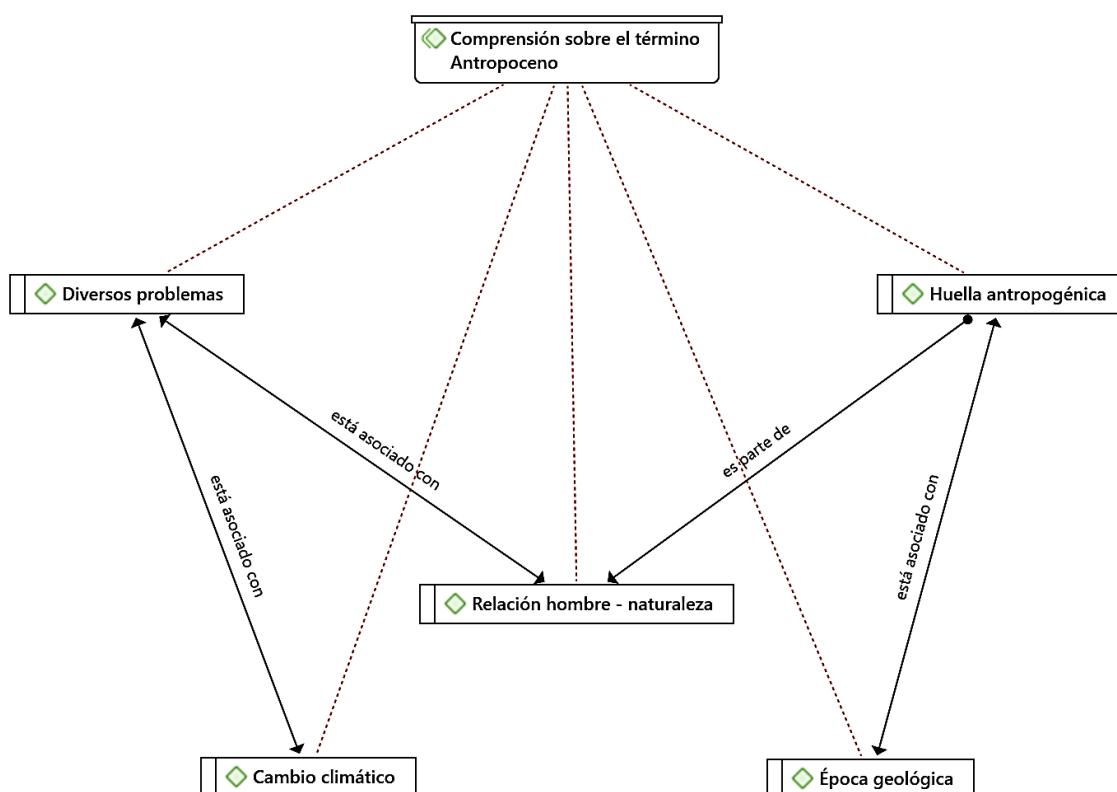
Con respecto a la pregunta tres del cuestionario, en la que se solicita a los estudiantes describir brevemente cómo comprenden o cuál es el significado del término Antropoceno; a partir de las respuestas de los estudiantes, se identificaron y seleccionaron fragmentos de texto que ponen en evidencia los significados y la comprensión general sobre tal término, estos fragmentos de texto se organizaron en términos de su similitud en cinco grupos: hombre y naturaleza, diversos problemas, cambio climático, y época geológica. Luego se establecieron las siguientes relaciones entre estos grupos: el grupo de respuestas denominado diversos problemas, se asoció con el grupo cambio climático, dado que el primero es básicamente de orden socioambiental y por lo tanto probablemente contiene al grupo de respuestas denominado cambio climático.

De dichas respuestas se obtiene una red en la que se pueden distinguir cinco elementos que se relacionan entre sí y a su vez dan cuenta de dicha comprensión (Ver Figura. 2). Así, una manera de comprender el término Antropoceno por parte de los estudiantes, radica en que este constituye una relación entre las categorías de *hombre y naturaleza*. De un modo similar, aunque guardando las proporciones en términos epistemológicos, esta relación se puede rastrear en lo que (Arias, 2018, p.71) considera como *la gran hibridación*, “*por hibridación hay que entender la recombinación que resulta después de que procesos y artefactos de origen humano hayan ejercido un grado variable de influencia sobre procesos y seres naturales*”.

Tal relación, entre las categorías de *hombre y naturaleza* les permite a los estudiantes establecer que el Antropoceno hace referencia a *diversos problemas*; en los cuales incluyen actividades relacionadas principalmente con la transformación visible del paisaje natural como la deforestación o la minería a cielo abierto; o actividades que incluyen o asocian explícitamente al *cambio climático*. Resulta interesante la comprensión asociada a la *huella antropogénica*, derivada de dicha relación entre *hombre y naturaleza*, de la cual resaltan el consumismo como referente central de la huella y la sobreexplotación de recursos naturales, para su mantenimiento en el modelo de desarrollo económico, basado en el extractivismo y prácticas que debilitan los sistemas naturales. Esta última comprensión se asocia directamente con la de *época geológica*, como uno de los significados más próximos a la mayoría de la bibliografía existente sobre el Antropoceno, la cual resultó de los abordajes que llevaron a cabo los estudiantes de los contenidos disciplinares que en su nivel escolar debían tratar, y que están asociados a la geología como lo eran las placas tectónicas, deriva continental y

formación del suelo, en los cuales es necesario abordar algunos de los periodos más llamativos para ellos, como lo es el Jurásico o el Silúrico, dado el abundante material cinematográfico existente, como la saga de Jurassic Park.

Figura 2. Comprensión de los estudiantes sobre el término Antropoceno



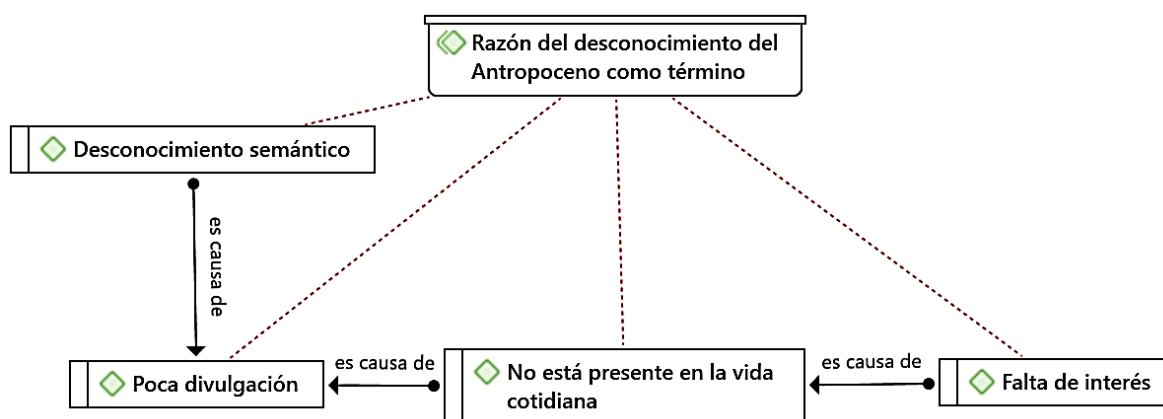
La siguiente red (ver Figura 3), resulta del punto cuatro del cuestionario, en el que se les preguntaba a los estudiantes ¿cuáles cree que son las razones del desconocimiento sobre el término Antropoceno? Así, se exponen cuatro razones por las cuales se considera que los estudiantes desconocen el término Antropoceno, estas son: *ausencia en la cotidianidad*, *falta de interés*, *poca divulgación* y *desconocimiento semántico*. En este sentido, es claro que, las condiciones de posibilidad para que el estudiantado desarrolle un tipo de interés por un objeto particular se reducen cuando el objeto en sí mismo no existe en sus entornos próximo, discursivo, experimental o práctico, de la vida escolar. Si bien el rastreo de las causas del *desinterés* de los estudiantes por el Antropoceno no es un objeto de estudio particular en esta investigación, es plausible inferir que un análisis profundo de dichas causas denunciaría, entre tanto, a un conglomerado de prácticas de enseñanza, planes de estudio, currículos y hasta instituciones que inciden en el tipo de formación científica del estudiantado, y consolidan las

narrativas que versan sobre lo que ocurre o no en el aula y su atmósfera de intereses particulares. Por su parte, el desconocimiento semántico del término Antropoceno se puede deber a la *poca divulgación* que tiene en los niveles iniciales de la formación académica, aun cuando se ha popularizado tanto en el círculo de la comunidad científica naturalista y humanista, como en los medios y la cultura cinematográfica principalmente, en las categorías de documental y fantasía.

En esta misma idea de popularización, referentes como Guhl (2022) afirman que el término Antropoceno es atractivo para el imaginario colectivo; ya que estimula la visión del cambio de las condiciones del planeta desde diferentes perspectivas como la literatura de ciencia ficción, el cine y los planteamientos pos-humanistas, lo que ha llevado a que se difunda y popularice muy ampliamente. (p.38).

Aun así, es posible pensar que el escaso o débil abordaje de aspectos controversiales de la actividad científica en el marco de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales, tiene el potencial para limitar el desarrollo de habilidades, argumentativas, explicativas y todas aquellas que permitan a las sociedades comprender el mundo y generar narrativas aproximadas sobre su funcionamiento, en términos de las transformaciones tecnocientíficas cada vez más complejas y *superespecializadas*. En consecuencia, entre más distante se encuentre el estudiantado y el profesorado en ciencias de la comprensión de la actividad científica, así como de la actualización y problematización de sus desarrollos, más difícil se vuelve la apropiación y aplicación social del conocimiento científico; lo cual en el marco de la incertidumbre y riesgo que plantea el Antropoceno no es viable. Por esta razón, la consideración de una ecociudadanía implica aproximar al estudiantado a la comprensión de la naturaleza de las ciencias y ser tanto participe como responsable en la toma de decisiones comunes.

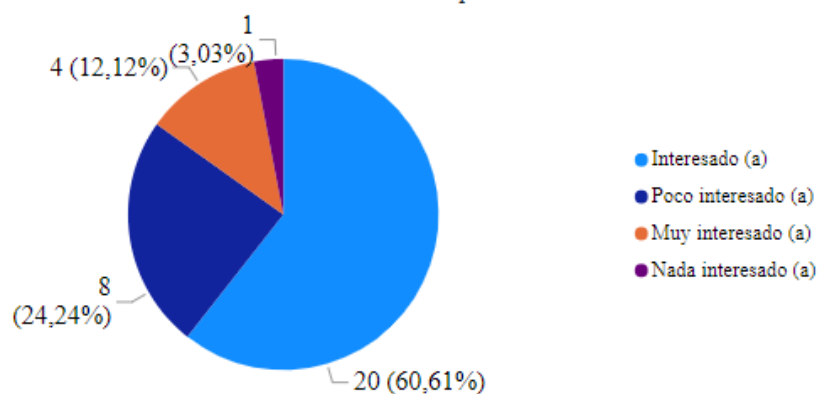
Figura 3. Razones del desconocimiento del Antropoceno como término por parte de los estudiantes participantes.



A continuación, se muestra la escala del nivel de interés con la que el grupo de estudiantes se aproxima con respecto al conocimiento del Antropoceno, este punto es crucial puesto que permite diagnosticar cuales podrían ser los posibles recursos para utilizar en el aula y abordar el Antropoceno como lo pueden ser el desarrollo de prácticas de laboratorio, debates, lecturas. entre otros, es con este diagnóstico y el conocimiento que se tiene sobre el grupo de estudiantes que se plantean las actividades del seminario (ver Tabla. 1).

Gráfica 3. Nivel de interés por parte de los estudiantes con respecto al conocimiento del Antropoceno

5. De acuerdo con la siguiente escala qué nivel de interés siente con respecto al conocimiento del Antropoceno.

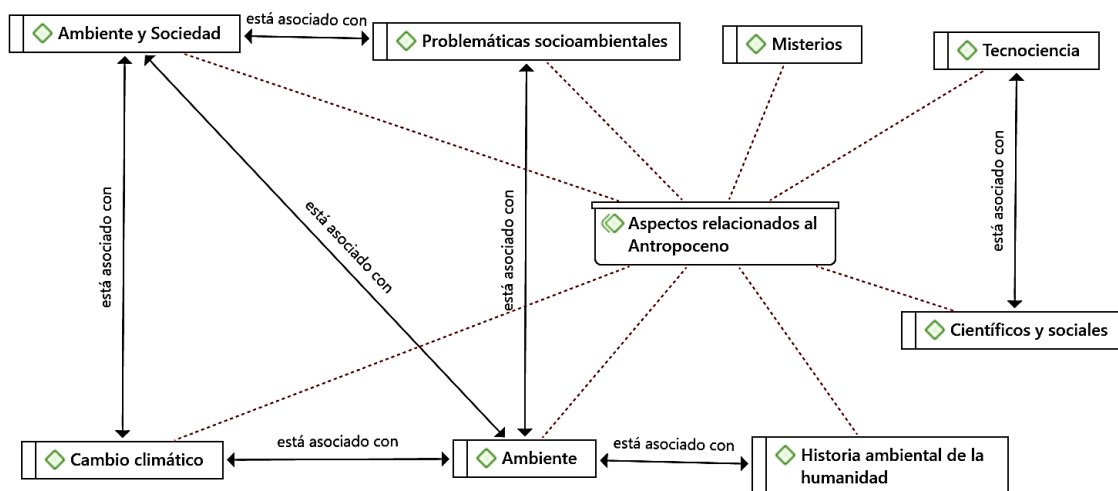


En la necesidad de caracterizar las nociones que tienen los estudiantes, sobre los aspectos con los cuales podría estar relacionado el Antropoceno se logran establecer ocho categorías como lo son: *problemáticas socioambientales, ambiente y sociedad, cambio climático, tecnociencia, ambiente, historia ambiental de la humanidad, científicos y sociales, y misterios*. Como se puede observar en la siguiente red (ver figura. 4), todas las categorías establecen relaciones de asociación, excepto la categoría *misterios*; esto se debe al carácter multicausal con el que los estudiantes enuncian sus ideas sobre la comprensión del Antropoceno. Estas relaciones son de gran importancia para esta investigación, puesto que en ellas es posible rastrear el tipo de controversias imbricadas que caracterizan el Antropoceno y de las cuales, si bien es posible hacer un análisis por separado, este solo tiene sentido cuando se expone a la luz de una perspectiva multidisciplinar. Como lo exponen Finney y Edwards (2016),

El Antropoceno es popular entre una comunidad científica diversa, científicos sociales y los medios de comunicación. Crea conciencia de que, al igual que con el cambio climático antropogénico, el impacto humano en el sistema de la Tierra es global y puede haber iniciado una cascada de eventos que alterarán en gran medida la superficie, los océanos y la atmósfera terrestre (p.9).

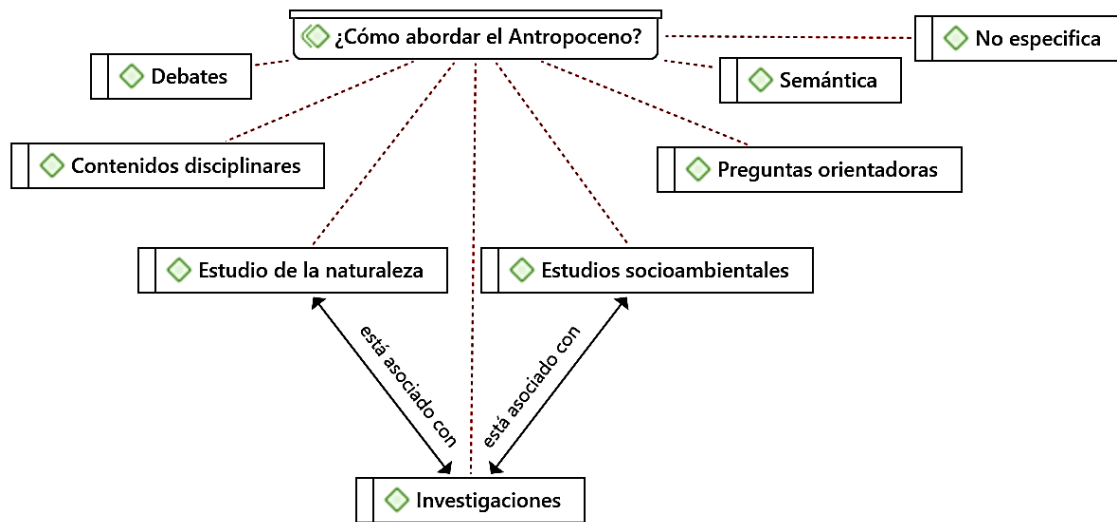
En este análisis, se infiere que, es claro para los estudiantes que entre las dimensiones de la sociedad y el ambiente se teje una red de relaciones que constituyen la base de las transformaciones socionaturales mediadas, en parte, por las decisiones políticas nacionales e internacionales que tienen efecto directo en el ambiente, de manera específica sobre los sistemas naturales, así como en el papel de la tecnología en la gestión de estos últimos. En otras palabras, tienen un conocimiento aproximado de la naturaleza política y los intereses en juego que repercuten en las condiciones actuales del planeta.

Figura 4. Aspectos asociados al Antropoceno



Es importante mencionar que, con el propósito de diagnosticar una forma de abordar el Antropoceno, a partir de las respuestas que enuncian los estudiantes, se pueden caracterizar siete formas de hacerlo (ver figura 5), en las cuales se incluyen los debates, el abordaje de contenidos disciplinares y su desarrollo a partir de preguntas orientadoras; así como aspectos relacionados con el estudio de la naturaleza y la sociedad. Llama la atención que estas dos últimas formas de abordar el Antropoceno se asocian a procesos relativos a la investigación, como lo es el contraste de hipótesis, la búsqueda de información y la construcción de explicaciones, a partir de la problematización de los aspectos que tienen que ver con asuntos de orden socioambiental bastante referenciados por los estudiantes, ejemplo de esto es la contaminación de las fuentes hídricas, el cambio climático y los impactos visibles a escala planetaria, como lo es la deforestación, la ganadería extensiva, la minería o la expansión de la frontera urbana y agrícola.

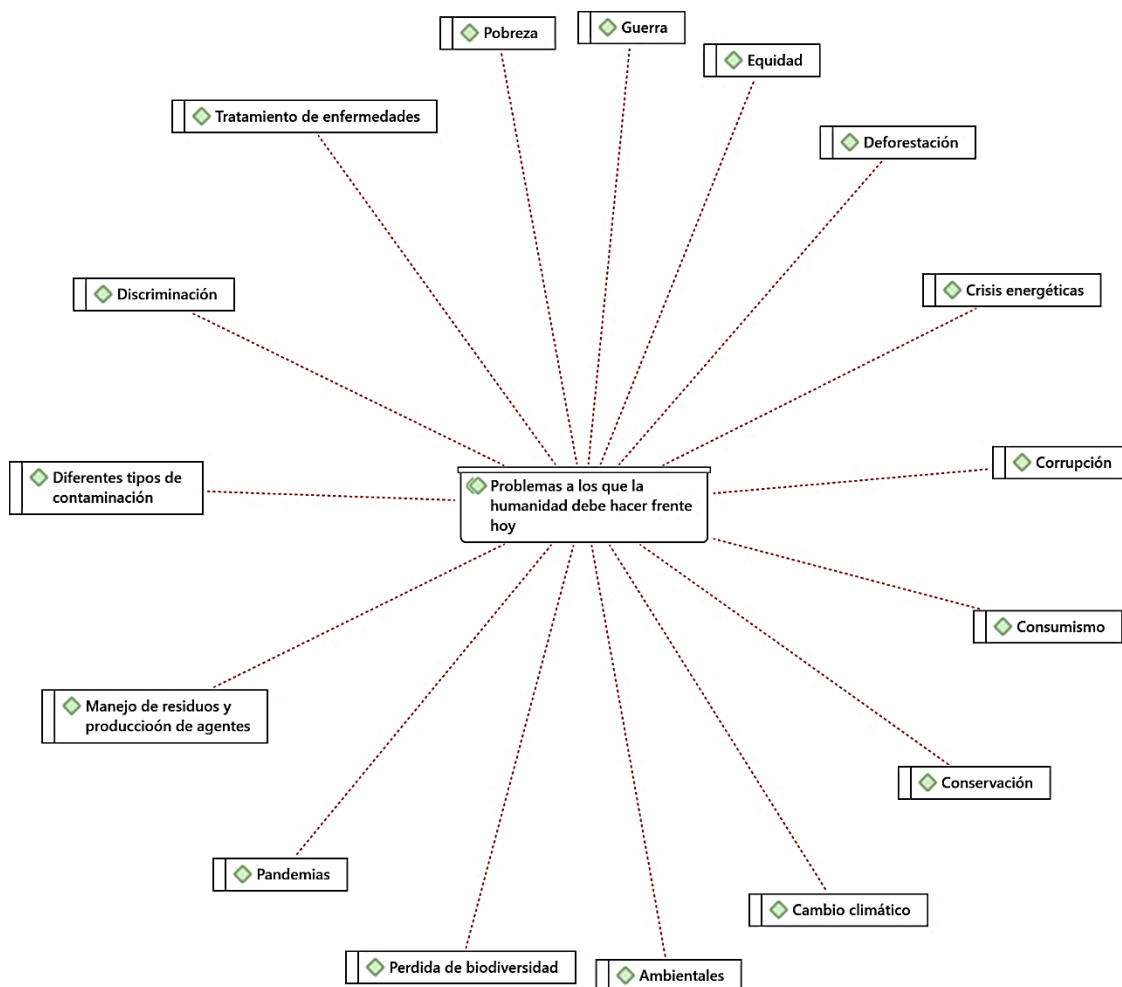
Figura 5. Posibles formas de abordar el Antropoceno



En este sentido, mucha de la bibliografía existente sobre el Antropoceno, refiere a la existencia de una crisis generalizada a nivel planetario y cuya naturaleza, al parecer multicausal, caracteriza no solo la amalgama de problemáticas socioambientales, sino también la incertidumbre que plantea el marco de la transformación de los sistemas naturales, una vez traspasados algunos de los límites planetarios propuestos por Rockström et al. (2009), como lo son los ciclos biogeoquímicos del nitrógeno y del fósforo, así como la integridad de la biosfera en términos de la pérdida de biodiversidad.

De lo anterior, se puede apreciar que para abordar el Antropoceno con estudiantes de bachillerato, particularmente de grado octavo, es importante indagar por cuáles son aquellos problemas socioambientales que consideran importantes, y a los que la humanidad debe hacer frente hoy, concretamente en el año 2022, año que aún mantiene los efectos y algunos picos de contagio por el SARS-CoV-2, del cual se presume un carácter zoonótico, estrechamente relacionado con el marco de inestabilidad y el uso de la biodiversidad. Como resultado de tal indagación, la red que se muestra a continuación (ver figura. 6) expone 16 problemas enunciados por los estudiantes, particularmente al responder el punto ocho del cuestionario: indique los problemas a los que la humanidad debe hacer frente hoy.

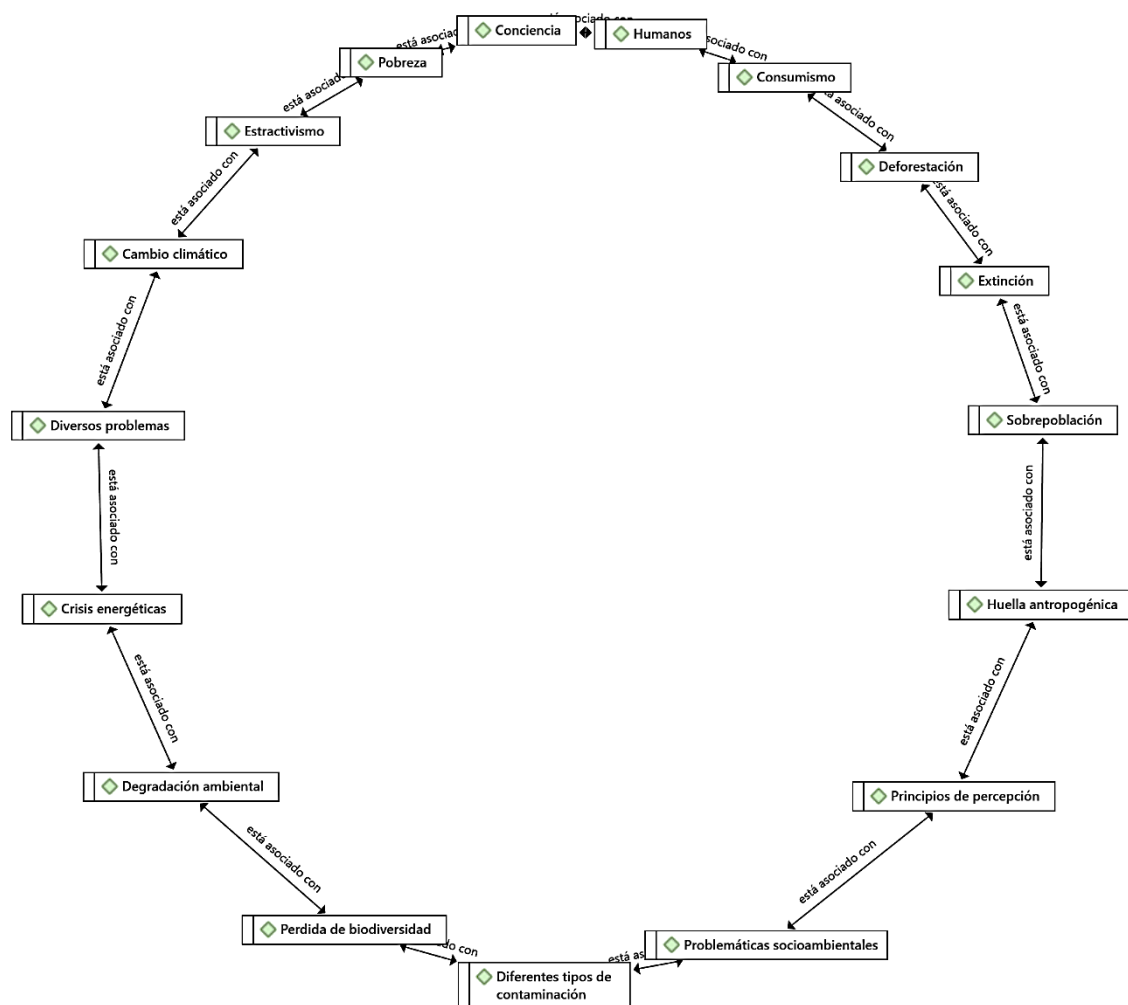
Figura 6. Problemas a los que la humanidad debe hacer frente hoy según los estudiantes



Tales problemas no son unicastales, existe entre ellos una serie de relaciones que los hace complejos tanto de comprender como de abordar, tal como lo muestra las respuestas de los estudiantes a la pregunta diez del cuestionario, en la que se les solicitó enunciar cuáles podrían ser las causas y los efectos de dichos problemas; esto se condensa en el ciclo de asociaciones de la figura 7. Allí, se pueden establecer asociaciones entre lo que se podría considerar como causas y efectos, toda vez que, desde una perspectiva sistémica los problemas socioambientales son considerados como intrincaciones propias de una *hibridación* socio natural cuyas raíces lograrían rastrearse hasta los antiguos debates filosóficos sobre la comprensión y significación del mundo natural, y del sistema de relaciones que se establecen con él a nivel cultural y social. Existe en las respuestas de los

estudiantes, una especie de señalamiento a lo que en palabras de Beck (1998) vendría siendo una *sociedad del riesgo*, una sociedad principalmente industrializada cuyas transformaciones sociales implican el deterioro y destrucción de la naturaleza en un sistema de riesgos e incertidumbre planetaria.

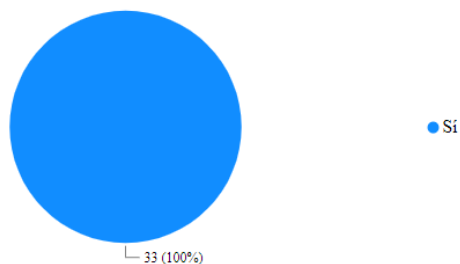
Figura 7. Causas y efectos de los problemas enunciados en la figura 6



Teniendo en cuenta estas dos últimas descripciones, y que se recogen en las figuras 6 y 7, en el cuestionario se les consultó a los estudiantes particularmente en la pregunta 11 por la consideración de si en la actualidad el planeta Tierra atraviesa por algún tipo de crisis, consideración compartida entre ellos al afirmar que sí, como se puede observar en la siguiente gráfica.

Gráfica 4. Consideración de los estudiantes a la pregunta 11 del cuestionario

11. ¿Considera que en la actualidad el planeta Tierra atraviesa algún tipo de crisis?



Por su parte, la descripción que hace el grupo de estudiantes en el punto 11 del cuestionario acerca de las características de dicha crisis, se puede rastrear en las redes anteriormente descritas ya que como se puede observar en el Anexo. 2, sus respuestas hacen referencia a procesos de degradación ecosistémica y la constante pérdida de funcionalidad planetaria, así como la pérdida de biodiversidad, el cambio en las condiciones en las que se desarrollan las formas de vida incluyendo la humana junto con el cambio en las condiciones de los sistemas naturales que sustentan los ciclos biogeoquímicos y la subsecuente crisis social que deriva y retroalimenta el sistema de relaciones y acciones problemáticas de la crisis como lo describen las redes 6 y 7.

Resultados y análisis de la implementación del semanario: “Ecociudadanía a través del Antropoceno”

Teniendo en cuenta uno de los objetivos específicos de este trabajo de grado, particularmente el segundo, en el que se propone Establecer los aspectos metodológicos y contenidos disciplinares para abordar el Antropoceno a partir de cuestiones sociocientíficas que contribuyan a una formación en ciencias y el desarrollo de una ecociudadanía resiliente, ética y políticamente participativa en las dinámicas de orden socioambiental. Se construyó un seminario denominado como *Ecociudadanía en el Antropoceno* en el que se abordaron cuatro CSC a partir de los siguientes contenidos disciplinares: *tiempo geológico*¹, *extinciones (pérdida de biodiversidad)*², *transformación del paisaje natural*³, *conservación y restauración*⁴. De modo que, con base en dichos contenidos se trataron temáticas asociadas como se muestra en la siguiente tabla (ver Tabla. 4). Es preciso mencionar que tanto los contenidos y las temáticas como las CSC propuestas, fueron enunciadas anteriormente en el Capítulo III (ver Tabla 2), estos aspectos se retoman aquí con el fin de hacer más explícito el análisis de los resultados que se obtuvieron durante la implementación del seminario.

Tabla 4. Contenidos, CSC y temáticas del seminario Ecociudadanía en el Antropoceno.

Contenidos disciplinares / CSC		Temáticas asociadas
1	Tiempo geológico	<ul style="list-style-type: none"> • Geología como campo de conocimiento científico. • Tectónica de placas y deriva continental. • Aproximación a la estratigrafía y formación del suelo. (Tipos de rocas) • Fósiles – Tecnofósiles. • Entonces. ¿cuándo pudo haber iniciado el Antropoceno?
	¿El termino Antropoceno es adecuado para dar cuenta de una época geológica que incluye los últimos cuatro siglos, XVIII al XXI?	
2	Extinciones	<ul style="list-style-type: none"> • Tipos de extinción. • Causas naturales. • Extinción antropogénica.
	¿Los acontecimientos asociados al Antropoceno ponen en riesgo la continuidad de las formas de vida en el planeta Tierra?	
3	Transformación del paisaje natural	<ul style="list-style-type: none"> • Ecosistemas, biodiversidad y diversidad cultural • Extractivismo. • Tipos de contaminación (Hídrica, Atmosférica, suelo)
	¿La transformación de los ecosistemas debida a las actividades humanas justifica que los científicos propongan el concepto Antropoceno?	
4	Conservación y restauración	<ul style="list-style-type: none"> • Límites Planetarios. • Biología de la conservación. • Biomimesis.
	Un par de estudiantes conversan acerca de habitar el Antropoceno, uno afirma que lo más importante es el desarrollo sostenible y otro afirma que lo más importante es el desarrollo sustentable. ¿Qué argumentos plantear para apoyar a uno de los dos estudiantes o ambos?	

Como ya se ha mencionado, este seminario se llevó a cabo con un total de 36 estudiantes de grado octavo del Colegio Santa Luis, tuvo una intensidad de 20 sesiones, cada una de 110 minutos, en las que se llevaron a cabo lecturas, prácticas de laboratorio, talleres y discusiones asociadas a las CSC, y temáticas que se iban tratando sobre los contenidos disciplinares para abordar el Antropoceno. A partir de consideraciones de orden didáctico, la organización de los contenidos en el marco de un seminario en el que existen CSC, debe permitirle al profesorado y al grupo de estudiantes, la posibilidad de retroalimentar de manera constante aquellos contenidos y temáticas que desde los saberes científico y escolar requieren de la complejización de sus estructuras epistemológicas, ontológicas, metodológicas e incluso históricas, toda vez que se comprenda la naturaleza de las ciencias y su enseñanza y/o aprendizaje desde una perspectiva cultural, diacrónica y dialéctica en la que es válido aceptar que los *hechos científicos y socioambientales*, son el resultado de una intensa actividad científica y política; lo que en palabras de Latour vendría constituyéndose como el cuerpo *cosmopolítico de la ciencia*, desde el que promueve comprender las distancias y correspondencias epistemológicas entre las ciencias y quienes dedican su vida a hacerla, estudiarla y quizá enseñarla (Latour, 1999).

En relación al *seminario* como estrategia organizativa de la enseñanza y como instrumento de investigación educativa, Piña et al. (2012) expone algunas ventajas que en el marco del seminario, permitieron que el grupo de estudiantes *interviniera y participara* de manera activa, en la construcción de argumentos y explicaciones sobre las CSC propuestas y en las que si bien, el *desarrollo de habilidades* de carácter intelectual y asociado a la investigación no es posible rastrear o demostrar en las sesiones llevadas a cabo, si es posible inferir que el grupo de estudiantes se aproximan a la comprensión de la actividad científica desde la perspectiva descrita anteriormente.

Con respecto a la forma en que, a continuación, se exponen los resultados y sus respectivos análisis, derivados de la implementación del seminario con el grupo de estudiantes de grado octavo, se tiene en cuenta el orden y la secuencialidad con que se trataron los contenidos disciplinares y las CSC propuestas para su comprensión, así como de las temáticas sugeridas para tal fin.

Resultados y análisis asociados al contenido disciplinar: Tiempo geológico

“Una comprensión abstracta e intelectual del tiempo profundo (geológico) es bastante sencilla. Sé cuántos ceros colocar después del 10 para que sean billones, introducirlo emocionalmente es otro asunto. El tiempo profundo es tan extraño que realmente solo podemos comprenderlo como una metáfora.”

(Gould, J1987)

En la didáctica de las ciencias naturales, (DCN) *introducir* el saber científico de cualquier disciplina y en particular de la geología en las clases de ciencias requiere mínimo, por parte del profesorado, un conocimiento aproximado de los contenidos científicos a enseñar, es decir, debe existir en el profesorado un conocimiento sobre el saber (contenido) que se quiere enseñar o hacer enseñable. A esta noción llegaron antes, autores como Shulman, Ponte, Vasilachis, o Valbuena, entre otros contemporáneos, al estudiar el conocimiento didáctico del contenido científico (CDCC), y constituye teóricamente una de las principales aproximaciones epistemológicas a la *didáctica* como una disciplina consolidada y divergente de la pedagogía en la que su objeto de estudio se interesa por la enseñanza y en atención a ciertos criterios de aprobación y aplicabilidad.

Hay que mencionar, además, que el interés por parte del profesorado en ciencias naturales, sobre todo aquel interesado en abordar la geología lleva más de tres décadas intentando, con éxito, introducir ya sea en el marco de los currículos o en los planes de estudio y en las clases de ciencias de la formación académica del nivel escolar, aspectos o contenidos de dicha disciplina. Un trabajo como el de Pedrinaci (1994) permite puntualizar en esta última idea, ya que lo que el autor aborda es el interés didáctico que puede tener la utilización de la historia de la geología en las aulas de niveles no universitarios e intenta responder a dos cuestiones ¿para qué puede ser útil su tratamiento y cómo puede llevarse a cabo?

Para responder a estas cuestiones, acude a la historia de la geología como herramienta didáctica y desde allí enunciar que dicho aspecto (historia) ayuda a ser evidentes las relaciones ciencia-sociedad. Pedrinaci, (1994) afirma que:

... una visión de la ciencia y de los científicos más contextualizada no sólo favorece su desmitificación, sino que permite poner de manifiesto las relaciones ciencia-sociedad, los prejuicios, las limitaciones conceptuales, técnicas o metodológicas y la fuerte carga ideológica que frecuentemente condicionan las formulaciones científicas. (p. 335).

En vista de que abordar el tiempo geológico es uno de los retos más importantes para la enseñanza de la geología, se puede considerar también como la antesala para aproximarse a la comprensión del Antropoceno en los niveles de la formación escolar e incluso universitaria; didactas como Pedrinaci y Berjillos (1994), citados en Sequeiros et al. (1996), afirman que el tiempo geológico *“es un concepto complejo que no parece adquirirse de una sola vez ni siguiendo un proceso lineal, sino más bien gracias a adquisiciones parciales que van relacionándose e integrándose”* (p.113).

En comparación, estudios más recientes como los de Medina et al. (2013) y Martín et al. (2021), aluden aun en que el tiempo geológico es complejo de enseñar, puesto que existen desconexiones entre el concepto y las secuencias didácticas usadas para su enseñanza, por lo que son insistentes en la necesidad de desarrollar investigación didáctica que pueda facilitar su comprensión en el contexto educativo.

Teniendo en cuenta la complejidad de los aspectos de orden didáctico y metodológico para abordar el concepto de tiempo geológico y a su vez, aproximar a los estudiantes a la comprensión del Antropoceno como una posible época geológica, se abordaron las temáticas descritas en la Tabla 2 y 4. Así, las actividades centradas para este fin incluyeron la lectura de textos y la visualización de materiales audiovisuales los cuales eran analizados de manera personal y luego grupal por los estudiantes.

En este sentido, mediante un taller (ver Anexo. 1) se solicitó al grupo de estudiantes que observaran el documental *“El Antropoceno: la era de la humanidad”*, el cual expone los puntos de vista disciplinares y las reflexiones de tres personas influyentes en términos de la discusión sobre el Antropoceno; en dicho documental, la historiadora Andrea Wulf, el filósofo, sociólogo y antropólogo Bruno Latour y el geólogo Phil Gibbard llevan a cabo un debate de carácter interdisciplinar que, de manera introductoria, nos aproxima a la comprensión sobre el término *“Antropoceno”* y sus implicaciones. La siguiente imagen

corresponde a los autores que aparecen en dicho documental, de izquierda a derecha Bruno Latour, Andrea Wulf y Phil Gibbard, así mismo, aparece adjunto un código QR que puede ser escaneado para facilitar el acceso a la visualización del documental mientras esté disponible en YouTube. (ver Imagen. 1)

Imagen 1. Acceso al documental "El Antropoceno: la era de la humanidad"

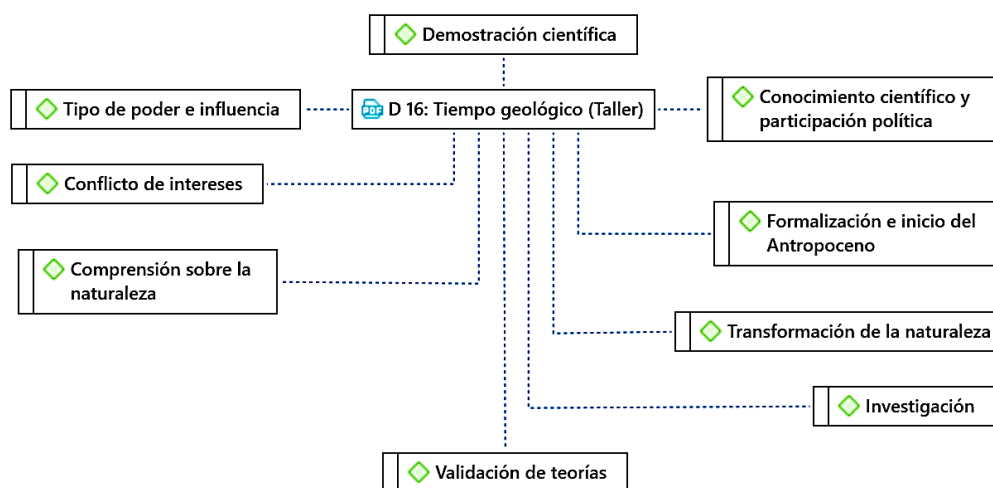


Aproximar a los estudiantes de niveles escolares iniciales hacia la comprensión del Antropoceno, implica un entendimiento cercano de la naturaleza de las ciencias por parte de quien se propone hacerlo; ya que la polémica científica y filosófica en torno al Antropoceno deja entre ver algunos de los aspectos más relevantes de dicha naturaleza, como son las condiciones que han hecho posible su existencia, los intereses en juego, y el sistema de relaciones políticas que sostiene la actividad científica, así como lo que se dice o no del Antropoceno en términos de su divulgación y posible formalización.

Una de las actividades asociadas para abordar el *tiempo geológico* como contenido disciplinar, como parte del estudio del Antropoceno, comprende un taller en el que se plantea una serie de preguntas al grupo de estudiantes, cuyo propósito es generar un debate acerca de las ideas de los investigadores que aparecen en el documental; pues en este trabajo de grado se considera que dichas ideas, hacen parte de la polémica en torno al Antropoceno y a su vez de los aspectos que constituyen parte de la naturaleza de las ciencias. En este sentido, la selección de los recursos audiovisuales, así como las preguntas que se formulan, en lo posible, deben considerar la intención didáctica de las mismas, a fin de que puedan enriquecer la capacidad discursiva con la que los estudiantes enuncian argumentos, puntos de vista y explicaciones particulares. La siguiente red (ver Figura 8) contiene los aspectos de la naturaleza de la ciencia a los que se ¿hace referencia anteriormente: *Demostración científica, conocimiento científico-participación política, formalización e inicio del Antropoceno,*

transformación de la naturaleza, investigación, validación de teorías, comprensión de la naturaleza, conflicto de intereses, y tipo de poder e influencia. Concretamente, la red constituye la síntesis de una red más grande que da cuenta de los apartados textuales de las respuestas de los estudiantes, que permite la identificación de dichos aspectos (ver anexo. 3). Así mismo, las respuestas de los estudiantes se pueden observar en el Anexo 4. Estos aspectos se identificaron con la ayuda del programa ATLAS.ti, codificando las ideas (apartados textuales) que son frecuentes en las respuestas. Aquí es preciso hacer claridad en que la formulación de una pregunta es un acto dirigido e intencionado, en tanto que a partir de su formulación se espera obtener información precisa; además de constituirse como un punto de partida para generar los relatos en torno a un asunto u objeto particular que puede derivar, parte de quien las responde, en opiniones, argumentos, explicaciones, descripciones, entre otras.

Figura 8. Aspectos relacionados con el Antropoceno y la naturaleza de la ciencia



Como se ha mencionado anteriormente, los aspectos a los que hace referencia la red están relacionados con el Antropoceno y la naturaleza de las ciencias. Por su parte, el aspecto *demonstración científica* refiere a las evidencias que el grupo de estudiantes considera que usan los científicos para demostrar, a partir de objetos como los residuos de diverso tipo, que existen indicadores de orden antropogénico que dan cuenta del Antropoceno como una posible época geológica. Así mismo, una parte de la comunidad científica considera que dichas evidencias se pueden encontrar en los registros estratigráficos que contienen agentes contaminantes o por la evidencia de estos, presentes en cuerpos de agua. De otra parte, consideran que estas evidencias

pueden corresponderse con los datos asociados a los reportes constantes sobre el calentamiento global, la deforestación, el uso del suelo para las actividades extensivas e intensivas, como lo son algunos tipos de agricultura y ganadería, e incluso la extinción de especies biológicas. Con respecto al *conocimiento científico* y la *participación política*, las respuestas de los estudiantes convergen en que dicho conocimiento debe ser la base para la toma de decisiones en términos de la legislación de la política pública ambiental; puesto que el conocimiento profundo del funcionamiento de los sistemas naturales permitiría considerar una política basada en su funcionamiento y acorde a los límites que los mismos plantean. En cuanto a la *participación política*, las respuestas del grupo de estudiantes aluden a actividades como la participación en campañas, reuniones, conferencias y todos aquellos espacios de discusión en los que se pueden aportar puntos de vista y/o sugerir propuestas que permitan contribuir a la protección y conservación de los sistemas naturales.

Por otra parte, anteriormente ya se ha mencionado la complejidad con la que los estudios sobre el Antropoceno intentan establecer un momento preciso en la historia natural del planeta Tierra, que referencie el inicio de dicha época, dadas las implicaciones de orden disciplinar, político, ético e incluso ideológico. Aun así, mucha de la bibliografía existente al respecto ha propuesto algunos momentos que podrían considerarse claves para formalizar el inicio del Antropoceno, algunos remiten a la revolución industrial, otros a la era atómica, otros a los procesos de colonización europea en América y África. De modo similar, hay quienes van un poco más atrás, para sugerir que los posibles inicios del Antropoceno podrían referenciarse en los albores de la humanidad, al considerar al *Homo sapiens* y sus prácticas de caza como uno de los principales motores que impulsaron la extinción de grandes mamíferos así, un estudio como el de Ripple y Van Valkenburgh (2010), proponen de manera empírica que los primeros humanos, mediante procesos de interacción trófica, contribuyeron a la extinción de la megafauna del Pleistoceno; esta es una discusión que se mantiene aún en disciplinas como la paleontología.

En contraste, historiadores como Chakrabarty (2016) proponen que en el Antropoceno convergen los marcos ontológicos de *historias* aparentemente separadas: la de la humanidad, la de las demás especies y la del sistema terrestre. Al momento de abordar el Antropoceno y el tiempo geológico, considerar este tipo de reflexiones permite concretar un espacio en el que los hechos y objetos de estudio científicos se vuelven controversiales, en

tanto que se cuestionan las estructuras que los han convertido en *símbolos* desde los cuales se define el mundo y el sistema de relaciones culturales que con él se establecen. Teniendo esto en cuenta, los estudiantes propusieron diversos momentos en los que pudo haber iniciado el Antropoceno: la revolución industrial, la “era” atómica, las guerras mundiales, los procesos de colonización europeos, el feudalismo y el desarrollo de los primeros humanos; llama la atención encontrar algunas ideas asociadas a los procesos técnicos, tecnológicos y tecnocientíficos, que han transformado lo que el grupo de estudiantes comprende por *naturaleza*.

La comprensión de la naturaleza constituye uno de los desvelos humanos más antiguos y es, dicha comprensión, de gran importancia para el abordaje del Antropoceno, ya que permite ubicar el lugar desde el cual se enuncian definiciones, descripciones, juicios y hasta valoraciones sobre la relación *humanidad – naturaleza*. Con el fin de rastrear dichas comprensiones, en el desarrollo del taller se pueden encontrar respuestas asociadas a una comprensión *contemplativa* de la naturaleza, al ser considerada como el conjunto de seres vivos que nos rodean, o el conjunto de ecosistemas que contienen las formas de vida; paralelamente, se pueden encontrar comprensiones de la naturaleza referidas a aquellas entidades que no han sido modificadas o intervenidas por la acción humana, en cualquiera de los casos no se encuentra una comprensión que incluya al humano como parte de la naturaleza, lo cual hace de la relación *humanidad – naturaleza* una dicotomía, que es necesario estudiar profundamente a nivel de la enseñanza de las ciencias en el sentido que proponen Valencia et al. (2001)

... es indispensable generar condiciones en las que los estudiantes hagan explícitas las interpretaciones que poseen sobre el mundo natural y social, para, de esta manera, dinamizar procesos de deconstrucción, reconstrucción, construcción y estructuración de modelos, esquemas y formas de organizar la experiencia y el pensamiento, que permitan generar nuevas y diferentes formas de construir realidades (p.54).

Con el fin de generar las condiciones que expliciten las formas de entender y de construir realidades, a partir del abordaje del Antropoceno y teniendo en cuenta la propuesta inicial de este trabajo, de propiciar una formación científica que fomente el desarrollo de la ecociudadanía, se consideran los aspectos sobre los *intereses y poderes* que subyacen a la

actividad científica. Latour (1999), es insistente en que los estudios sobre la ciencia han puesto en evidencia estructuras políticas que hacen de los hechos e incluso de las teorías y demostraciones científicas, constructos políticos del laboratorio científico, en el que confluyen poderes y en todo caso intereses de diverso orden, y que constituyen parte de la fuerza con la que circula, divulga y se hace ciencia. De modo que, es importante tocar al menos en la discusión con los estudiantes, esos intereses con el fin de que deconstruyan y reconstruyan los preceptos fijos e incuestionables de la ciencia que circulan en su enseñanza, aun cuando la intensión parece ambiciosa por los límites que tiene la intervención escolar; en este sentido Olivé y Pérez (2011) dicen

El tener que enfrentar estos intereses, y mover resortes políticos de importancia, requiere del respaldo de la ciencia y de la comunidad científica, en tanto que éstas desempeñan un papel de autoridades en materia de saber. Ésta es la responsabilidad de la ciencia como tal, y de los científicos como autoridades en sus materias. (p.49)

En este sentido, las respuestas del grupo de estudiantes, asociadas con este aspecto hacen referencia a que en la discusión sobre el Antropoceno y la dinámica de las transformaciones socionaturales, consideran que existen intereses y poderes de orden político, económico y social, incidiendo en dicha dinámica a través de la gestión de los sistemas naturales y su profunda intervención antropogénica. Simultáneamente, estas apreciaciones en torno a los poderes e intereses presentes en la actividad científica, permite abordar con los estudiantes el aspecto asociado a la *validación de teorías*; en el que claramente el Antropoceno no es la excepción a estos intereses, puesto que hace parte de la controversia actual que existe alrededor de su formalización, al ponerse en juego las apreciaciones disciplinares, políticas y simbólicas de su utilidad tanto en el contexto científico como cotidiano de las sociedades.

Prosiguiendo en el análisis de los resultados, otra de las actividades que guiaron la aproximación del grupo de estudiantes hacia la comprensión del tiempo geológico, tuvo en cuenta la lectura de textos como lo son artículos científicos y reseñas de libros asociados a la geología. Como se ha mencionado previamente, la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos disciplinares de la geología, precisan de una estructura didáctica en la cual sea posible profundizar constantemente en los conceptos, y principalmente en los modelos usados

en dicha disciplina, para explicar teorías como la tectónica de placas o la formación del suelo. En esta etapa los estudiantes abordan aspectos netamente disciplinares a partir de la historicidad de la geología como disciplina científica, con el fin de persistir en la intención de hacer de la ciencia una actividad alejada de lo preconcebido, y más bien cercana a una actividad en constante transformación, hecha por personas en el transcurso del acontecer sociopolítico de las actividades humanas. En este orden de ideas, la reseña del libro “Breve historia de la Geología en América Latina” realizada por Sequeiros (2010) y leída de manera grupal por parte de los estudiantes, posibilita un espacio para pensar la geología en un contexto próximo, en el que les es posible dimensionar aspectos de orden histórico-epistemológico y sociopolítico que han hecho de la geología en América Latina, una disciplina en la que confluyen diversos intereses. (ver Imagen. 2) Así, preguntas orientadoras tipo ¿cómo define la actividad científica? y ¿de qué manera las dinámicas sociales y políticas configuran el desarrollo de las disciplinas? son pertinentes para generar las condiciones en que los estudiantes pueden hacer explícitas sus apreciaciones sobre la ciencia y su influencia en la sociedad y la cultura del conocimiento.

Imagen 2. Una de las lecturas grupales de textos científicos

Breve historia de la geología de América Latina

RICARDO N. ALONSO
Mundo Gráfico, Salta Editorial, 2009, 120 pp. 14x20 cm.
ISBN: 978-1618-04-0

En América Latina, la Ciencia occidental llegó con los españoles y los portugueses. Los españoles crearon enseguida universidades en las que se impartía, entre otras cosas, la ciencia occidental. Uno de los bloques de conocimiento científico que más proliferó en el Nuevo Mundo fue el de la Minería ligada a la Geología.

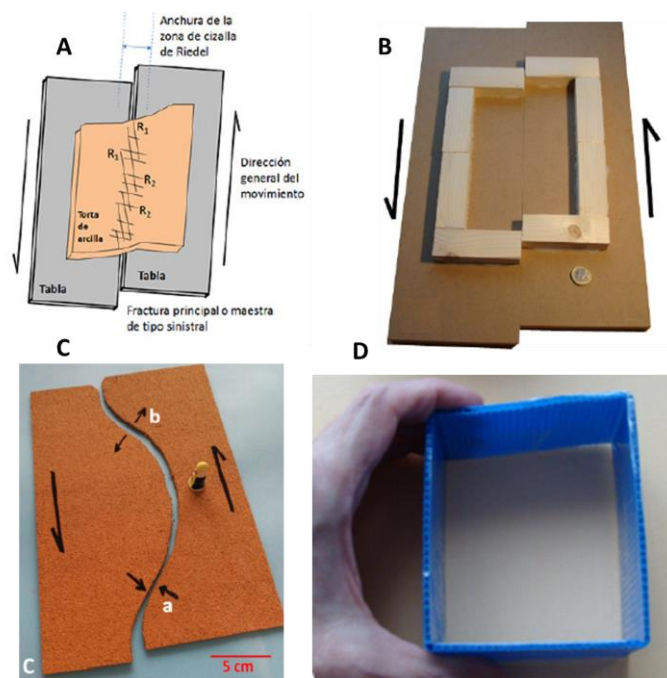
Una de las competencias desarrolladas por el autor, el Dr. Ricardo N. Alonso, es la de la Historia de la Geología, referida especialmente a Argentina y en este momento a toda la América Latina. El presente ensayo nació de una conferencia impartida por el autor en la Universidad de Salamanca (España) en el año 1992. Se desarrolló durante el *Simposio sobre Enseñanza de la Geología* (organizado por el Dr. Francisco Anguita de la Universidad Complutense) en el marco del *III Congreso Geológico de España y VIII Congreso Latinoamericano de Geología*.

Una vez tratados los aspectos orden histórico-epistemológico y sociopolítico de la geología en América Latina, el desarrollo del seminario propone el abordaje de la tectónica de placas, como una de las temáticas derivadas del tiempo geológico como contenido disciplinar. Durante mucho tiempo se creía que la Tierra era el centro del universo conocido, además de ello, se suponía que la Tierra permanecía inmóvil en términos de la configuración geográfica, distribución y ubicación de las masas terrestres. Por supuesto, la génesis del mundo en la cosmovisión y las representaciones cristiano – católicas mantienen, incluso hoy,

la contemplación de la obra de dios terminada, tanto el firmamento como el *edén*; no muy lejanas de esta contemplación se mantienen otras cosmovisiones, las de los pueblos originarios de América y África. Para estos sistemas de creencias, los terremotos, tsunamis, erupciones volcánicas, fenómenos astronómicos, como los eclipses y el paso de cometas, reafirman el poder destructivo y el enojo de los dioses frente a las acciones de los humanos en la Tierra. Los restos fosilizados de reptiles gigantes incrustados en las rocas, así como de plantas y otros organismos como artrópodos de gran tamaño, que presentan ciertas similitudes con los que actualmente existen representaban para algunos, principalmente en Europa, momentos en los que trágicos diluvios arrasaron el pecado de la Tierra o posibles intentos divinos de crear formas de vida. Y, esta es una aproximación inicial, válida para plantear a los estudiantes preguntas acerca de ¿cómo se ha transformado la Tierra a lo largo de millones de años? o ¿cómo dar cuenta de dicha transformación? Para ello se trabajaron los siguientes artículos: Biodiversidad y Tectónica de Placas de Jiménez (2010), Volcanismo y tectónica de placas de López y Cebriá (2015) y Generación de una falla en dirección en el laboratorio como modelo analógico de una falla transformante continental de Pardo (2019). Este último artículo, se consideró para la realización de una práctica de laboratorio en la que simularon diferentes formaciones geológicas específicamente fallas de tipo: normal, inverso, lateral, de plegamiento y extensional.

El trabajo de Pardo (2019), propone generar una falla en dirección, en el laboratorio, para reproducir las estructuras que aparecen asociadas a una falla transformante continental, en el contexto de la tectónica de placas, para lograrlo; plantea el diseño de los siguientes tres montajes (ver Imagen. 3 A, B, C) con los que se pueden reproducir a escala de laboratorio las fallas mencionadas anteriormente .

Imagen 3. Montajes experimentales para la reproducción de fallas geológicas a escala de laboratorio a partir del experimento de Riedel. Tomado y Adaptado de Pardo (2019)



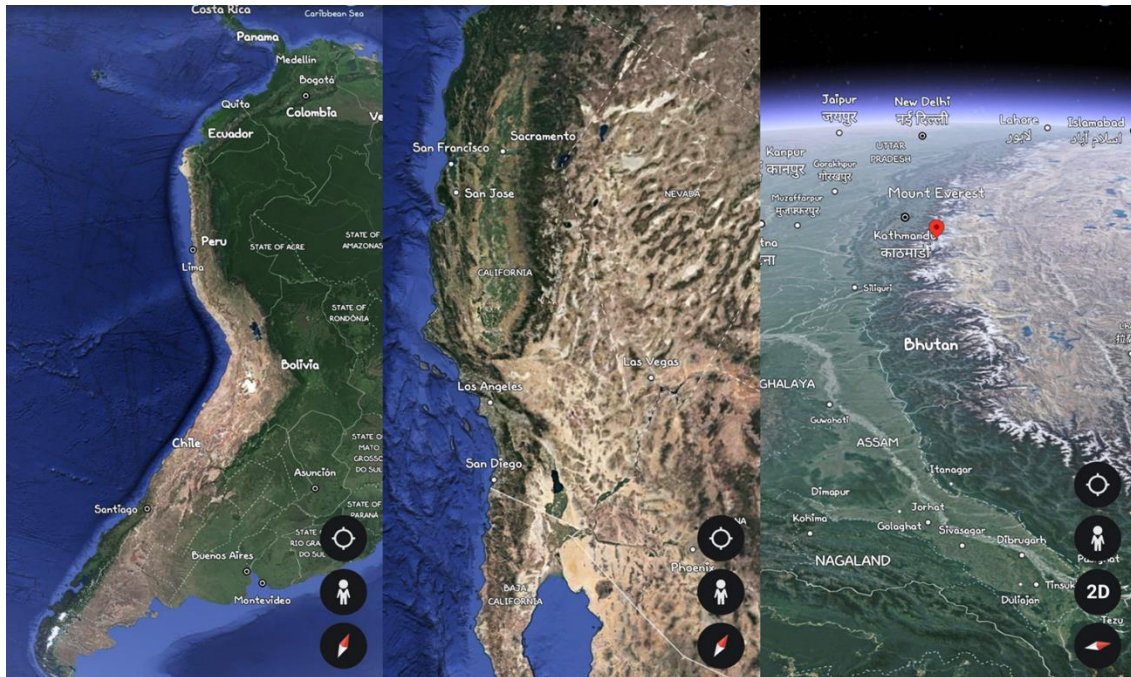
Con base en los montajes experimentales de referencia los estudiantes, en grupos de trabajo, construyeron los suyos a partir de materiales como cartón, madera y balsa. Así mismo, utilizaron tres tipos de material para simular la tierra: harina, yeso y arena, como se observa en la siguiente imagen (ver Imagen. 4). La investigación existente en torno a la didáctica de las ciencias naturales ha contribuido a considerar tanto las prácticas de laboratorio como los trabajos prácticos, fundamentales tanto para el profesorado como para el estudiantado en lo que respecta a la comprensión, construcción y explicación de modelos empleados para intentar mostrar como transcurren los fenómenos o como los postulados subyacen a las teorías científicas. En su justa proporción, es importante no dar por supuesto que, para la comprensión de los contenidos, los estudiantes requieren únicamente las prácticas de laboratorio; en muchas ocasiones los objetivos con los que el maestro o los estudiantes llegan a la práctica de laboratorio no son acordes a lo presupuestado por cada uno; sin embargo, este tipo de actividades contribuye a enriquecer la experiencia consciente de los estudiantes acerca de los fenómenos geológicos.

Imagen 4. Grupo de estudiantes realizando una práctica de laboratorio a partir del experimento de Riedel



Esta práctica de laboratorio, también contó con un espacio en el que se utilizaron aplicaciones móviles como Google Maps y Google Earth, con las cuales los estudiantes identificaron alrededor del mundo las principales placas tectónicas, volcanes, dorsales oceánicas, montañas y todas aquellas formaciones que consideraron interesantes de explorar, y que pueden ser simuladas a partir de los montajes experimentales, estableciendo, además, su posible naturaleza en términos de su formación y origen geológico (ver Imagen. 5). Este tipo de aplicaciones posibilita el reconocimiento en tiempo real de formaciones geográficas como cordilleras, lagos, valles e incluso fallas y volcanes submarinos. Por otra parte, gracias a sus imágenes satelitales, que se actualizan en tiempos relativamente cortos, es posible observar la transformación de los paisajes, principalmente bosques convertidos en zonas destinadas a la ganadería o la agricultura, mediante su tala, incendios o deforestación in situ.

Imagen 5. Algunas formaciones geográficas analizadas por el grupo de estudiantes mediante Google Earth



A estos mismos resultados llegan trabajos como el de Alfaro et al. (2007), quienes reconocen en el uso de Google Earth, siete ventajas, de las cuales se comparte su apreciación en el sentido de que posibilita el reconocimiento y cartografiado de rasgos geológicos a escala regional en cualquier parte del planeta, imposibles de observar en conjunto con otras metodologías clásicas, y la de visualizar zonas de estudio a diferentes escalas de forma sencilla y rápida. Estas observaciones, al igual que la práctica de laboratorio quedaron consignadas en informes de laboratorio, realizados por el grupo de estudiantes y que constituyen un insumo para considerar las explicaciones que realizaron sobre los fenómenos geológicos (ver Imagen. 6), como lo concluye Pardo (2019), referente principal para la realización de la práctica de laboratorio, “los modelos analógicos permiten reproducir, a escala de laboratorio, procesos naturales que suceden en largos periodos de tiempo, esto es, a escala geológica” (p.45). Esta es solo una aproximación a la comprensión del tiempo geológico en la que se abordan temáticas como la de tectónica de placas.

Imagen 6. Informe de laboratorio realizado por un grupo de estudiantes de grado 8°

Informe

Tectónica de Placas

PARTICIPANTES:

- Dairo González
- Antonia Gacabenta
- Giovanni Guía
- Tazobella Castro
- Mayra Camacho

MATERIALES:

- Carton
- Palo de balsa
- Sislur
- Silicona
- Harina
- Arena
- Yeso

TEMA: Estudio general de los desastres y fracturas de las placas tectónicas

Objetivos

General: Analizar la formación de cordilleras que realiza el movimiento de las placas tectónicas

Específicos: Identificar las fracturas de orilla simétrica que forma cada tala perpendicular

Modelar procesos naturales que suceden en largos periodos de tiempo a escala geológica por medio de los movimientos de las placas tectónicas

Distinguir los diferentes movimientos y fracturas que aquellos generan en la tectónica de placas

Palabras clave

- Modelación
- Talas tectónicas
- Talas geológicas
- Movimiento de placas
- Fracturas anastomósicas

MODELACIÓN: Es la necesidad de encontrar un relieve mediado de la realidad objetiva, se materializa y crea

reproduciendo el objeto que se está estudiando; este supone una aproximación intuitiva a la realidad y que tiene por función básica que ayude a comprender la teoría y las leyes

FALLAS TECTÓNICAS:

Se refieren a la formación de la litosfera, la cual es la capa más superficial de la tierra; esta capa se conforma por la parte superior del manto y la corteza, a lo largo del cual se mueven las placas tectónicas que son separadas por ellas. Se pueden clasificar por su orientación y simetría, la mayoría son verticales o subverticales.

FALLAS GEOLÓGICAS:

Con fracturas que ocurren en la corteza de la tierra a lo largo de las cuales se ha producido un desplazamiento apreciable de los rocas adyacentes. El movimiento que ocasiona esta fractura puede ser de dirección horizontal, vertical o incluso ambas. En la acción de la tala es muy fuerte y repentina, se produce un terremoto.

Estas son activas, en este sentido, en el caso de una falla activa, los elementos que están a lo largo de ella, se mueven con el paso del tiempo

MOVIMIENTO DE PLACAS:

Las placas tectónicas se mueven todo el tiempo, dependiendo de como se mueven entre sí, se pueden describir tres tipos de movimientos de placas: la convergencia, las placas se aproximan, la subducción, las placas se separan, y la transformación cuando se deslizan, al igual, sobre sí.


Fallas Inversas Perpendiculares:

Este tipo de falla geológica se genera por compresión horizontal y el movimiento es, principalmente, en el plano de la zona, tiene un ángulo, generalmente, de 30° con respecto a la horizontal. Con embargo, de vez en cuando, en las que estas áreas, varían.

Metodología:

Montaje #1:

1. Se realiza la maqueta con un carton cortado a la mitad con ayuda del bisturí, en el cual a cada lado, se coloca un cuadrado que quede en forma de "U" de forma que al unirse, las dos tablas queden unido correctamente.
2. Se coloca el yeso en el espacio que queda, el cual simulará la roca.
3. Con las manos presionar para compactar el yeso y quedara plano.
4. Se produce un movimiento en dirección entre las placas (cartón), lo cual demuestra como la deformación aumenta y pone en manifiesto las bandas de transpresión (origina fallas o fracturas tectónicas) y transpresión (origina fallas tectónicas que produce elevaciones y hundimientos del terreno).
5. Se pone una moneda para tener una escala de medida.



Demuestra falla de desgaste y muchas fracturas perpendiculares

(hay un punto en el cual se interseccionan dos fracturas)

Montaje #2:

1. Se realiza la maqueta con un carton cortado onduladamente por la mitad
2. Se pone arena encima de los dos cartones y se aplana
3. Luego se hace un movimiento en dirección donde se observa la aparición de las bandas de presión y tensión con obvias levantamientos del terreno y hundimiento (separación del mismo respectivamente)

este montaje demuestra una falla de desgaste

Movimiento de maestra horizontal, se distinguen dos subtipos de fallas, la derecha y la izquierda

Montaje #3:





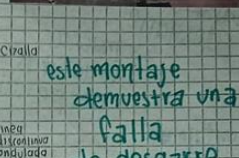
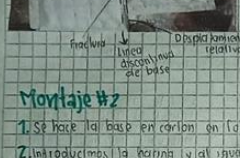
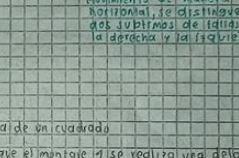
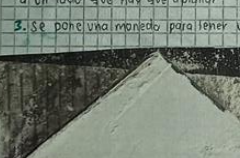

1. Se hace la base en carton en forma de un cuadrado
2. Introducimos la harina y al igual que el montaje 1 se realiza una deformación progresiva, dando lugar a un movimiento en dirección. Sin olvidar no dejar a un lado que hay que aplana.
3. Se pone una moneda para tener una escala de medida.

En este caso no pudimos realizar el ejercicio ya que no teníamos el material adecuado que nos permitiera ver este ejercicio con claridad. Pero viendo el trabajo de nuestros compañeros en este se va mucho mejor y más claro la banda excepcional y condicional (en la cual se van formando cordilleras) más grandes que en los otros montajes)

MONTAJE 1:

En este lugar no se podría construir ya que hay poca humedad que con el tiempo se separe o se una pero ocurren muchas sismos

En este lugar es mejor construir

Otra de las temáticas abordadas en torno al tiempo geológico, considera la aproximación a la estratigrafía y la formación del suelo. De acuerdo con el Servicio Geológico Mexicano, (2017)

La estratigrafía es la rama de la geología que trata del estudio e interpretación, así como de la identificación, descripción y secuencia tanto vertical como horizontal de las rocas estratificadas; también se encarga de la cartografía y correlación de estas unidades de roca, determinando el orden y el momento de los eventos en un tiempo geológico determinado, en la historia de la Tierra.

En este sentido, se analizaron tres tipos de rocas: ígneas, metamórficas y sedimentarias para reconocer los procesos geológicos implicados en su formación, la naturaleza fisicoquímica y composición estructural; esto con el fin de aproximar al grupo de estudiantes a la comprensión de los procesos de sedimentación en los que van quedando los registros de la actividad tanto biológica como antropogénica (ver Imagen. 7).

Imagen 7. Núcleos de roca analizados por el grupo de estudiantes, mediante comparación de resistencia al resquebrajamiento y fricción.



Los estudios sobre el Antropoceno, principalmente aquellos que promueven su formalización mediante principios de estudio geológico, aluden a que gran parte de la evidencia científica para lograr dicha formalización, se puede encontrar en los registros estratigráficos como lo pueden ser pequeñas capas de carbono pertenecientes a la revolución

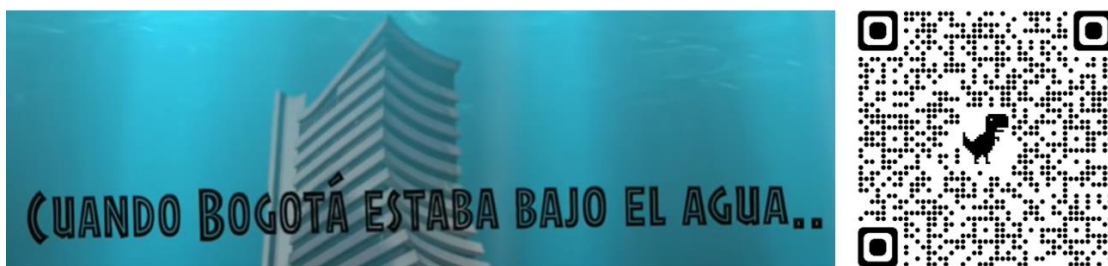
industrial, residuos radiactivos de las pruebas nucleares, polen de especies vegetales exóticas en lugares donde se introdujeron, compuestos nitrogenados pertenecientes a la industria agrícola y últimamente aunque no se han identificado con exactitud, microplásticos derivados de la degradación del plástico vertido principalmente en cuerpos de agua, y que se cree podrían estar ya presentes en el interior de muchos organismos por procesos de bioacumulación. Teniendo esto en cuenta, una formación ecociudadana, concibe ciudadanos que se apropian y aplican el conocimiento científico para la toma de decisiones comunes y no están alejados del lenguaje científico, muchas veces ambiguo con el que se construyen discursos basados en la retórica de quienes se han propuesto minimizar problemáticas socioambientales, como la introducción de nuevos agentes a los ciclos biogeoquímicos. En este sentido, palabras como *contaminación* ya no harían parte de un cúmulo de palabras usadas para acomodar el discurso ambientalista, sino que más bien poseería una connotación científica en tanto que se conocen y comprenden las condiciones por las que un ecosistema, suelo, cuerpo de agua esté verdaderamente contaminado, más allá de la contemplación y la proximidad con la experiencia sensitiva (ver Imagen. 8). En todo caso, como lo afirma Haraway (2016), *el Antropoceno marca graves discontinuidades, lo que viene después no será como lo que vino antes*. Esto quiere decir que, si bien, es posible generar nuevas relaciones con el mundo natural, la composición inicial de lo que en su momento se consideró natural no volverá jamás al menos no en la corta duración de una vida humana (como especie).

Imagen 8. Grupo de estudiantes tomando muestras del suelo de la huerta escolar para posterior análisis fisicoquímico.



Otro de los materiales audiovisuales utilizados en el abordaje del tiempo geológico consistió en un video de divulgación científica del canal *Ciencia Café pa' Sumercé*. Disponible en YouTube, en el que a través de un video llamado “*Cuando Bogotá estaba bajo el agua*”, un grupo de expertos en paleoclimas, geología, ecólogos y biólogos, relatan la historia geológica de la Sabana de Bogotá durante las épocas del Holoceno, Pleistoceno y Cretáceo. Con este material se pretendía mostrar al grupo de estudiantes de que todo lugar en la Tierra contiene una historia natural, que puede ser relatada a partir de la comprensión del tiempo geológico; aquí es importante tener en cuenta las temporalidades con que se hace referencia a los lugares actuales con respecto al pasado geológico; aunque esto constituye más bien un “adecuado” uso del lenguaje técnico en tanto que la proposición “*cuando Bogotá estaba bajo el agua*” hace referencia a un juego de palabras para atraer la atención del espectador, claramente se debe hacer explícito a los estudiantes de que lo que hoy es Bogotá en términos geopolíticos, hace millones de años constituía parte de lo que fue un gran lago del cual existe evidencia estratigráfica y fósil de su existencia, así como de algunos organismos que lo habitaron. A continuación, aparece adjunto un código QR que puede ser escaneado para facilitar el acceso a la visualización del video mientras esté disponible en YouTube (ver Imagen. 9).

Imagen 9. Acceso al video. "Cuando Bogotá estaba bajo el agua".

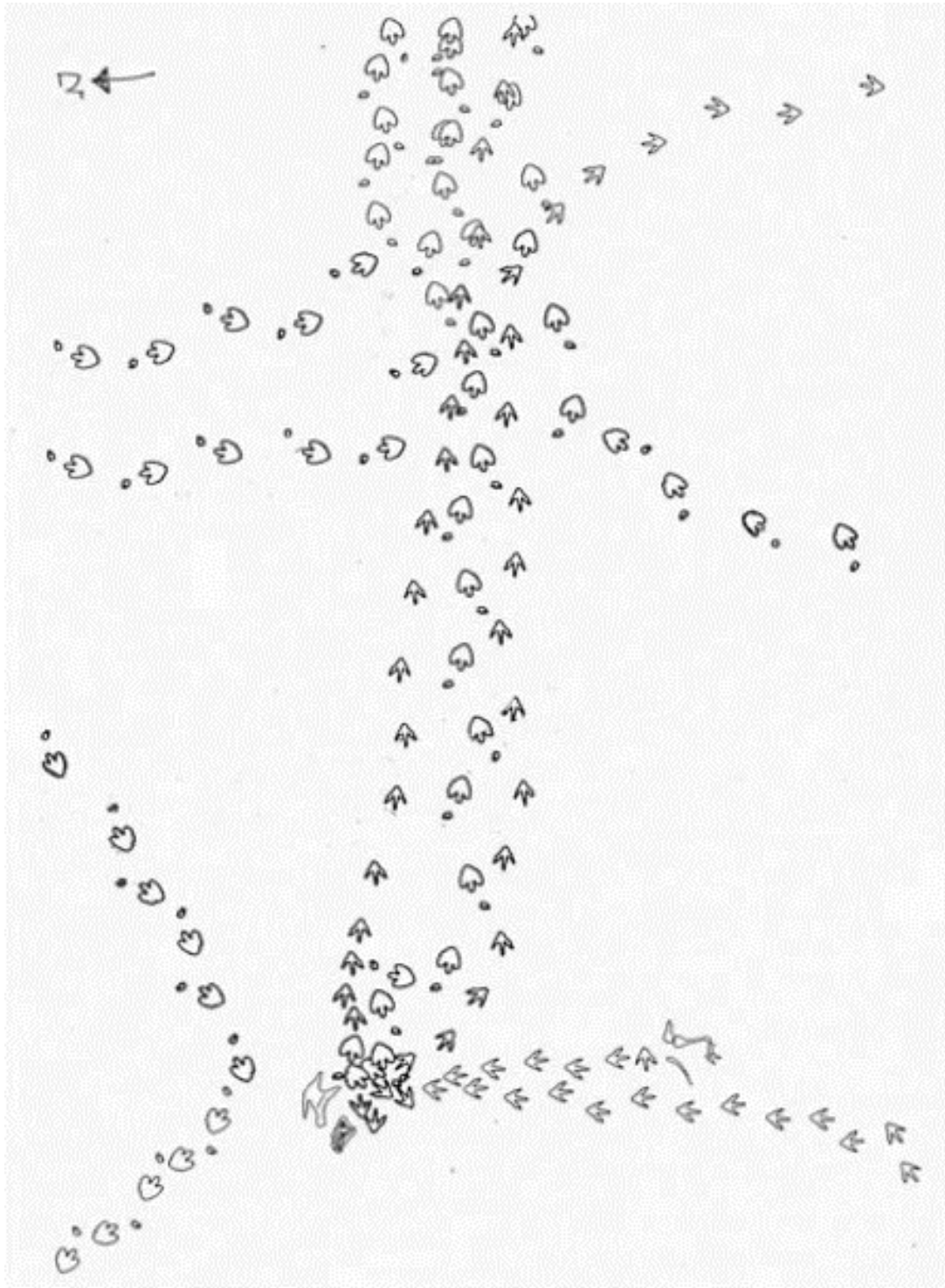


En el análisis que realizó el grupo de estudiantes sobre el video en mención, estuvieron presentes preguntas orientadoras como ¿de qué manera el conocimiento sobre el pasado geológico de los lugares que habitamos, contribuye a la gestión de planes de desarrollo y ordenamiento territorial? ¿por qué es importante la conectividad ecológica entre los humedales de la ciudad de Bogotá? Y, adicional a los movimientos geológicos, ¿cómo se ha transformado la Sabana de Bogotá? Con esta última pregunta se esperaba que el grupo de estudiantes aludiera a procesos de transformación del paisaje mediante procesos de urbanización, entre otros. Así, dicho análisis en relación con la primera pregunta, el grupo de

estudiantes considera respuestas asociadas al conocimiento de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), en los que proponen aspectos como la urbanización que debe tener en cuenta, entre otras cosas la funcionalidad ecosistémica, la armonía con el paisaje y la estructuración sismorresistente adecuada para su construcción. Simultáneamente, con respecto a la pregunta por los humedales de Bogotá, se puede inferir que el grupo de estudiantes posee un conocimiento de tales lugares a partir de la proximidad con la que algunos se encuentran y a partir del reconocimiento de algunas problemáticas como el relleno de estos para la construcción de vías, zonas residenciales o los procesos de eutroficación, acrecentados por la descarga de compuestos nitrificantes de canales y tuberías adyacentes a los humedales

En el tiempo geológico no solo quedan registrados los movimientos de las placas y la conformación del suelo, como parte de su composición y particularmente en el registro fósil, es posible rastrear parte de las dinámicas biológicas y ecológicas de la biodiversidad del pasado en relación con los ecosistemas que en su momento existieron. En otras palabras, mediante el registro fósil se pueden considerar las condiciones que hicieron posible la continuidad de las formas de vida actuales, y a su vez conocer el sistema de relaciones de orden ecológico y climático que constituyen parte de la caracterización de un tiempo geológico particular y a expenso de sus escalas. Se hace necesario entonces, aproximar a los estudiantes a una comprensión de estos elementos a partir de actividades orientadas que involucren abstracciones explicativas sobre los hechos, por supuesto, es claro y más que obvio el supuesto de que no es posible *revivir* organismos extintos para mostrarlos en la clase; sin embargo, es posible recrear o simular posibles interacciones como el tipo de ambiente, e incluso las redes tróficas que sustentaban los flujos de materia y energía del entonces. En este sentido, una de las actividades que desarrolló el grupo de estudiantes tuvo que ver con un juego en el que se debía solucionar un caso relacionado con la depredación; Autores como Sequeiros et al. (1996), han propuesto actividades orientadas para tal fin, como la que se presenta a continuación, en la que el grupo de estudiantes en subgrupos debía analizar las huellas que aparecen en la siguiente imagen y señalar con un trazo el recorrido seguido por cada dinosaurio, en este juego existen preguntas como ¿cuántos dinosaurios herbívoros y cuántos carnívoros han dejado sus huellas? ¿qué les hace correr a unos y a otros? Para finalmente reconstruir la secuencia de acontecimientos y determinar quién se comió al dinosaurio.

Imagen 10. Huellas fósiles (Icnitas) que registran un suceso de depredación. Tomado de Sequeiros et al. (1996)



A continuación, se muestra el desarrollo que realiza un grupo de estudiantes del juego en mención (ver Imagen. 11).

Imagen 11. Solución del juego ¿quién se comió el dinosaurio?, por parte de un grupo de estudiantes

2) Carnívoros (2) herbívoros (5)

3) A los herbívoros (los verdicos) se les hace facil correr para arriba para escapar de los carnívoros que se ocdaban de comer a uno de ellos (los rojos)

4) este es el culpable.
desgraciado.

e correr uno tras otros?

ademas, 1 -> que los carnívoros persigan a los herbívoros
2 -> que los carnívoros los persiguieran Por que tienen hambre
3 -> que los maten por instinto de caza

¿los dinosaurios carnívoros y herbívoros dejaron sus huellas?

entre 4 o 5

¿a de acontecimientos?

herbívoro 1 sobrevivio, el dos escapo muy lastimado y murio por
pues y el 3 murio en el encuentro de el carnívoro con los

1, 3, 4 y 5 no hicieron mucho pero el 2 corrio para
herbívoro 1 y se encontro con los demas (2 y 3) = h.

¿si se como al dinosaurio?

¿dinosaurio del medio en nuestra hoja el carnívoro #2

Este juego constituye a su vez el abordaje de temas disciplinares como es el proceso de fosilización. Los fósiles son los registros de “restos” de organismos que existieron hace miles o millones de años; es decir que vivieron en otra época geológica. La fosilización es un proceso natural que ocurre de manera casi imperceptible y requiere de condiciones muy específicas, los registros fósiles *cuentan* una parte importante de la historia natural del planeta Tierra, no cuentan toda la historia porque el registro fósil es incompleto, ya que no todos los organismos llegan a fosilizarse. La fosilización de organismos particulares como bacterias e insectos en ámbar es realmente una excepcionalidad (ver Imagen. 12).

Imagen 12. Representación del proceso de fosilización de un Ammonite. Tomado de Adamonis y Concheyro (2007)

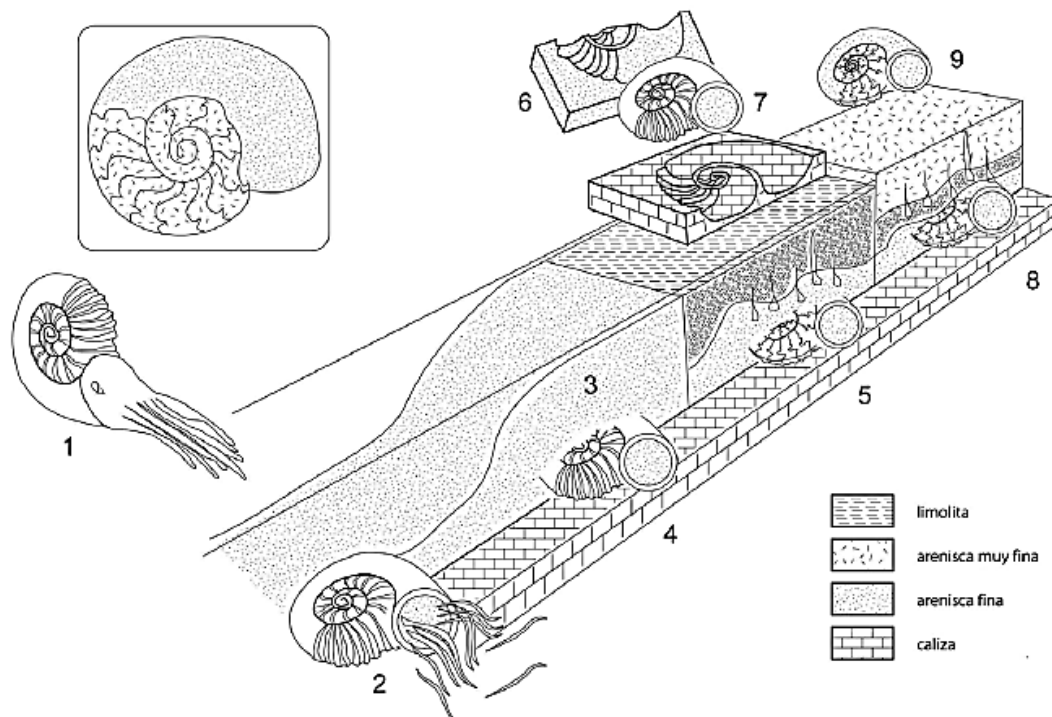


Figura 2. 11. 1. amonite vivo, dentro de su conchilla calcárea; 2. amonite muerto, apoyado sobre el sedimento del fondo. Las partes blandas del organismo inician su descomposición; 3. los sedimentos se acumulan sobre el fósil en proceso de formación. 4. la parte interna de la conchilla se rellena con sedimento, la conchilla y el sedimento comienzan a diagenizarse, se genera un molde interno; 5. la acidez del medio destruye la conchilla disolviéndola y permite observar el molde interno del amonite; 6. formación de un molde externo; 7. conservación de la conchilla calcárea o preservación de partes duras; 8. reemplazo de la conchilla por soluciones inorgánicas de variada composición, ejemplo: yeso, dando lugar a un molde secundario; 9. preservación del molde compuesto.

Según el Museo de la Plata (2022), la presencia de fósiles indica, no sólo los cambios dentro de los grupos de animales y plantas, sino también las modificaciones naturales del paisaje a través de buena parte de los aproximadamente 4.500 millones de años que tiene de edad el planeta Tierra. Es así como en 1830 Henry De la Beche realizó una famosa acuarela llamada *Duria Antiquior*, que es la primera representación pictórica de una escena de la vida prehistórica basada en evidencia fósil, registrada por Mary Anning, la primera paleontóloga reconocida en Inglaterra (ver Imagen. 13). Como ya se ha mencionado, el proceso de fosilización no es perceptible a simple vista y ocurre en largos periodos de tiempo; aun así, existen registros fotográficos que pueden ilustrar parte del proceso, toda vez que cuente con la correspondiente explicación por el profesorado como en la Imagen 14, en la que el fotógrafo Peruanik realiza una fotografía de un puma, del cual se cree que mediante procesos de sedimentación sobre su cuerpo podría constituir parte del proceso de fosilización del organismo. En síntesis, la fotografía muestra el posible proceso inicial de fosilización de un felino cuyo cuerpo se ira cubriendo de sedimentos conforme pasa el tiempo y las corrientes de agua los vayan depositando sobre el cadáver.

Imagen 13. “*Duria Antiquior*”. Representación pictórica de una escena de la vida prehistórica basada en evidencia fósil.

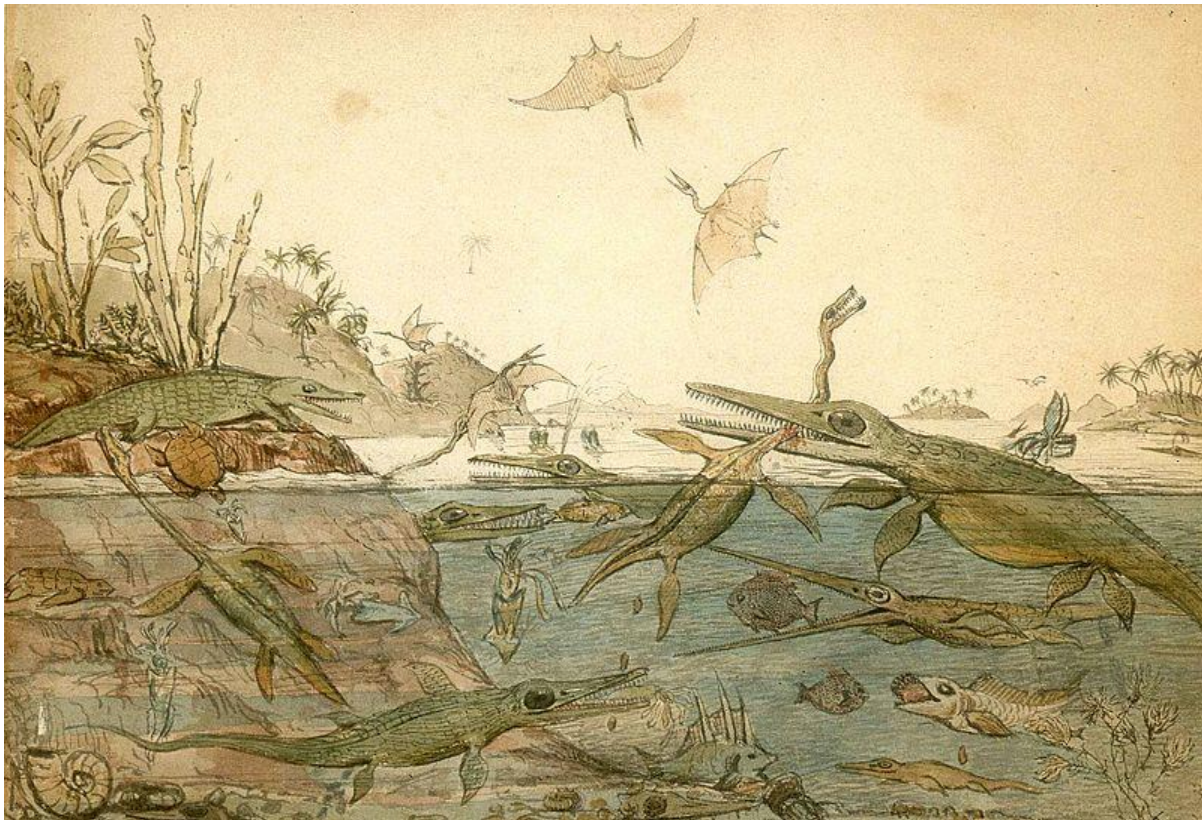


Imagen 14. Posible proceso inicial de fosilización de un felino. Tomado de Peruanik y National Geographic (2021)



Abordar los procesos biológicos y ecológicos implicados en la fosilización, permite enganchar con un tema recurrente en el debate por las evidencias que podrían considerarse como suficientes para dar cuenta del Antropoceno como una época geológica. Para científicos como Waters et al. (2016)

Los depósitos antropogénicos recientes contienen nuevos minerales y tipos de rocas, lo que refleja la rápida diseminación mundial de nuevos materiales, incluidos el aluminio, el hormigón y los plásticos que forman abundantes "tecnofósiles" que evolucionan rápidamente (p.137).

Anteriormente, se ha insistido en que las condiciones del medio en el que se posibilita la formación de un fósil son bastante específicas; estos fósiles, a su vez, son el registro y constituyen la evidencia científica de la existencia de formas de vida, recordando además que las huellas e incluso las éses (coprolitos) de tales formas de vida son consideradas parte de dicha evidencia. Entonces, el término "tecnofósil" denota la analogía asociada a aquellos artefactos construidos por los humanos: como los celulares, los computadores, cepillos de dientes y principalmente el plástico, así como el conjunto de los demás materiales

implicados en su fabricación masiva y que inevitablemente ya hacen parte del registro estratigráfico de la actividad humana. Al igual que los organismos fosilizados, los tecnofósiles se encuentran en estratos cubiertos por procesos de sedimentación; dada la composición química de muchos artefactos, les permite poseer cierta resistencia a la degradación química y física, y esto permite pensar que tras miles o millones de años pasarían por un proceso *análogo* de fosilización. A continuación, se muestran algunas imágenes de materiales y artículos considerados como tecnofósiles, tomados de referentes como Astibia (2012), quienes consideran para España algunos registros estratigráficos de orden antropogénico, asociados con la actividad industrial metalúrgica y de concretos. (ver Imagen. 15)

Imagen 15. Tecnofósiles y sedimento de origen industrial. Tomado de Astibia (2012)

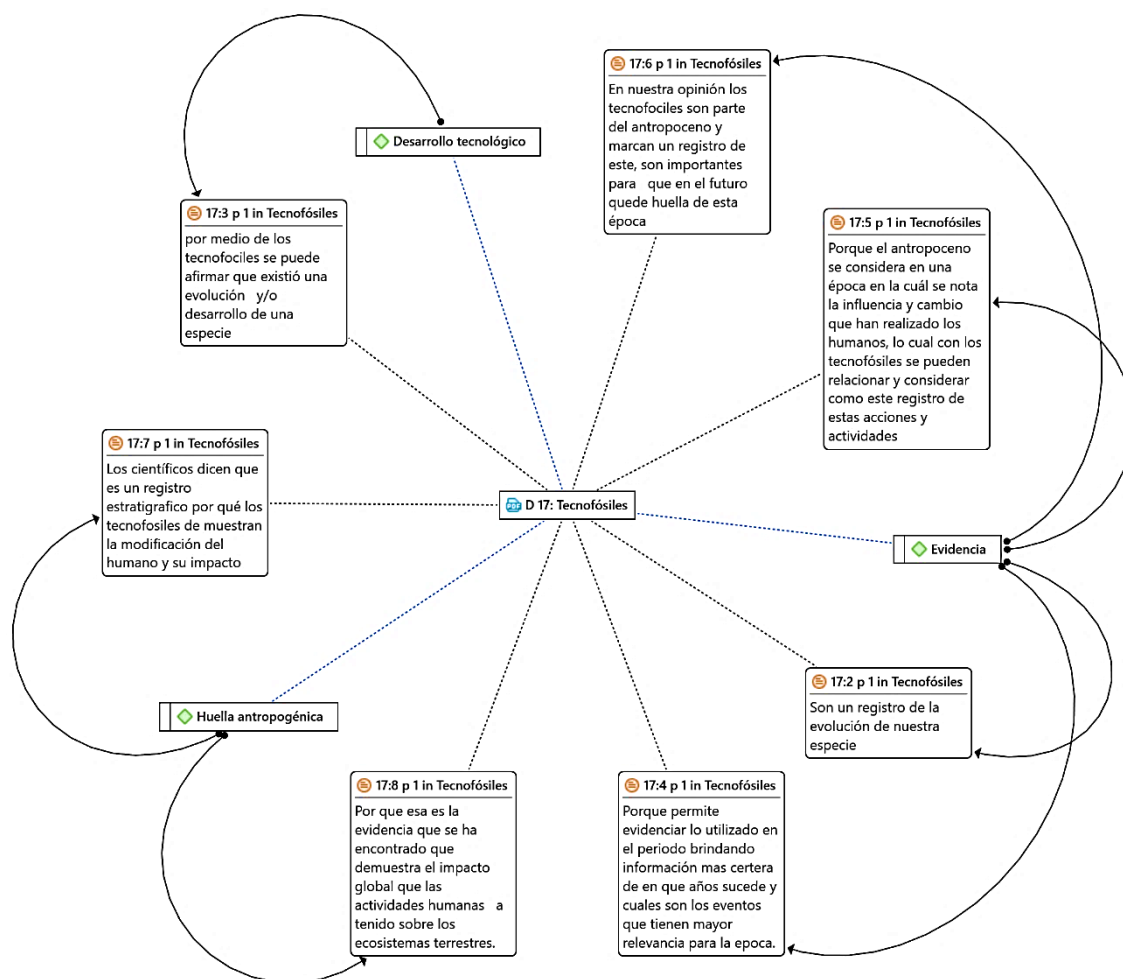


Fig. 2. A, Aspecto de la cala de Tunelboka, junto a Punta Galea (Getxo, Bizkaia), donde puede observarse el grueso acúmulo de sedimentos de origen industrial que forma la playa cementada, en discordancia angular con los estratos del Eoceno de los acantilados. B, Areniscas con estratificación cruzada y algunos niveles de cantos de la parte alta de la serie industrial de Tunelboka. En segundo plano, las capas de origen marino profundo del Eoceno. C) Areniscas y niveles de cantos en la parte media-superior de los depósitos antrópicos en la playa de Gorrondatxe (Getxo, Bizkaia). Hace años que los aportes de escombros industriales cesaron y las olas van erosionado estos depósitos, habiéndose formado un lecho más reciente, compuesto principalmente por cantos rodados de tonalidades más claras de roca eocénica. D) Detalle de un nivel conglomerático en la mitad inferior de la misma serie sedimentaria, donde pueden observarse numerosos fragmentos de escorias y ladrillos, así como también algún que otro canto proveniente de la erosión de los materiales del Eoceno. (Fotografías del autor).

A partir de esta analogía de los tecnofósiles en relación con los procesos de fosilización natural, con el grupo de estudiantes se abordó la pregunta orientadora ¿por qué algunos científicos proponen que los tecnofósiles se pueden considerar como un registro estratigráfico para formalizar el Antropoceno como una época geológica? Las respuestas a esta pregunta (ver Anexo. 7) se lograron condensar en la siguiente red (ver Figura. 9), desde la cual se puede inferir que las comprensiones que tienen los estudiantes sobre los tecnofósiles, radican en la consideración de aspectos como el desarrollo tecnológico, las evidencias usadas por científicos que estudian el suelo y la huella antropogénica que podría estar relacionada con dicho desarrollo, en tanto que existe una constante fabricación de artículos que constituye un problema de sobreproducción de dimensiones casi incalculables, al punto de que las creaciones humanas superan la biomasa terrestre, como lo afirman los estudios de Elhacham et al. (2020)

La faz de la Tierra en el siglo XXI se ve afectada de una forma sin precedentes por las actividades humanas la producción y acumulación de objetos hechos por el hombre, dadas las limitaciones de la cognición humana frente a la inmensidad del globo y la aparente infinitud del mundo natural. (p.1)

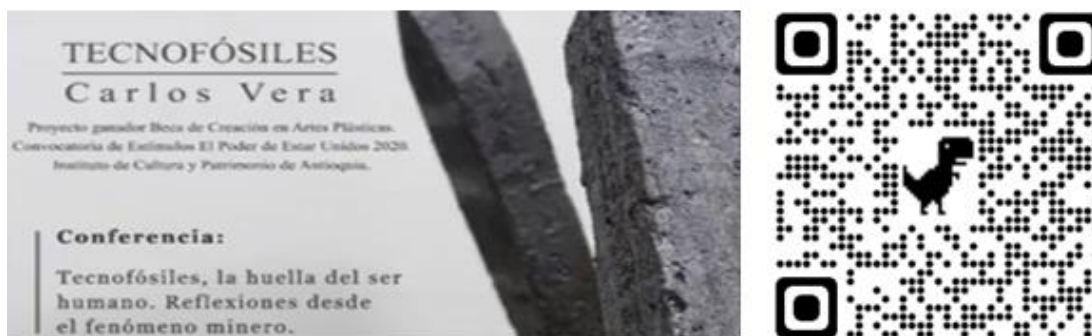
Figura 9. Comprensión del grupo de estudiantes acerca de los tecnofósiles



Tanto los estudios como las reflexiones que centran su mirada en los tecnofósiles, insisten en que la especie humana al igual que muchas otras dejan su *huella*, como lo pueden hacer las colonias bacterianas o como en su momento lo hicieron los primeros organismos fotosintéticos que transformaron la anoxigénica atmósfera primitiva, y que representa para la historia natural del planeta Tierra, uno de los eventos de extinción más significativos, principalmente de formas de vida marina. En todo caso, lo que se considere como huella humana debe ser repensado más allá de las implicaciones biológicas a las que haya lugar o de las narrativas sobre la necesidad y el interés por el consumismo; puesto que la problemática puede tener sus orígenes en fuertes planteamientos ideológicos. Es a partir de este planteamiento que se presenta a los estudiantes la conferencia “Tecnofósiles, la huella del ser humano. Reflexiones desde el fenómeno minero” de expositor Carlos Vera y Organizada por el Instituto de Cultura y Patrimonio de Antioquia, con la que se pretendía profundizar en aspectos como el consumismo y la naturaleza fisicoquímica de los productos de uso diario,

tanto los necesarios como los innecesarios a consideración del mismo grupo de estudiantes, A continuación, aparece adjunto un código QR que puede ser escaneado para facilitar el acceso a la visualización de dicha conferencia mientras esté disponible en YouTube. (ver Imagen 16)

Imagen 16. Acceso a la conferencia. “Tecnofósiles, la huella del ser humano. Reflexiones desde el fenómeno minero”



En la siguiente imagen, se pueden observar los tecnofósiles de izquierda a derecha: control de consola, casete y disquete, de algunos de los artículos propuestos por los estudiantes que, a su consideración, han sido producidos en masa para posteriormente ser depositados en botaderos y/o que han sido transportados por el agua hasta alcanzar un lugar en el que se van cubriendo por sedimentos. (ver Imagen. 17) Si bien no se “fossilizan” igual que un organismo, son artículos que van quedando guardados como registros estratigráficos de la actividad humana, al presentar lentos procesos de degradación fisicoquímica; por lo tanto, son objetos extraños a los procesos naturales de descomposición y transformación material, y distantes de los registros de otras especies. Para Zalasiewicz et al. (2014)

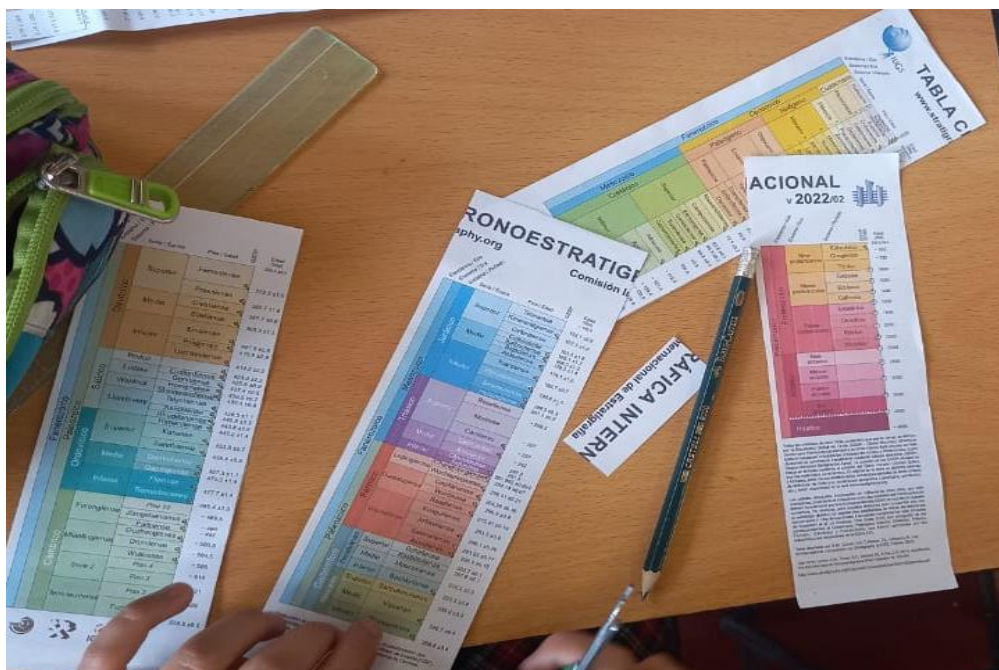
Los seres humanos, por el contrario, producen artefactos a partir de materiales que son muy raros o desconocidos en la naturaleza como el Vanadio y el Molibdeno. Existe una amplia variedad de minerales novedosos, como el nitruro de boro, el carburo de tungsteno y los "mineraloides", como los vidrios y plásticos artificiales. Estos materiales aumentan cada vez más.

Imagen 17. Tecnofósiles comunes considerados por algunos estudiantes



Finalmente, en términos del abordaje del tiempo geológico, para comprender el Antropoceno, es necesario que el estudiantado sea consciente de la forma en que la geología establece las escalas cronoestratigráficas, que dan lugar al establecimiento colectivo de un tiempo particular; en el sentido de que no es una decisión que se tome al azar o de manera arbitraria, por el contrario, constituye el esfuerzo y trabajo investigativo de comunidades científicas que aprueban y validan sus aportes a partir de un proceso de socialización y demostración, sin olvidar que dicho proceso es a su vez un acto político de participación. Desde esta perspectiva, el grupo de estudiantes desarrolló un taller en el que identificaron entre otras cosas, la duración de algunos eones, eras, periodos y épocas, a partir de la información que lograron extraer de la Tabla Cronoestratigráfica Internacional, elaborada por la Comisión Internacional de Estratigrafía. (ver Imagen. 18)

Imagen 18. Construcción de una tabla cronoestratigráfica



Como ya se ha hecho referencia, el abordaje del tiempo geológico es complejo sobre todo por el alcance de las abstracciones y explicaciones de hechos que no suceden en escalas de tiempo relativamente corto y controlables, de ahí su derivado semántico de *tiempo profundo*. De modo que, sería ambicioso suponer o llegar a afirmar que la enseñanza y principalmente el aprendizaje de un contenido de tal envergadura ontológica y disciplinar se llegue a comprender por completo; aun así, se pueden conocer de primera mano las explicaciones, descripciones e intereses que surgen por parte del grupo de estudiantes por indagar y enunciar posibles formas de comprender y significar el mundo natural y social. Es el Antropoceno una oportunidad para hacerlo.

Resultados y análisis asociados al contenido disciplinar: Extinciones

En el verano de 1914, la última Paloma migratoria falleció en un zoo de Cincinnati y ponía con ello punto final a la historia de una especie (Ectopistes migratorius) que había alcanzado billones de ejemplares en su momento de esplendor.

(Arias, M. 2018)

Las extinciones son procesos naturales que ocurren a lo largo de la historia natural del planeta Tierra, corresponden al evento en el que todos los individuos de una especie mueren, quienes están a favor de la formalización del Antropoceno, ponen en la retina de la discusión científica el hecho de que en la actualidad algunas actividades humanas constituyen el principal motor de la pérdida de biodiversidad a escala planetaria. Se ha considerado que la extinción antropogénica es una de las características que subyacen al Antropoceno, dado que en la actualidad existe un listado amplio de diversos ordenes taxonómicos que presentan una disminución considerable de sus poblaciones, y en el caso más crítico especies consideradas como extintas. Los factores asociados a los procesos de extinción son diversos: caza, degradación del hábitat, cambio climático, especies invasoras, tráfico ilegal, introducción de agentes contaminantes, entre otros; esto ocurre tanto a niveles macro como micro, los suelos, de acuerdo con los trabajos recientes de referentes como Rockström et al. (2009), Steffen, Persson, et al (2011) y Steffen et al. (2015) presentan alteraciones en el mantenimiento de los ciclos biogeoquímicos del Nitrógeno y del Fósforo dada la carga de agregados provenientes de industrias como la agricultura, aunque también se hace referencia a compuestos asociados a la aspersion de insecticidas, herbicidas, fungicidas e incluso

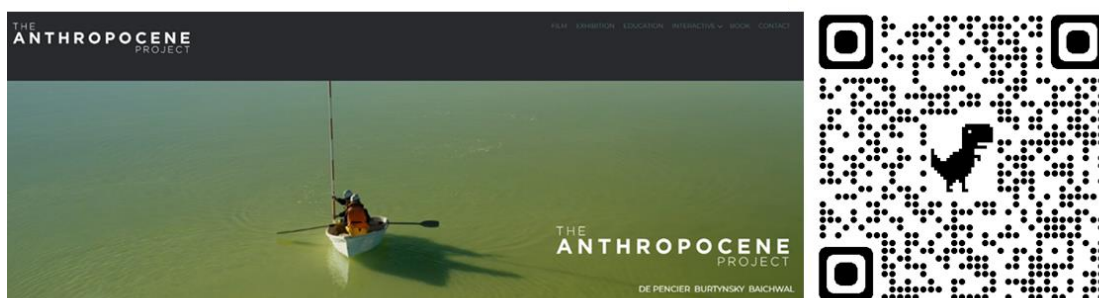
contaminación radiactiva o elementos pesados de la industria metalúrgica, por lo que existen en la actualidad suelos que se han considerado biológicamente inviables, incluso para el mantenimiento de formas de vida microbiana.

Lo anterior sirve como telón de fondo para abordar el Antropoceno desde una perspectiva disciplinar en la que la CSC *¿los acontecimientos asociados al Antropoceno ponen en riesgo la continuidad de las formas de vida en el planeta Tierra?*, constituye el eje didáctico desde el cual se articulan las extinciones de orden natural y antropogénico, como otro de los contenidos disciplinares para aproximar a los estudiantes a la comprensión del Antropoceno. En concordancia con lo planteado, esta parte del seminario propuso el tratamiento de dos tipos de extinción: natural y antropogénica, tomando como base algunos aportes en términos audiovisuales del trabajo que realizan Nicholas de Pencier, Edward Burtynsky y Jennifer Baichwal, llamado “The Anthropocene Project”, de acuerdo con su página web:

Este es un cuerpo de trabajo multidisciplinario que combina documentales, fotografía de bellas artes, cine, realidad virtual, realidad aumentada e investigación científica para investigar la influencia humana en el estado, la dinámica y el futuro de la Tierra. Diseñado para abrir una exploración única y complementaria de ubicaciones, ideas y temas, el video de 360° y la realidad virtual cinematográfica, tienen como objetivo crear experiencias que literalmente lleven a los espectadores a las realidades del Antropoceno (De pencier et al., 2018).

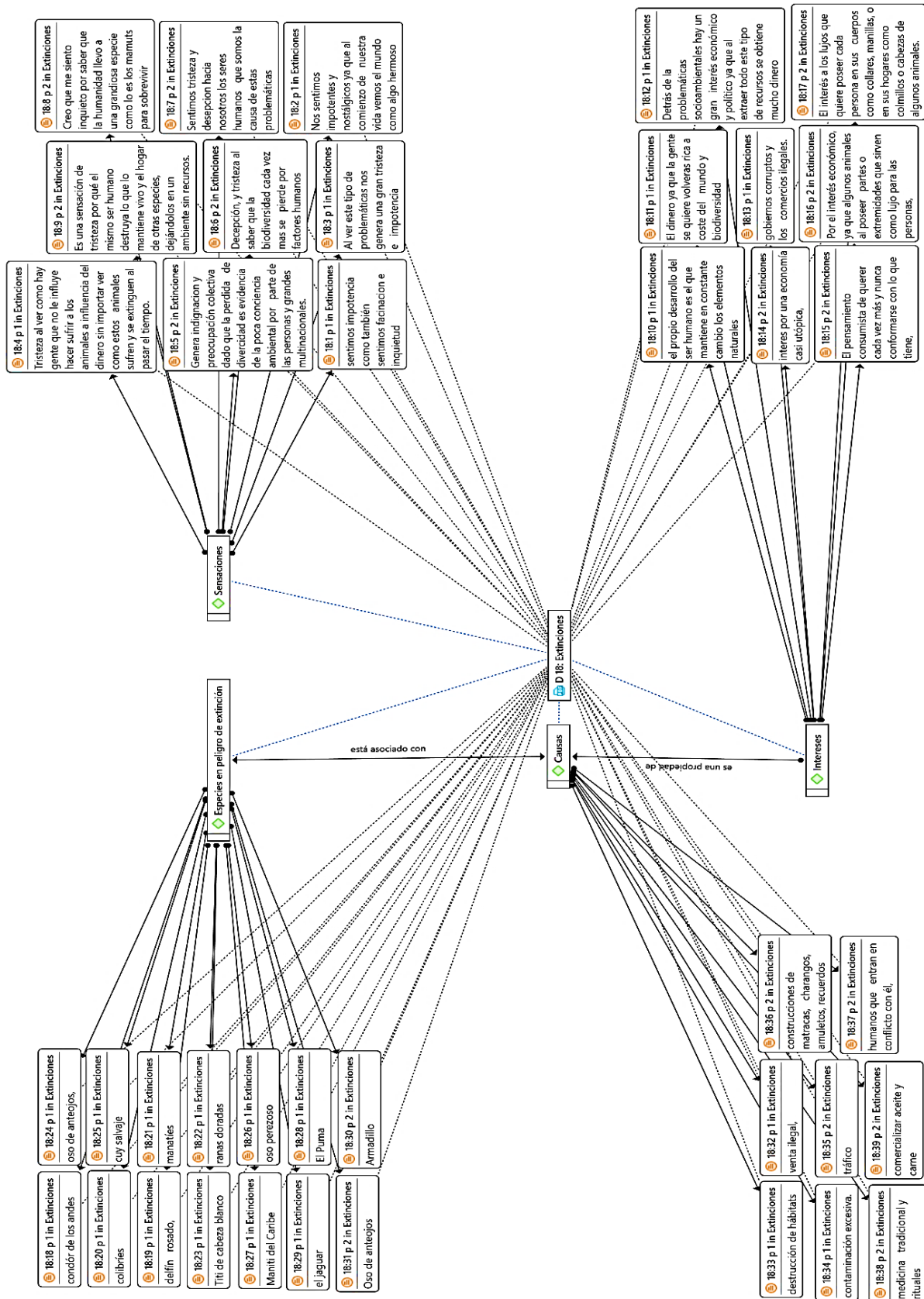
En la siguiente imagen se encuentra un código QR que puede ser escaneado para acceder a la página oficial del proyecto, mientras esté disponible el sitio web. (ver Imagen.19)

Imagen 19. Acceso a la página web *The Anthropocene Project*.



Por su parte el grupo de estudiantes, en subgrupos observaron el video disponible en 360° denominado “Quema de marfil” teniendo como referentes las preguntas orientadoras ¿qué sensación siente al observar la problemática?, ¿qué intereses cree que movilizan la pérdida de biodiversidad a nivel mundial y en Colombia?, ¿cuáles son las especies con mayor peligro de extinción y cuáles son las causas? Las respuestas a estas preguntas se pueden categorizar en tres aspectos: emotivos, caracterizados por las sensaciones que surgen en los estudiantes al observar el video, descriptivos, al reconocer las causas por las cuales las especies que mencionan se encuentran en peligro de extinción, y enunciativos en tanto que proponen el tipo de intereses que movilizan la pérdida de biodiversidad. La siguiente red (ver Figura. 10) muestra los aspectos a los que se hace referencia anteriormente y derivan de lo que enuncian el grupo de estudiantes a partir de las preguntas orientadoras. (ver. Anexo 5)

Figura 10. Aspectos emergentes del abordaje de las extinciones de tipo antropogénico



Las extinciones son un tema llamativo para la mayoría de los estudiantes, quizá por la carga emotiva que genera el reconocer en otros seres la posibilidad de un fin colectivo,

posiblemente, es un interés motivado en parte por la industria cinematográfica de la cual se pueden rastrear dos tendencias: aquellas extinciones que están asociadas a fenómenos naturales como el impacto de cuerpos extraterrestres, actividad sísmica y volcánica, inundaciones, ente otros. Por otra parte, existe una tendencia que asocia dichas extinciones a causas estrictamente antropogénicas, esta última crea en el imaginario colectivo la idea de que la humanidad es un agente naturalmente egoísta y destructivo y, por lo tanto, un ser extraño a lo comúnmente considerado como natural; esta idea es enriquecida por lo aportes culturales e ideológicos fundamentados en la superioridad humana con respecto a las demás especies. Surge entonces, el catastrofismo y el ecofascismo como dos corrientes de pensamiento desde las que se enuncian los argumentos empleados en los discursos que versan sobre la crisis socioambiental.

Estas dos corrientes se deben superar puesto que podrían generar en los estudiantes posicionamientos radicales de odio hacia la especie humana e incluso hacia otras especies por motivos relacionados con su valoración estética. Para superar dichas corrientes, en la comprensión sobre el Antropoceno se puede optar por referentes ya mencionados anteriormente como Maris (2018), quien propone que

La idea de que los seres humanos pueden ser agentes geológicos se refiere a la humanidad como especie. El comportamiento de los individuos o de grupos pequeños no tiene la capacidad de interferir en los grandes procesos geológicos (p.129).

En este sentido, es claro que el abordaje de las extinciones como un contenido científico, requiere un conocimiento disciplinar, biológico y ecológico asociado a las causas naturales en las que la influencia humana nada tiene que ver, como las ocurridas en los periodos: Ordovícico, Devónico, Pérmico, Triásico y la más reciente y famosa la del periodo Cretácico, en la que se extinguió casi el 75% de las formas de vida incluyendo los dinosaurios. En cambio, cuando se tratan las extinciones de orden antropogénico es cuando se deben precisar y generar las condiciones propicias para evitar en lo posible comprensiones asociadas a las corrientes de pensamiento mencionadas anteriormente, primero porque éticamente no son viables para la comprensión de la crisis socioambiental y segundo porque desvían la intención didáctica de la formación científica, al cerrar la posibilidad de construir una dialéctica sobre las relaciones establecidas entre el mundo natural y social.

Desde esta perspectiva el abordaje de las extinciones antropogénicas contó con los aportes teóricos de referentes como Beinart (2014), que posibilitan reflexiones sobre la naturaleza, la diversidad y la biodiversidad cultural, así como de las causas profundas e históricas que dan lugar a asuntos de orden social, y que influyen en la dinámica de los sistemas naturales y la biosfera.

Resultados y análisis asociados al contenido disciplinar: Transformación del paisaje natural.

“Los extractivismos se diversificaron y se convirtieron en componentes centrales de las estrategias de desarrollo que defienden gobiernos latinoamericanos desde distintas opciones políticas, y junto a ello se han multiplicado los conflictos ciudadanos.”

(Gudynas, E. 2015)

En este trabajo de grado, se comparte la idea de Pengue y Fal (2021) de que el sostenimiento de la economía capitalista, su crecimiento y expansión han venido de la mano de un aprovechamiento desmesurado a escala global, regional y local de recursos naturales, degradación ambiental y explotación laboral. Esta idea, constituye a su vez la perspectiva desde la cual se aborda la CSC *¿La transformación de los ecosistemas debida a las actividades humanas justifica que los científicos propongan el concepto Antropoceno?*, con el fin de abordar la transformación del paisaje natural como otro de los contenidos disciplinares propuestos para aproximar a los estudiantes a una comprensión sobre el Antropoceno y contribuir a la formación de una ecociudadanía, resiliente, ética y políticamente participativa en las dinámicas de orden socioambiental.

En este orden de ideas, desde la construcción del seminario, se propone abordar la transformación del paisaje natural a partir de la visita virtual de algunos museos; así, el grupo de estudiantes realizaron un recorrido por la exposición virtual “Antropoceno Arte y Biodiversidad en Escenarios Periurbanos” del Museo de la Ciencia y el Agua. Para realizar dicho recorrido, los estudiantes tuvieron en cuenta las preguntas orientadoras: ¿cuál podría ser la intención de los expositores con la obra?, ¿cuál de las salas les llamó más la atención y por qué?, ¿qué relación podría existir entre el arte, la biodiversidad y el Antropoceno? y ¿de qué manera los museos contribuyen a la comprensión del Antropoceno? (ver Anexo. 6)

A continuación, aparece adjunto un código QR que puede ser escaneado para facilitar el acceso a la visualización de la exposición virtual mientras esté disponible en la plataforma del Museo de la Ciencia y el Agua (ver Imagen. 20).

Imagen 20. Acceso a la exposición virtual Antropoceno Arte y Biodiversidad en Escenarios Periurbanos



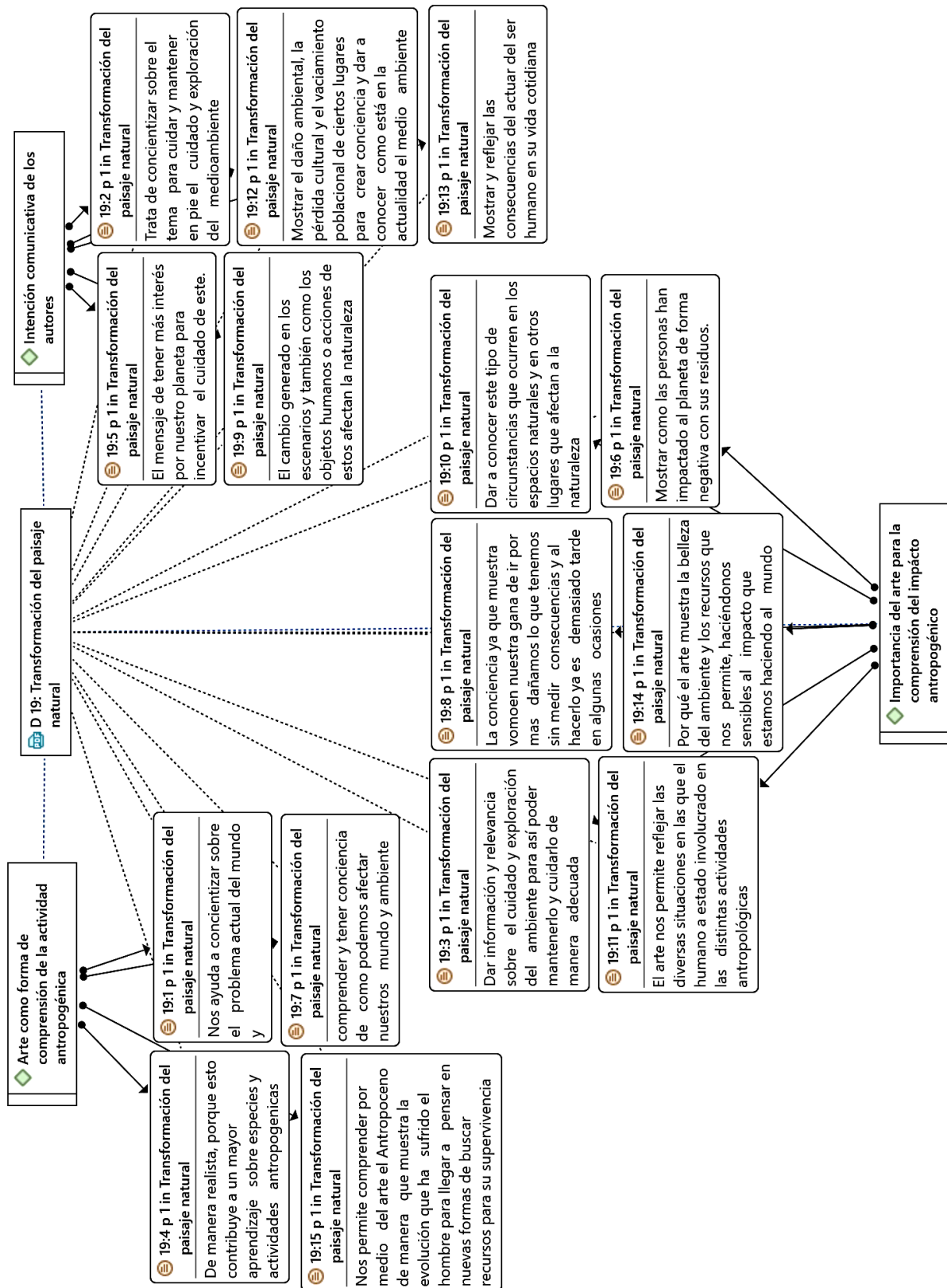
Así mismo, el grupo de estudiantes analizó las obras de Juan Duran; tales obras hicieron parte de una exposición temporal del Museo Nacional de Colombia, titulada: “Paisajes de Buenaventura, arte, vida y resistencias” (ver. Imagen. 21).

Imagen 21. Paisajes residuales y Arqueología de la opulencia. Obras de Juan Duran (2019)



Dicho análisis estuvo guiado por preguntas orientadoras como ¿de qué manera el arte nos permite comprender el impacto de las actividades antropogénicas?, ¿qué sensaciones les suscitan las obras?, ¿cuál podría ser el mensaje que intenta dar el expositor con sus obras? y ¿cuál es la importancia de este tipo de obras? Las respuestas a dichas preguntas resultan en reflexiones que realiza el grupo de estudiantes en torno a la transformación del paisaje, a partir de las actividades antropogénicas, particularmente aquellas relacionadas con procesos extractivistas; así mismo, dichas reflexiones versan sobre unas particulares formas de comprender la crisis socioambiental a partir del arte como una forma de expresión y comunicación (ver. Figura 11).

Figura 11. Arte como forma de comprender la transformación del paisaje natural.



Otra de las actividades realizadas en el marco de este contenido disciplinar, estuvo centrada en el montaje de un museo con una exposición itinerante y temporal llamada: “Hibridación sicionatural” en la cual, a través de pinturas, el grupo de estudiantes mostraba a la comunidad educativa del Colegio Santa Luisa la manera en que las transformaciones del paisaje natural se relacionan con dimensiones sociales y culturales; para ello tuvieron en cuenta el trabajo realizado por Ayestarán, (2012), en donde hace una descripción sobre el concepto de *noosfera* y el libro *Colombia compleja* de Carrizosa (2014).

El diccionario de la Real Academia Española (RAE) posee cuatro conceptos para definir el término “museo”. Etimológicamente, proviene del lat. *musēum* “lugar consagrado a las musas”, “edificio dedicado al estudio” y del griego *Μουσείον Mouseion*. “Templo de musas” RAE (2022). Mediante una corta unificación de dichos conceptos, se puede considerar que el museo es un lugar o institución que adquiere, conserva, estudia y expone al público objetos de interés cultural y que pueden atraer el interés del público con distintos tipos de fines, educativos, culturales, turísticos, entre otros. Sin embargo, estos conceptos pueden ser una aproximación un poco instrumental y reduccionista, cuando los objetos y el mismo museo se limitan al consumo visual, ¿qué de educativo se encuentra en un museo?, ¿qué de la cultura se interioriza o exterioriza al contemplar una obra?, ¿de qué da cuenta la obra? Son solo algunas de las preguntas que se pueden plantear para propiciar temas o controversias que resulten pertinentes de tratar.

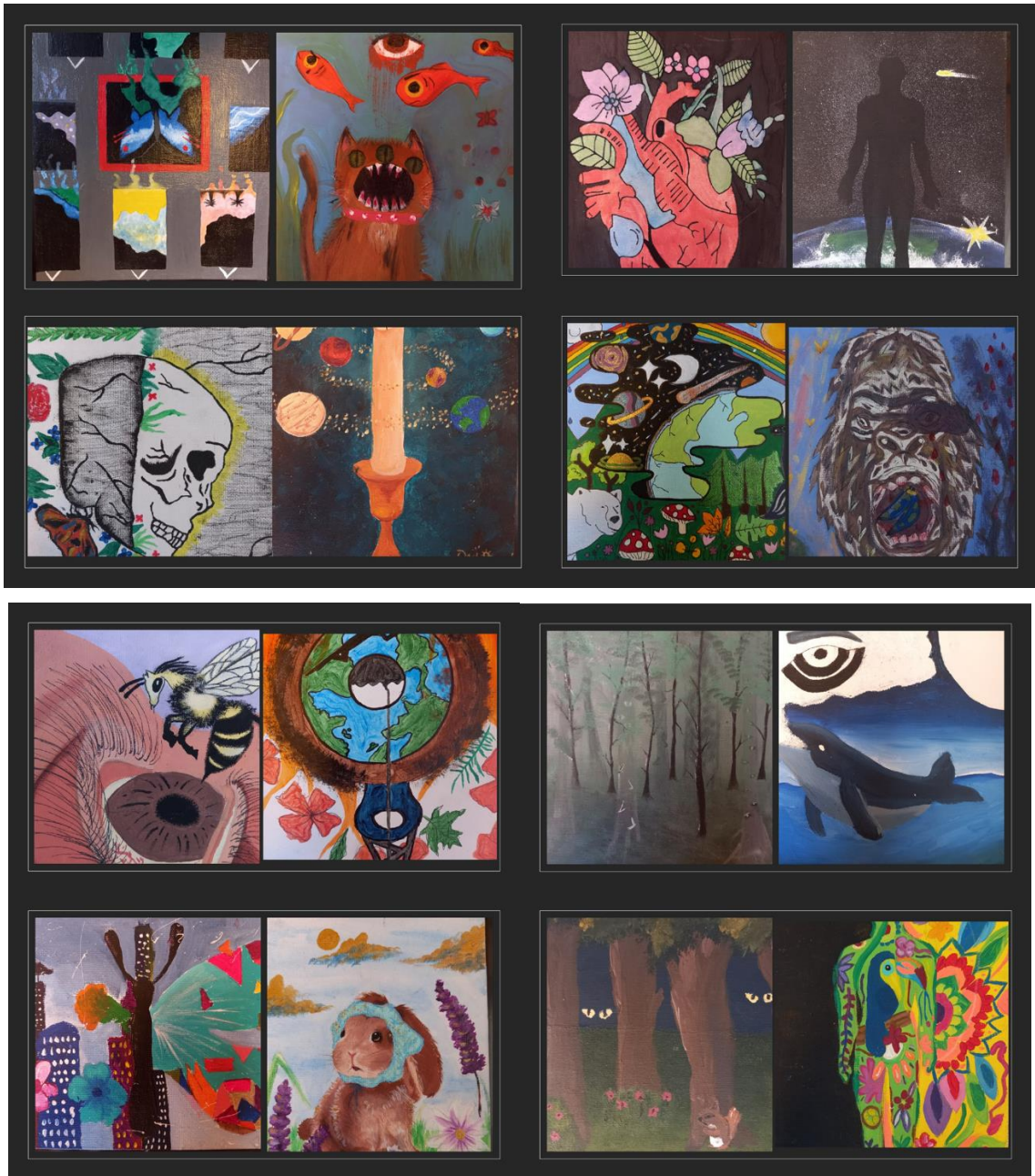
Por su parte, en la escuela, se puede considerar la creación de una especie de museo, un lugar no necesariamente permanente y convencional en el que se expongan las obras construidas por los estudiantes, cuyo fin promueva la divulgación del conocimiento escolar a través del arte. En este sentido, el arte constituye un pilar fundamental para la consideración del tipo de museo, puesto que visibiliza el tipo de significados que hacen de un objeto una obra con sentido, y que puede llegar a representar los sentires o significados de un colectivo o una comunidad estudiantil en torno al Antropoceno. De modo que, en esta propuesta de museo se podría pensar que el arte es sin duda una forma de mostrar lo que somos y hemos hecho en el cumulo de las transformaciones y problemáticas socioambientales y humanamente construidas.

Por poco convencional que sea, en esta propuesta de museo escolar se debe privilegiar tanto la contemplación y comprensión de las obras, como la reflexión o el mensaje que intentan dar los expositores, tras un estudio de las cuestiones disciplinares, ideológicas e incluso personales, que contienen las obras que realizan y que por sí mismas se corresponden a un momento en el que converge la inspiración con las formas y ritmos de vida globales y personales. Para Escudero (2020), el mundo actual y moderno hace uso de la *visualidad* de una manera extrema, lo cual puede convertir a las obras en objetos prematuros y relegados a la satisfacción visual (consumo visual), demanda de contenido por parte de quien se dedica a observar la obra sin comprender o preguntarse por su significado, y el lugar que ocupa en la razón o el sentimiento que pueda o no generar; por lo tanto, los museos tienen el potencial para construir ciudadanía.

Esta propuesta, llamo la atención de algunos estudiantes de grado undécimo quienes también elaboraron pinturas relacionadas con la transformación del paisaje natural, en las siguientes imágenes se pueden observar algunas de las 178 pinturas que constituyeron la exposición, la cual los llevó a participar del *IX Encuentro Ambiental: enseñanza, realidad y ambiente “Homenaje a nuestros líderes ambientales”*, organizado por el Colegio Agustiniiano Tagaste en la ciudad de Bogotá, en el que a partir de un stand expusieron sus pinturas y el sentido detrás de dicha actividad (ver Imágenes. 22 y 23).

Imagen 22. Pinturas creadas por estudiantes de grado 11° y 8° del Colegio Santa Luisa (2022)





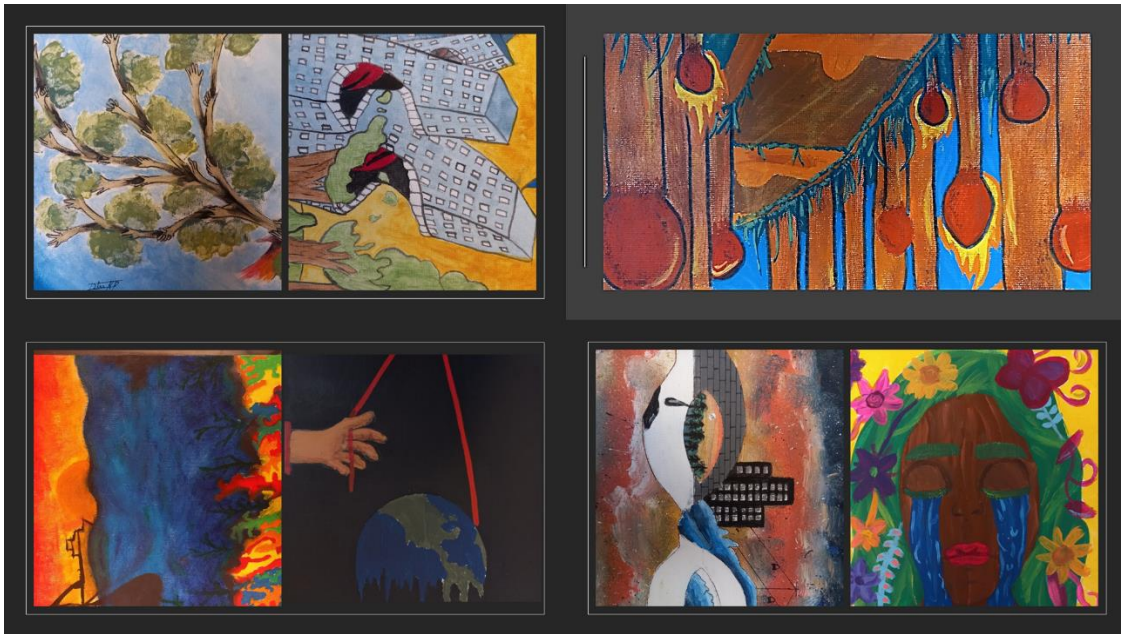


Imagen 23. Grupo de estudiantes de grado 11° y 8° que participaron en IX Encuentro Ambiental: enseñanza, realidad y ambiente "Homenaje a nuestros líderes ambientales"



Finalmente, para abordar este contenido disciplinar se propone en el seminario la construcción de una cartografía socioambiental, teniendo como referente teórico el libro “Extractivismos” de Eduardo Gudynas en el que los estudiantes identificaron de la geografía colombiana aquellos lugares tanto próximos como lejanos a su colegio en los cuales se llevan a cabo procesos o actividades de extracción o que contribuyen a la degradación de los ecosistemas; así, mediante los símbolos propuestos por Muñoz et al. (2019), establecían relaciones de orden social, político, económico y ambiental entre los lugares que iban identificando en grupo. (ver Imagen. 24)

Imagen 24. Grupo de estudiantes creando una cartografía socioambiental



Resultados y análisis asociados al contenido disciplinar: Conservación y restauración

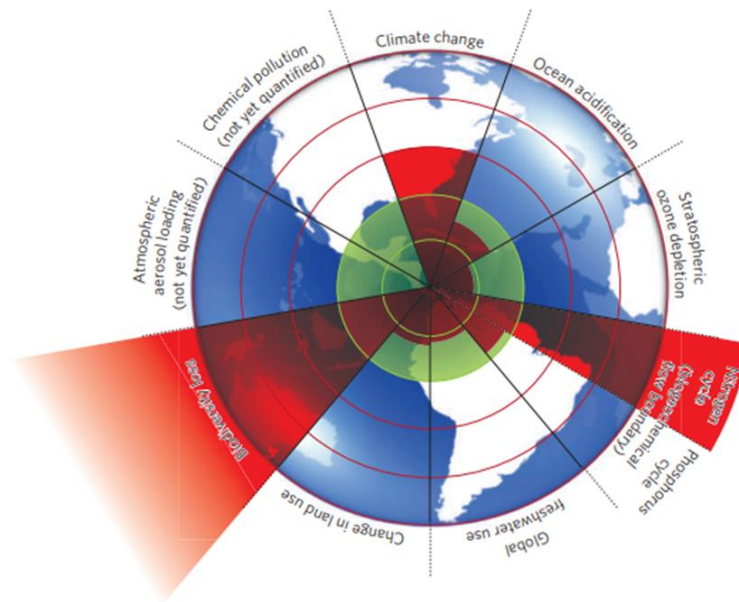
“Esto es lo que llamo cultivar responsabilidad en pasión y acción apego y desapego. esto es también conocimiento y hacer colectivos una ecología de las prácticas lo hayamos pedido o no, el patrón está en nuestras manos”
(Haraway, D.2016)

En 2009, un grupo de científicos, liderados por Johan Rockström entonces director del Centro de Resiliencia de Estocolmo y Will Steffen profesor de la Universidad Nacional Australiana, propusieron el marco conceptual de las fronteras planetarias o límites planetarios, para evaluar lo más exactamente posible el estado de nueve procesos fundamentales para la estabilidad de los sistemas de la tierra, con el propósito de definir un espacio de operación seguro para el desarrollo y progreso de la humanidad.

Con base en las evidencias científicas sobre el funcionamiento y la resiliencia de los sistemas de la tierra, identificaron y definieron cuantitativamente los umbrales de las fronteras que, en caso de ser superados, podrían poner en peligro la habitabilidad del planeta: 1) cambio climático, 2) integridad de la Biosfera, 3) reducción de la capa de ozono, 4) acidificación de los océanos, 5) cambios en los ciclos biogeoquímicos del nitrógeno y del fósforo, 6) cambios en el uso del suelo, 7) uso del agua dulce, 8) concentración de aerosoles en la atmósfera y 9) contaminación química e introducción de nuevas sustancias.

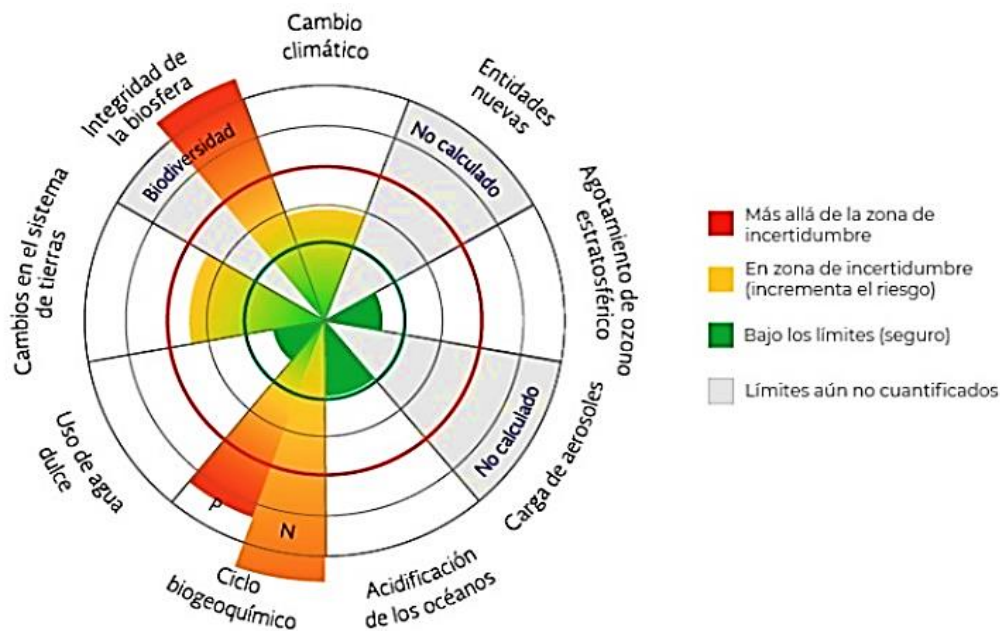
Las investigaciones mostraron que para el 2009 los impactos de la actividad humana ya habían superado el límite de operación seguro establecido para tres de estas fronteras: cambio climático, cambios en la integridad de la biosfera y cambios en los ciclos biogeoquímicos del Nitrógeno y del Fósforo, y ubicaron las dos últimas más allá de la zona de incertidumbre, es decir, en una situación en la que existe un alto riesgo para la humanidad; el cambio climático, por su parte, se ubicó dentro de la zona de incertidumbre; es decir, en una situación de riesgo creciente como se muestra en la siguiente imagen. (ver Imagen. 25)

Imagen 25. Límites planetarios propuestos por (Rockström et al. 2009)



Unos años después, Steffen *et al.* (2015), actualizaron estos estudios y definieron con mayor precisión los límites propuestos por Rockström *et al.* (2009), y advirtieron que “la presión antrópica sobre el sistema terrestre ha alcanzado una escala en la que un abrupto cambio ambiental global se vuelve cada vez más próximo” (p.736). Estos autores dejaron en claro que el mundo no puede sostener la actual tasa de pérdida de especies, sin que esto derive en colapsos funcionales de los ecosistemas, y que las concentraciones de CO₂ en la atmósfera pueden conducir a situaciones de peligro inminente para la humanidad. Además, es urgente eliminar los fertilizantes nitrogenados en la agricultura, ya que han sido los principales responsables de la alteración del ciclo del Nitrógeno. La siguiente imagen muestra cómo la frontera de cambios en el sistema de tierras se unió en 2015, a las otras fronteras que ya habían superado el umbral de seguridad ubicándose en la zona de incertidumbre. (ver Imagen. 26)

Imagen 26. Límites planetarios actuales. Tomado de Steffen et al. (2015)



La Tierra es un sistema muy complejo, cuyo funcionamiento depende de las interrelaciones entre diferentes procesos biológicos, químicos, físicos, y culturales; y de las interacciones entre la atmósfera, los océanos, el suelo, el agua dulce y los millones de especies que la habitan. En este sentido, definir el espacio de operación seguro para la humanidad es un asunto rodeado de incertidumbre, debido a la dificultad para disponer de la información necesaria para establecer los límites acerca del efecto que puede tener la superación de las fronteras planetarias sobre sus condiciones de vida y su bienestar (Guhl, 2022).

Una de las actividades propuestas para abordar la conservación y restauración como uno de los contenidos disciplinares para aproximar los estudiantes a la comprensión del Antropoceno, centra su proceder metodológico en la observación y análisis del documental “Breaking Boundaries: The Science of our planet” disponible en Netflix, con el que los estudiantes debatían preguntas como: ¿qué factores influyen en la pérdida de biodiversidad?, ¿de dónde proviene el agua que bebemos en casa? y ¿cómo analizar las condiciones fisicoquímicas de los cuerpos de agua? Esto con el fin de aproximar a los estudiantes a la reflexión sobre la importancia de considerar los límites planetarios como condicionantes de las actividades antropogénicas en relación con la dinámica actual de los sistemas naturales.

Este documental sirve como eje problematizador al permitir las condiciones ideales para generar un espacio de debate de interlocución disciplinar, puesto que de manera paralela se realizó una práctica de laboratorio en la que se analizaron los parámetros fisicoquímicos de varias muestras de agua procedentes de cuerpos de agua cercanos al Colegio Santa Luisa, mediante la pregunta orientadora ¿cuáles son las características fisicoquímicas del agua del lago o río más cercano a mi entorno escolar? (ver Imagen. 27). Los estudiantes tomaban registros de los parámetros de temperatura, turbiedad, pH, oxígeno disuelto y dureza, mientras que con la ayuda de Google Earth, identificaban los cuerpos de agua más cercanos a su institución y así caracterizaron el tipo de influencias antropogénicas que podrían estar relacionadas con los parámetros del agua obtenidos mediante la práctica de laboratorio.

Imagen 27. Grupo de estudiantes observando tejido animal (larva de insecto) hallado en una muestra de agua.



Por otra parte, teniendo en cuenta que los procesos de conservación y restauración son complejos, y que en el Antropoceno se necesita cierto tipo de resiliencia frente a las dinámicas inestables de los sistemas naturales, así como de la gestión de la incertidumbre, el seminario propone el desarrollo de un proyecto basado en *biomimesis* en el que, por grupos, los estudiantes plantean un modelo de desarrollo que permita “adaptarse” a las condiciones de vida que plantea el Antropoceno, de acuerdo con el Instituto de Biomimesis (2022),

La biomimesis ofrece la oportunidad de arreglar las cosas, de adoptar una visión sistémica de nuestro planeta y comenzar a vivir dentro de sus límites. La biomimesis reconoce que estamos rodeados de millones de organismos y ecosistemas que tienen algo que enseñarnos sobre cómo sobrevivir y prosperar en la Tierra.

Para el desarrollo de dicho proyecto, se analizaron los planteamientos teóricos del trabajo realizado por Rivera et al. (2017), en el que reflexionan sobre los términos sostenible y sustentable. Por otra parte, los estudiantes contaron con un manual de biomimesis con el que propusieron entre otras ideas, modelos de ciudades, inspiradas en el funcionamiento de sistemas naturales (ver Imagen. 28). El Antropoceno, precisa entonces, una reconstrucción de las formas de relacionarse con el mundo, la enseñanza y la ecociudadanía son posibilitadores de este interés.

Imagen 28. Grupo de estudiantes explicando un modelo de ciudad basado en Biomimesis



CAPITULO V

CONCLUSIONES

El Antropoceno constituye en la actualidad uno de los debates más importantes y uno de los más interesantes, en lo que en este trabajo de grado se ha venido considerando como la actividad científica. La propuesta de una nueva época geológica pone de manifiesto la lucidez con la que, con urgencia, se deben repensar las causas profundas del complejo de condiciones *naturalmente humanas* que han hecho posible pensar en un planeta diferente. La propuesta es ambiciosa y a su vez disruptiva, porque confronta desde las *estructuras políticas* hasta el *lenguaje* con el que, desde distintas *perspectivas ideológicas*, se han construido imaginarios de la *realidad* socioambiental planetaria. Por su parte, la narrativa distópica que en torno al Antropoceno se ha elaborado o que del mismo subyace, representa solo una de las múltiples preocupaciones humanas ya que pensar en un planeta diferente, al menos en términos de su interiorización y materialización cognitiva es un hecho sin precedentes, costoso en términos políticos, simbólicos e incluso bioéticos dada la relativa estabilidad de los sistemas naturales en lo que hasta el momento y oficialmente es el Holoceno, una época que contiene gran parte de lo que en la diversidad de perspectivas se puede considerar como el *desarrollo humano*, tecnológico y biológico, y las dimensiones a las que haya lugar junto con sus juicios y valores.

Una de las motivaciones que fundamentan el desarrollo de este trabajo de grado, como se mencionó en la justificación, consiste en el interés por introducir en los niveles de la formación académica inicial y en ciencias el Antropoceno. Esto con el fin de que se pueda considerar como un problema de conocimiento y a su vez como una alternativa para propiciar la formación en ciencias desde una perspectiva ecociudadana. En este sentido y teniendo en cuenta el rastreo de trabajos similares en los que se haya abordado el Antropoceno; se considera que este trabajo de grado propone uno de los primeros marcos teóricos y metodológicos, así como de los contenidos disciplinares y la estructura pedagógica y didáctica que sustenta su abordaje en dichos niveles. Por su parte, la elección de los contenidos acá expuestos debe considerarse desde un principio como una alternativa, en tanto que su elección está condicionada por intereses y aspectos de orden pedagógico como la formación ecociudadana, didácticos como la elección de las CSC, epistemológicos desde los

que se considera la naturaleza de la ciencia, e incluso contextuales desde los que se aprecian y construyen los instrumentos, recursos, e intervenciones en el aula.

Existen variadas formas de abordar el Antropoceno, a partir del desarrollo de este trabajo de grado se considera que las CSC, tienen el potencial para aproximar a maestros y estudiantes a la reflexión y comprensión de la naturaleza de las ciencias, esto desde una perspectiva en la que la actividad científica es movilizadora por aspectos que van desde los intereses personales e investigativos hasta las racionalidades de quienes se dedican a dicha actividad. Así, es posible inferir que las CSC propuestas son pertinentes para abordar el Antropoceno, porque a su alrededor, en términos metodológicos, se logra establecer una estructura didáctica para articular los contenidos disciplinares tratados con los estudiantes; y es que, como ya se ha mencionado antes, el Antropoceno no se encuentra en los niveles iniciales de la formación académica; por el contrario, se le puede rastrear en congresos y actividades asociadas a la formación superior, como conferencias y seminarios. En este sentido, se considera como un aporte a la formación en ciencias, el hecho de que este tipo de controversias se introduzcan en los niveles iniciales. Todo esto requiere de la apropiación didáctica del Antropoceno; esto es, *hacer del Antropoceno un contenido enseñable*, lo cual requiere del conocimiento de su historia y las condiciones que hacen posible su enunciación como problema de conocimiento científico, los debates a su alrededor; así como de la naturaleza de las corrientes de pensamiento desde las que se enuncian y argumentan posturas sobre su pertinencia o no tanto en las disciplinas como en la sociedad. En esta misma línea, las CSC propuestas para abordar el Antropoceno permitieron desarrollar un trabajo enriquecido por aportes provenientes de disciplinas que epistemológicamente se han considerado distantes, dados sus objetos de estudio y la historicidad de su emergencia y consolidación; ahora, las CSC propuestas se deben considerar como una alternativa, ya que su planteamiento radica en los objetivos de este trabajo de grado; por ende, las posibilidades para abordar el Antropoceno son tan diversas como los debates a su alrededor. Es necesario construir una dialéctica pedagógica y didáctica del Antropoceno.

La caracterización de los aspectos teóricos para abordar el Antropoceno se desarrolla principalmente en el segundo capítulo de este trabajo de grado; dicha caracterización abarca una proximidad a la comprensión de aspectos como: la ecociudadanía, la resiliencia, la participación política y el Antropoceno en el marco de las CSC; de ahí que la caracterización de tales aspectos, resulta de la profundización teórica que sobre ellos se realiza, a partir de la

puesta en dialogo de distintos referentes que previamente han contribuido al conocimiento y para los cuales se reconocen sus aportes y la rigurosidad de sus reflexiones. Caracterizar los aspectos teóricos para abordar el Antropoceno en los niveles iniciales de la formación académica, es uno de los primeros pasos para su comprensión ontológica, una vez se han considerado estos aspectos es posible derivar decisiones de orden metodológico y que a su vez se fundamentan en el conocimiento didáctico existente sobre el Antropoceno y su posible enseñanza.

La construcción del seminario “Ecociudadanía a través del Antropoceno” se puede considerar como una experiencia educativa que permite abordar el Antropoceno a partir de cuatro CSC. En este sentido, la consideración de un *seminario* para tal fin corresponde al entendimiento del contexto en el que se desarrolló este trabajo de grado y la lectura que de él se hace, lo que en términos didácticos se puede denominar aspectos metodológicos para abordar el Antropoceno, los cuales se desarrollaron en el tercer capítulo. Aquí, comprender el contexto a partir de su lectura, significa adaptar, entre otras cosas el tipo de intervención a realizar en el aula, identificar el nivel de escolaridad *ideal* para llevar a cabo la intervención, reconocer los recursos favorables y su gestión en el lugar y tiempos disponibles; así como la elección de los contenidos y la profundidad que precisan, teniendo en cuenta incluso los intereses de los estudiantes y la institución en términos de la formación en ciencias. De este modo, es posible afirmar que asumir el seminario como un instrumento que permite organizar tanto la enseñanza como el aprendizaje del Antropoceno, es pertinente por que posee una estructura didáctica que permite realimentar y poner en dialogo conceptos, modelos, teorías a partir de actividades como lo son talleres, lecturas, prácticas de laboratorio, entre otras; y que en todo caso las CSC son conducentes, funcionan como una guía tanto para el maestro como para los estudiantes, al propiciar en ellos una reflexión constante, constatada en los argumentos, explicaciones y puntos de vista enunciados por los estudiantes en el proceso de la comprensión sobre el Antropoceno.

Abordar el Antropoceno partiendo de la caracterización de aspectos teóricos de interés, la construcción de un seminario hasta su implementación en el aula; da cuenta de un proceso de intervención didáctica en el que se introduce un contenido atípico, si se consideran las controversias que actualmente ocupan el estudio de las comunidades científicas y el *interés* colectivo de las sociedades. Lo anterior, da lugar a que en la intervención en el aula se generen las condiciones *ideales* para que los estudiantes confronten imaginarios que se han

movilizado a partir de las prácticas de enseñanza, que comúnmente consideran, quizá de manera errónea, a los hechos científicos como supuestos incuestionables, de una ciencia preconcebida y hecha por personas, al parecer, *apartadas* del mundo social y natural, dotadas de una especie de genialidad innata que los lleva a *descubrir* las fórmulas, los conceptos, o simplemente las leyes para explicar la realidad de estos dos mundos. Por consiguiente y con el desarrollo de este trabajo de grado, es posible pensar que el mismo, hace parte de los trabajos en los que se promueve una formación científica que considera la ciencia como una actividad continua y colectiva, afín a la diversidad de intereses de dicha colectividad. Este pensamiento expresado desde la experiencia sobre la intervención en el aula, implica asumir distenciones entre las motivaciones generales de los estudiantes y las del trabajo de grado, son estas distenciones las que hacen posible hablar de formación científica, en tanto que el cuestionamiento incluso por las formas del proceder metodológico, tanto por parte de los estudiantes como de quien desarrolla la acción de enseñar, permite repensar los supuestos propios sobre la enseñanza de las ciencias, así como de las intenciones pedagógicas y didácticas en el quehacer profesional.

En cuanto a los resultados obtenidos, se puede apreciar que toda intervención en el aula es un acto intencionado, conducente algunas veces a un resultado específico y otras veces a resultados divergentes, atípicos dentro de lo presupuestado; esto no es un problema, al menos para trabajos de este tipo, por el contrario, constituye la principal fuente de conocimiento que hace posible la generación de alternativas para la formación en ciencias. El Antropoceno causa en la mayoría de estudiantes una especie de interés no solo por su conocimiento, sino también por dicha formación; entre otras cosas es posible rastrear en lo que dicen los estudiantes, una especie de reflexión constante para comprender el tipo de relaciones que ha construido la humanidad con su mundo natural del que inevitablemente hace parte; aun cuando existan corrientes de pensamiento contrarias a esta postura, aunque de eso se trata, de confrontar los supuestos y enriquecer el conocimiento y las condiciones que lo hacen posible como una de las mayores riquezas humanas. Así mismo, las controversias que se pueden asociar al Antropoceno, promueven resistencias tanto en la forma de asumir la enseñanza, como por parte de los estudiantes al tratar metodológicamente los contenidos propuestos, de modo que esto hace parte del sistema de relaciones que se forman en el aula y de las cuales deben promoverse mayores estudios; así, en el Antropoceno la ecociudadanía que aquí se promueve constituye una transición a una nueva forma de comprender el mundo, habitarlo y relacionarse; por consiguiente, si bien rastrear dicha ecociudadanía es un trabajo

a largo plazo no es perceptible en el momento; como muchos de los trabajos que promueven diversos tipos de formación, requieren bastante tiempo para demostrar su consideración al menos en términos prácticos; sin embargo, de momento y a corto plazo constituye un aporte del cual es necesario dejar registro.

Finalmente, y con la clara convicción de que este trabajo de grado puede ser retomado por personas con el mismo interés o similar, incluso en otros contextos, puede considerarse como un referente pedagógico y didáctico en la comprensión y abordaje del Antropoceno en los niveles iniciales de la formación académica; de otra parte, en términos de la formación en ciencias es posible proyectar el seminario propuesto para que sea desarrollado en niveles superiores como lo pueden ser los pregrados de formación profesional que estén interesados en abordar el Antropoceno desde una perspectiva interdisciplinar. El Antropoceno es entonces la oportunidad para desplegar todo un ejercicio investigativo, principalmente en el ámbito de la didáctica y la formación en ciencias, conducente a la comprensión de un *mundo postnatural*.

REFERENCIAS

- Adamonis, S., & Concheyro, A. (2007). Los fósiles y los procesos de fosilización. In *Invertebrados fósiles Tomo I* (pp. 25–45). Fundación de Historia Natural Félix de Azara.
- Alfaro, P., Espinosa, J., Falces, S., García, F., & Jiménez, R. (2007). Actividades didácticas con Google Earth. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 15(1), 2–15.
- Angus, I., & Foster, J. (2016). *Frente al Antropoceno: el capitalismo fósil y la crisis del sistema terrestre*. NYU Press. <http://www.jstor.org/stable/j.ctt1bgz9vp.7>
- Anisuzzaman, M. (2016). The Integration of Science-Technology-Society/Science-Technology-Society- Environment and Socio-Scientific-Issues for Effective Science Education and Science Teaching. *Electronic Journal of Science Education*, 20(5), 14–16.
- Arias, E., Obando, A., & González, A. (2020). La formación política en la escuela del antropoceno. *Revista Boletín Redipe*, 9(1), 24–39. <https://doi.org/10.36260/rbr.v9i1.885>
- Arias, M. (2018). *Antropoceno La política en la era humana* (Primera Ed). Penguin Random House Group Editorial, S. A. S.
- Astibia, H. (2012, September). Tunelboka y Gorrondatxe (Getxo , Bizkaia), fósiles humanos para el Antropoceno. *Tunelboka y Gorrondatxe (Getxo, Bizkaia), Fósiles Humanos Para El Antropoceno*. <https://www.euskonews.eus/0640zbk/gaia64002es.html>
- Ayestarán, I. (2012). La interfaz entre la biosfera y la noosfera: pensar las esferas de la sostenibilidad en la era del Antropoceno. *Ludus Vitalis*, 20, 193–213.
- Bastidas, J. A., & Guerra, J. A. (2016). *Contribución del modelo argumentativo de Weston en el debate sobre el uso de agrotóxicos como cuestión sociocientífica* [Universidad Pedagógica Nacional]. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/280>
- Bauer, A. M., & Ellis, E. C. (2018). The anthropocene divide: Obscuring understanding of social-environmental change. *Current Anthropology*, 59(2), 209–227. <https://doi.org/10.1086/697198>
- Beck, U. (1998). La sociedad del riesgo hacia una nueva modernidad. In *Syria Studies* (Vol. 7, Issue 1). Paidós.

https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civilwars_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625

Beinart, W. (2014). Invasões biológicas, biodiversidade e diversidade biocultural: alguns problemas conceituais para historiadores. In C. Mauch & L. Robin (Eds.), *Os Limites da História Ambiental: Uma Homenagem a Jane Carruthers* (pp. 135–142). Federal Ministry of Education and Research.

Beltrán, J. C. (2013). *Argumentación en clases de Química, a partir de una cuestión sociocientífica local (CSCL)* [Universidad Pedagógica Nacional]. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/298>

Biomímesis, I. de. (2022). *Biomímesis. Los Mayores Desafíos de La Humanidad. Soluciones Probadas de La Naturaleza*. <https://biomimicry.org/>

Bonilla, Y., & Garzón, I. (2020). El abordaje de cuestiones socioambientales para la formación eco-ciudadana en la educación básica primaria. *Revista Educación y Ciudad*, 40, 199–214. <https://doi.org/doi.org/10.36737/01230425.n40.2021.2465>

Cañedo, C., & Caseres, M. (n.d.). *Fundamentos teóricos para la implementación de la didáctica en el proceso enseñanza - aprendizaje*. Universidad Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez.

Carreata, A. (2019). El antropoceno: ¿época geológica o/y declaración política? In *O Antropoceno e a «Grande Aceleración»*. Unha ollada desde Galicia. Consello da Cultura Galega. <https://doi.org/10.17075/agaog.2019>

Carrizosa, J. (2014). *Colombia Compleja*. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Carvajal, I. X. (2019). *Argumentación en clase de ciencias: un estudio a propósito de las cuestiones sociocientíficas*. [Universidad Pedagógica Nacional]. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/11415>

Clark, P. U., Shakun, J. D., Marcott, S. A., Mix, A. C., Eby, M., Kulp, S., Levermann, A., Milne, G. A., Pfister, P. L., Santer, B. D., Schrag, D. P., Solomon, S., Stocker, T. F., Strauss, B. H., Weaver, A. J., Winkelmann, R., Archer, D., Bard, E., Goldner, A., ...

- Plattner, G. K. (2016). Consequences of twenty-first-century policy for multi-millennial climate and sea-level change. *Nature Climate Change*, 6(4), 360–369. <https://doi.org/10.1038/nclimate2923>
- Cohen, L., Laurence, M., & Morrison, K. (2018). *Research Methods in Education* (Octava Edi). Routledge.
- De pencier, N., Burtynsky, E., & Baichwal, J. (2018). *The Anthropocene Project*. The Anthropocene Project. <https://theanthropocene.org/>
- Díaz, N., & Jiménez, M. (2014). *Las controversias sociocientíficas como contexto en la enseñanza de las ciencias*. Departamento de Educación. Universidad de Almería. https://www.researchgate.net/publication/273000239_Las_controversias_sociocientificas_como_contexto_en_la_ensenanza_de_las_ciencias
- Elhacham, E., Ben-Uri, L., Grozovski, J., Bar-On, Y. M., & Milo, R. (2020). Global human-made mass exceeds all living biomass. *Nature*, 588(7838), 442–444. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-3010-5>
- Escobar, A. (2014). La invención del desarrollo. In *Universidad del Cauca* (Tercera ed). Editorial Universidad del Cauca. http://facultades.unicauca.edu.co/editorial/sites/default/files/librosDigitales/la_invencion_del_desarrollo.pdf
- Escudero, S. (2020). Museo constructor de ciudadanía. In B. B. Soares, K. Brown, & O. Nator (Eds.), *Definir los museos del siglo XXI: experiencias plurales* (1st ed.). Comité Internacional para la Museología ICOFOM.
- Española, R. A. (2022). *Diccionario de la lengua española*. <https://dle.rae.es>
- Fernández, M. (2021). La técnica es el nuevo sujeto de la historia: posthumanismo tecnológico y el crepúsculo de lo humano. *Revista Iberoamericana de Bioética*, 16, 01–15. <https://doi.org/10.14422/rib.i16.y2021.004>
- Finney, S., & Edwards, L. E. (2016). The “Anthropocene” epoch: Scientific decision or political statement? *GSA Today*, 26(3), 4–10. <https://doi.org/10.1130/GSATG270A.1>
- Gibbard, P., Bauer, A. M., Edgeworth, M., Ruddiman, W. F., Gill, J. L., Merritts, D. J., Finney, S. C., Edwards, L. E., Walker, M. J. C., Maslin, M., & Ellis, E. C. (2021). A practical solution: the Anthropocene is a geological event, not a formal epoch. *Episodes*

Gligo, N., Alonso, G., Barkin, D., Brailovsky, A., Brzovic, F., Carrizosa, J., Durán, H., Fernández, P., Gallopín, G., Leal, J., Marino, M., Morales, C., Ortiz, M., Panario, D., Pengue, W., Rodríguez, M., Rofman, A., Saa, R., Sejenovich, H., ... Villamil, J. (2020). *La tragedia ambiental de América Latina y el Caribe*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) Naciones Unidas.

Global Witness. (2020). *Defending Tomorrow The Climate crisis and threats against land and environmental defenders*. <https://www.globalwitness.org/en/campaigns/environmental-activists/defending-tomorrow/>

Gonzalez, É., Meira, P., & Gutiérrez, J. (2020). ¿Cómo educar sobre la complejidad de la crisis climática? Hacia un currículum de emergencia. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 25, 843–872. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662020000400843&lng=es&nrm=iso

Gould, S. J. (1987). *La flecha del tiempo: Mitos y metáforas en el descubrimiento del tiempo geológico*. Alianza Editorial.

Grusin, R. (2016). *Anthropocene feminism* (R. G. Ed (ed.)). University of Minnesota Press.

Gudynas, E. (2015). *Extractivismos. Ecología, economía y política de un modo de entender el desarrollo y la Naturaleza* (O. Campanini & E. Ramos (eds.); Primera Ed, Vol. 19). Sagitario SRL Artes Gráficas.

Guhl, E. (2022). *Antropoceno: La huella humana. La frágil senda hacia un mundo y una Colombia sostenibles* (Primera Ed). Editorial Pontificia Universidad Javeriana. <https://doi.org/http://doi.org/10.1144/Javeriana/9789587816860>

Gutiérrez, J. (2019). Antropoceno: tiempo para ética ecosocial y la educación ecociudadana. *Res, Revista de Educación Social*, 28, 98–113. <https://eduso.net/res/revista/28/el-tema/antropoceno-tiempo-para-la-etica-ecosocial-y-la-educacion-ecociudadana>

Hadjichambis, A., Reis, P., Hadjichambi, D., Činčera, J., Pauw, J., Gericke, N., & Knippels, M. (2020). Conceptualizing Environmental Citizenship for 21st Century Education. In

- Conceptualizing Environmental Citizenship for 21st Century Education* (Vol. 4, Issue January). Springer Open. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-20249-1>
- Hans, J. (1995). El principio de responsabilidad. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica. In *El principio de responsabilidad*. Editorial Herder.
- Haraway, D. (2016). *Staying with the Trouble: Making Kin in the Chthulucene*. Duke University Press. <https://doi.org/10.1002/9781444396621.ch40>
- Jickling, B., & Sterling, S. (2017). *Post-Sustainability and Environmental Education Remaking Education for the Future* (B. Jickling (ed.); Primera Ed). Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-51322-5>
- Jiménez, A. (2010). Biodiversidad y Tectónica de Placas. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra: Revista de La Asociación Española Para La Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 18(1), 85–96. <https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/viewFile/200087/267546>
<http://www.raco.cat/index.php/ECT/article/viewFile/200087/267546>
- Kwiatkowska, T. (2010). *Ética ambiental y políticas internacionales*. Ediciones UNESCO.
- Lara, N. (2019). La inclusión de las cuestiones sociocientíficas (CSC) como eje articulador entre la epistemología conceptual de Toulmin y el currículo crítico : Una perspectiva para la enseñanza de la ciencia escolar. *Revista Universitaria*, 26, 1–30.
- Latour, B. (1999). La esperanza de Pandora. Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia. In *Reis* (Primera ed, Issue 60). Editorial Gedisa, S.A.
- Leff, E. (2017). Las relaciones del poder del conocimiento en el campo de la ecología política: una mirada desde el sur. In *Ecología Política Latinoamericana* (Primera Ed, Vol. 1, Issue 1, pp. 129–167). Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales CLACSO. http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/gt/20171030111951/GT_Ecologia_politica_Tomo_I.pdf
http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/gt/20171030111951/GT_Ecologia_politica_Tomo_I.pdf
- Levinson, R, Knippels, M. C., Dam, V. F., Kyza, E., Christodoulou, A., Chang-Rundgren., Grace, M., Yarden, A., Abril, A., Amos, R., Ariz, M., Bächtold, M., Baren-Nawrocka, V., Cohen, R., Dekker, S., Dias, C., Egyed, L., Fonseca, M., Georgiou, Y., Hadjichambis, A., van Harskamp, M., Hasslöf, H., Heidinger, C. Hervé, N., Karpati, A.,

- Keedus, K., Kiraly, A., Lundström, M., Molinatti, G., Nédélec, L., Ottander, C., Ottander, K., Quesada, A., E., & Editors. (2017). *Science and society in education* (F. van D. and M. van H. Marie-Christine Knippels (ed.)). PARRISE project. <https://www.parrise.eu/wp-content/uploads/2018/04/parrise-en-rgb.pdf>
- Levinson, Ralph. (2018). Introducing socio-scientific inquiry-based learning (SSIBL). *Science and Society in Education*, 100(December), 31–35.
- López, J., & Cebriá, J. (2015). Volcanismo y Tectónica de placas. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra: Revista de La Asociación Española Para La Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 23(1), 12–23.
- López, L., Olaya, J., & Piñeros, I. (2017). *Hacia una ecociudadanía: identificación de los lineamientos curriculares para la formación de una dimensión política de los estudiantes de primaria del colegio Policarpa Salavarrieta IED. Estudio de caso* [Pontificia Universidad Javierina]. <http://hdl.handle.net/10554/36154>
- Madrid, J. A. (2016). *Construcción de explicaciones en torno al uso de combustibles fósiles y una posible crisis energética global a partir del estudio de cuestiones socialmente vivas* [Universidad Pedagógica Nacional]. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/327>
- Maris, V. (2016). Back to the Holocene. In C. Hamilton, C. Bonneuil, & F. Gemenne (Eds.), *The Anthropocene and the Global Environmental Crisis: Rethinking Modernity in a New Epoch* (pp. 44–57). Routledge, Taylor & Francis Group.
- Maris, V. (2018). Back to the Holocene. *The Anthropocene and the Global Environmental Crisis*, April, 123–133. <https://doi.org/10.4324/9781315743424-10>
- Martín, R., Tunstall, C., & Badaraco, A. (2021). Tiempo geológico, del diseño curricular a la práctica áulica. *Revista de Educación En Biología*, 729–731. <http://congresos.adbia.org.ar/index.php/congresos/article/view/768>
- Martinez, A. (2020). *El concepto de Antropoceno para abordar la problematica socioambiental actual. Una propuesta didáctica*. Universitat de València.
- Martínez, L., & Parga, D. (2013). *Discurso ético y ambiental sobre cuestiones sociocientíficas: Aportes para la formación del profesorado*. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/3433>
- Martínez P., L. F. (2014). Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores de

- ciencias: aportes y desafíos. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 1(36), 77–94.
<https://doi.org/10.17227/01213814.36ted77.94>
- Mazo, C. A. (2020). *Uso de Cuestiones Sociocientíficas para promover una formación científica y acciones sociopolíticas en los educandos: Discusiones sobre la práctica del Fracking en Colombia* [Universidad de Antioquia]. <http://hdl.handle.net/10495/15762>
- Mazo, J. A. (2018). *Enseñanza de las Ciencias Naturales y Formación en Ciudadanía para Promover la Participación en Asuntos Socio-científicos y Ambientales del Entorno* [Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/68784>
- Medina, J., Rebelo, D., Morgado, M., Monteiro, G., McDade, Bonito, J., Martins, L., & Marquez, L. (2013). Una contribución para la educación y la ciudadanía: el tiempo geológico. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 21, 38–47.
<https://www.uhu.es/fexp/segeo2012/arc/comunicaciones/34.pdf>
- Mexicano, S. G. (2017). *Estratigrafía*. Museo Virtual - Estratigrafía - Introducción. <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Estratigrafia/Introduccion-estratigrafia.html>
- Morin, E. (1984). *Ciencia con consciencia* (Primera ed). Anthropos Editorial del Hombre.
- Muñoz, E., Restrepo, J., & Alturo, L. (2019). *Cartografía socioambiental y diagnóstico participativo*. Editorial UAM- Universidad Autónoma de Manizales. <https://editorial.autonoma.edu.co/index.php/libros/catalog/view/197/105/309-1>
- Murga, M. Á. (2021). La educación en el Antropoceno. Posibilismo versus utopía. *Teoría de La Educación. Revista Interuniversitaria*, 33(2), 107–128.
<https://doi.org/10.14201/teri.25375>
- Olarte, C. A. (2018). *Noticias sobre biocombustibles y percepciones de profesores sobre ciencia y sociedad: una propuesta para conceptualizar las cuestiones sociocientíficas* [Universidad Pedagógica Nacional]. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/10341>
- Olivé, L. (2011). *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento. Ética, política y epistemología* (Primera ed). Fondo de Cultura Económica.
- Olivé, L., & Pérez, R. (2011). *Temas de ética y epistemología de la ciencia. Diálogos entre un filósofo y un científico* (Primera ed). Fondo de Cultura Económica.

[https://etica.uazuay.edu.ec/sites/etica.uazuay.edu.ec/files/public/Temas de ética y epistemología de la ciencia by León Olivé Ruy Pérez Tamayo.pdf](https://etica.uazuay.edu.ec/sites/etica.uazuay.edu.ec/files/public/Temas%20de%20ética%20y%20epistemología%20de%20la%20ciencia%20by%20León%20Olivé%20Ruy%20Pérez%20Tamayo.pdf)

- Pardo, E. (2019). Generación de una falla en dirección en el laboratorio como modelo analógico de una falla transformante continental. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra: Revista de La Asociación Española Para La Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 27(1), 47. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/356264>
- Pedrinaci, E. (1994). La historia de la geología como herramienta didáctica. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 2.2 y 2.3, 332–339.
- Pengue, W., & Fal, J. (2021). Ambiente y recursos naturales en América Latina. In W. Pengue & J. Fal (Eds.), *Tajos en la Tierra. Miradas sobre la explotación del ambiente y los recursos naturales en la Argentina* (p. 348). Ediciones UNGS. https://www.gordillo.com/pdf_tomo1/capituloVIII.pdf
- Pérez, W. (2018). *Procesos informales de Educación Ambiental determinados por la Política Pública Distrital de Educación Ambiental en Bogotá 2011-2017* [Universidad de los Andes]. <http://hdl.handle.net/1992/34928>
- Peruanik, R., & Geographic, N. (2021). *Felino muerto dentro de un cuerpo de agua*. Instituto de Geociencias de Madrid. <https://twitter.com/IGeociencias/status/1423229682066022402/photo/1>
- Piña, C., Echevarría, A., & Rodríguez, C. (2012). El seminario como forma de organización de la enseñanza. *MediSur Revista Electrónica*, 10, 109–116. medigraphic.com/pdfs/medisur/msu-2012/msus122q.pdf
- Plata., M. de la. (2022). *Evidencias de vida del pasado*. Evidencias de Vida Del Pasado. <https://www.museo.fcnym.unlp.edu.ar/home/evidencias-de-vida-del-pasado-344>
- Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). *Cience Education for Citizenchip Teaching Socio-Scientific Issues*. Open University Press.
- Ripple, W. J., & Van Valkenburgh, B. (2010). Linking top-down forces to the pleistocene megafaunal extinctions. *BioScience*, 60(7), 516–526. <https://doi.org/10.1525/bio.2010.60.7.7>
- Rivera, J. E., Blanco, N. V., Alcántara, Salinas, G., Houbron, E. P., & Pérez, J. A. (2017). ¿Desarrollo sostenible o sustentable? La controversia de un concepto. *Posgrado y*

- Sociedad. Revista Electrónica Del Sistema de Estudios de Posgrado*, 15(1), 57–67.
<https://doi.org/10.22458/rpys.v15i1.1825>
- Rockström, J., Steffen, W., K. Noone, Å. Persson, Chapin, F. S., E. F. Lambin, T. M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H. J. Schellnhuber, B. Nykvist, C. A. de Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sörlin, P. K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, ... J. A. Foley. (2009). A safe operation space for humanity. *Nature*, 461(September), 472–475.
- Ruiz, J. (2019). Resiliencia como violencia de género en la época del Antropoceno. In *Academia*.
- Ruiz, M. (2019). *Resiliencia climática rural en América Latina, una reseña de experiencia, lecciones aprendidas y escalamiento*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Sadler, T. (2011). Socio-scientific Issues in the Classroom Teaching, Learning and Research :Contemporary Trends and Issues in Science Education. In T. D. Sadler (Ed.), *Journal of Chemical Information and Modeling* (11th ed., Vol. 53, Issue 9). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-94-007-1159-4>
- Sagan, C. (1994). *Un punto azul palido. Una visión del futuro humano en el espacio*. Horus.
- Sauvé, L. (2017). Educación Ambiental y Ecociudadanía: un proyecto ontogénico y político. *Revista Eletrônica Do Mestrado Em Educação Ambiental, Edição esp*, 261–278.
- Sequeiros, L. (2010). Breve historia de la geología de América Latina. *Llull: Revista de La Sociedad Española de Historia de Las Ciencias y de Las Técnicas*, 33, 179–208.
- Sequeiros, L., Pedrinaci, E., & Berjillos, P. (1996). Cómo enseñar y aprender los significados del Tiempo Geológico: algunos ejemplos. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 4(2), 113–119.
- Steffen, W., Grinevald, J., Crutzen, P., & McNeill, J. (2011). The anthropocene: Conceptual and historical perspectives. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 369(1938), 842–867.
<https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0327>
- Steffen, W., Persson, Å., Deutsch, L., Zalasiewicz, J., Williams, M., Richardson, K., Crumley, C., Crutzen, P., Folke, C., Gordon, L., Molina, M., Ramanathan, V., Rockström, J., Scheffer, M., Schellnhuber, H. J., & Svedin, U. (2011). The

- anthropocene: From global change to planetary stewardship. *Ambio*, 40(7), 739–761.
<https://doi.org/10.1007/s13280-011-0185-x>
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., Biggs, R., Carpenter, S. R., De Vries, W., De Wit, C. A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G. M., Persson, L. M., Ramanathan, V., Reyers, B., & Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223).
<https://doi.org/10.1126/science.1259855>
- Valencia, S., Méndez, O., Garzón, J., & Jiménez, G. (2001). De la contemplación a la comprensión de los seres vivos. *Revista Campo Abierto*, 20, 49–63.
- Vilches, A., & Gil, D. (2021). El Antropoceno. Riesgos y oportunidades para las nuevas generaciones. *Educación Química*, 32(4), 55.
<https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.4.80342>
- Warat, L. (2004). *Territórios desconhecidos: a procura surrealista pelos lugares do abandono do sentido e da reconstrução da subjetividade* (Vol. 1). Fundação José Artur Boiteux.
- Waters, C. N., Zalasiewicz, J., Summerhayes, C., Barnosky, A. D., Poirier, C., Gałuszka, A., Cearreta, A., Edgeworth, M., Ellis, E. C., Ellis, M., Jeandel, C., Leinfelder, R., McNeill, J. R., Richter, D. D. B., Steffen, W., Syvitski, J., Vidas, D., Wagreich, M., Williams, M., ... Wolfe, A. P. (2016). The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. *Science*, 351(6269). <https://doi.org/10.1126/science.aad2622>
- Zalasiewicz, J., Waters, C. N., Summerhayes, C. P., Wolfe, A. P., Barnosky, A. D., Cearreta, A., Crutzen, P., Ellis, E., Fairchild, I. J., Gałuszka, A., Haff, P., Hajdas, I., Head, M. J., Ivar do Sul, J. A., Jeandel, C., Leinfelder, R., McNeill, J. R., Neal, C., Odada, E., ... Williams, M. (2017). The Working Group on the Anthropocene: Summary of evidence and interim recommendations. *Anthropocene*, 19(August), 55–60.
<https://doi.org/10.1016/j.ancene.2017.09.001>
- Zalasiewicz, J., Williams, M., Waters, C. N., Barnosky, A. D., & Haff, P. (2014). The technofossil record of humans. *Anthropocene Review*, 1(1), 34–43.
<https://doi.org/10.1177/2053019613514953>

ANEXOS

ANEXO 1

Diseño del seminario: Ecociudadanía a través del Antropoceno

SEMINARIO: ECOCIUDADANÍA A TRAVÉS DEL ANTROPOCENO

Objetivo	Abordar el Antropoceno a partir de cuestiones sociocientíficas, para contribuir a una formación en ciencias y el desarrollo de una ecociudadanía resiliente, ética y políticamente participativa en las dinámicas de orden socioambiental.
Número de sesiones	20
Contenidos disciplinares	Tiempo geológico
	Extinciones
	Transformación del paisaje natural
	Sostenibilidad vs sustentabilidad: conservación y restauración

Actividades

Tiempo geológico

Tiempo Geológico

- Realice la lectura. Los términos resaltados en negro son referentes conceptuales; se pueden consultar e ir tratando con el maestro (a) en el transcurso de las sesiones.**

¿Qué es el tiempo geológico?



La espiral del tiempo geológico: un camino al pasado: (Joseph Graham, William Newman y John Stacy)

Se cree que el planeta Tierra tiene una edad aproximada de 4.540 millones de años, cifra que aún está en discusión. Durante la *historia natural* de la Tierra, existieron y existirán diferentes configuraciones geográficas en términos de la disposición espacial y temporal de la corteza terrestre y oceánica, dado el movimiento de las *placas tectónicas*. Entre tanto, la actividad sísmica y volcánica, el impacto de cuerpos extraterrestres e incluso las mismas especies, algunas ya extintas, configuran un *clima* característico y cambiante a lo largo del tiempo y a escala global. Esta dinámica, queda grabada en lo que la geografía denomina *registros estratigráficos*, los cuales son muy importantes para la comprensión de la historia natural y los eventos que allí tienen lugar como la existencia y *extinción* de algunas formas de vida o la formación de distintas entidades geográficas como montañas, valles, sabanas, selvas, entre otras.

En geología el **Tiempo geológico** o **Tiempo profundo** se emplea para referirse a las **unidades cronoestratigráficas** que, en conjunto, forman un tipo de **escala temporal geológica** de orden jerárquico e inclusivo. Esta escala es utilizada para comprender eventos del pasado y eventos actuales y predecir eventos futuros del comportamiento terrestre. Así, dichas unidades son: **Eón, Era, Periodo, Época, Edad y Cron.**

2. **Observe el video documental: “El Antropoceno: la era de la humanidad”, el cual expone los puntos de vista disciplinares y las reflexiones de tres personas influyentes en términos de la discusión sobre el Antropoceno. En este video, la historiadora Andrea Wulf, el filósofo, sociólogo y antropólogo Bruno Latour y el geólogo Phil Gibbard llevan a cabo un debate de carácter interdisciplinar que, de manera introductoria, nos aproxima a la comprensión sobre el término “Antropoceno” y sus implicaciones.**

Enlace: <https://youtu.be/8SxUVH2VZ80>

Con base en el video responda las siguientes preguntas:

- a) Si el Antropoceno fue propuesto por científicos:
¿De acuerdo con el debate en el video, los científicos cómo validan esta propuesta?
¿Qué evidencias científicas demuestran que la actividad humana influye en el equilibrio de la biosfera terrestre?
¿Cómo podríamos encontrar dichas evidencias?

3. **Bruno Latour menciona que la naturaleza es un término muy amplio.**

- a) Desde su perspectiva ¿cuál es su definición de naturaleza?
b) ¿Cuáles podrían ser las razones por las que el filósofo Latour propone que ya no podemos hablar de la *naturaleza* con el mismo sentido que se hacía en el siglo XX?

4. **Lea los siguientes planteamientos extraídos del video.**

De acuerdo con Bruno Latour, para hacer frente a la crisis ambiental no basta con sensibilizar a las personas, se trata más bien de qué tan capaces son ellas de comprender el mundo en el que viven, y para ello necesitan herramientas que les permita desarrollar esa capacidad de ser sensibles. Un ejemplo de tales herramientas pueden ser las ciencias naturales que nos pueden hacer sensibles frente al cambio climático, o las artes que nos hacen sensibles a la comprensión de muchos fenómenos. Así, la sensibilización da cuenta de una civilización que es capaz de detectar los cambios que ella misma provoca, de modo que las soluciones artificiales y la toma de decisiones de manera ética y responsable es un camino por seguir en medio de la incertidumbre que plantea el Antropoceno. Sin embargo, *sensibilizar* es una tarea compleja dado el conflicto continuo de intereses globales. Esto concuerda con los planteamientos del geólogo Phil Gibbard, quien afirma que existe gente con poder en muchos países, que no creen que hay que preocuparse por las problemáticas actuales, por ende, la crisis socioambiental tiende a mantenerse; en esta dinámica el geólogo propone que vivimos en el Holoceno una época del periodo Cuaternario o Pleistoceno, caracterizada por un clima principalmente cálido y, además, considera que los registros estratigráficos de la industrialización a finales del siglo XVIII e inicios del siglo XIX pueden ser dato un clave para formalizar el inicio del Antropoceno.

Conteste las siguientes preguntas:

- a) ¿A qué *conflicto de intereses* se refiere Bruno Latour?
b) ¿Por qué la industrialización a finales del siglo XVIII e inicios del siglo XIX es un momento clave para formalizar el inicio del Antropoceno?
c) ¿Qué otro momento podría considerarse clave para formalizar el inicio del Antropoceno? Tenga en cuenta las posibles implicaciones económicas, sociales o políticas para realizar su elección.
d) ¿Qué tipo de actividades humanas considera que impactan el equilibrio de la biosfera?

	<p>e) ¿Por qué la ciencia podría permitir gestionar la incertidumbre que plantea el Antropoceno?</p> <p>f) ¿A qué <i>poder</i> hace referencia Phil Gibbard?</p> <p>g) ¿Cómo influye ese <i>poder</i> en las dinámicas socioambientales?</p> <p>h) ¿Por qué el conocimiento sobre el funcionamiento de los sistemas naturales es relevante para legislar la política pública ambiental?</p> <p>i) ¿Cómo pueden las personas participar en la toma de decisiones de orden socio ambiental?</p> <p>5. Según la historiadora Andrea Wulf, a finales del siglo XVIII en Europa la naturaleza se veía como algo horrible, algo que había que domesticar en función de las necesidades humanas. Esta idea era criticada por Alexander Von Humboldt quien, a partir de sus exploraciones en América y Asia, y con la elaboración de dibujos en los que incluía datos científicos, representaba la interconectividad existente en la naturaleza para así sensibilizar a las personas de su época.</p> <p>a). Siguiendo los pasos del botánico y geógrafo Alexander Von Humboldt, a partir de una obra de arte mediante dibujos y grabados, sensibilicemos a nuestros compañeros del colegio acerca de la interdependencia de los sistemas naturales.</p>
<p>La geología como campo de conocimiento científico.</p>	<p style="text-align: center;">Historia de la Geología, entre América Latina y Europa</p> <p>En esta sesión se abordan aspectos generales de la historia de la geología, haciendo énfasis en sus representantes mujeres y hombres que con sus aportes han configurado todo un campo de conocimiento en torno al comportamiento, composición y estructura de la Tierra; Así mismo, se da una mirada a la geología en América Latina con el fin de reconocer su desarrollo en un contexto próximo.</p> <p>1. Realice la siguiente lectura: Reseña sobre el libro “Breve historia de la geología de América Latina”</p> <p>Tanto en Europa como en América, muchos estudiantes piensan que estudiar la historia de su propia ciencia es una pérdida de tiempo. Y como mucho, hay una pequeña introducción a la que el profesorado no concede apenas importancia. En América Latina, la ciencia occidental llegó con los españoles y los portugueses. Los españoles crearon enseguida universidades en las que se impartía, entre otras cosas, la ciencia occidental. Uno de los campos de conocimiento científico que más proliferó en América fue el de la minería ligada a la geología.</p> <p>La historia de la geología en América Latina es el hilo conductor que nos hace entender mejor el nacimiento de muchas naciones de habla hispana o portuguesa. La historia de la geología, tal como la concibe el profesor Ricardo E. Alonso, no es solamente la narración concatenada de nombres, hechos y descubrimientos. Va mucho más allá y nos introduce dramáticamente en el corazón de una cultura. Revela dolorosamente una historia de supervivencia y lucha. Forma parte de lo que Eduardo Galeano denominó “las venas abiertas de América Latina”.</p> <p>Tomado y adaptado de: Sequeiros (2010),</p> <p>Responda las preguntas:</p> <p>a) ¿Cómo define la actividad científica?</p> <p>b) ¿De qué manera las dinámicas sociales y políticas configuran el desarrollo de las disciplinas?</p> <p>2. Pareciera ser que el desarrollo de una actividad científica, en una disciplina como la geología, aspectos como la política o la economía no tienen relevancia; sin embargo, el autor menciona que la historia de la geología en América Latina no puede separarse de las luchas por la independencia política y económica de los distintos países.</p> <p>Mediante un esquema explique la relación entre las posibles dinámicas de orden político y económico que inciden en el desarrollo de una disciplina como la geología.</p>

Tectónica de placas y deriva continental

Tectónica de placas y deriva continental

Durante mucho tiempo se creía que la Tierra era el centro del universo conocido, además de ello, se suponía que la Tierra permanecía inmóvil en términos de la configuración geográfica, distribución y ubicación de las masas terrestres. Por supuesto, la génesis del mundo en la cosmovisión y las representaciones cristiano – católicas mantienen incluso hoy la contemplación de la obra de dios terminada, tanto el firmamento como el edén; no muy lejanas de esta contemplación se mantienen también otras cosmovisiones, las de los pueblos originarios en América y África.

Para las dos cosmovisiones anteriores, los terremotos, tsunamis, erupciones volcánicas, fenómenos astronómicos, como los eclipses, y el paso de cometas, reafirman el poder destructivo y el enojo de los dioses frente a las acciones de los mortales en la Tierra. Los restos fosilizados de reptiles gigantes incrustados en las rocas, así como de plantas y otros organismos como artrópodos de gran tamaño, que presentan ciertas similitudes con los que actualmente existen representaban para algunos, principalmente en Europa, momentos en los que trágicos diluvios arrasaron el pecado de la Tierra o posibles intentos divinos de crear formas de vida. Y, esta es una aproximación inicial, válida para preguntarnos y dar razón de ¿cómo se ha transformado la Tierra a lo largo de millones y millones de años? ¿por qué el monte Everest es tan alto? o ¿por qué la cordillera de los Andes es tan joven en comparación con la del Himalaya?

1. En esta sesión se tiene en cuenta la exposición del maestro acerca de la tectónica de placas y la deriva continental, en la que con ayuda de programas y aplicaciones móviles como Google Earth, se pueden observar algunos accidentes geográficos de interés. Para ello se leen los siguientes artículos: *Biodiversidad y Tectónica de Placas* (Jiménez 2010), *Volcanismo y Tectónica de placas* (López y Cebriá (2015) y *Generación de una falla en dirección en el laboratorio como modelo analógico de una falla transformante continental* (Pardo (2019).

- a) Por grupos de trabajo, aborden los apartados de las lecturas (*Biodiversidad y Tectónica de Placas*, y *Volcanismo y Tectónica de placas*), con el fin de acercarse a los aspectos teóricos en torno a la tectónica de placas y la deriva continental. Luego se socializa en grupo este abordaje.
- b) Descargar en el celular la aplicación Google Earth disponible para Android y iOS.



Google Play App Store

- c) Una vez instalada la aplicación identifiquen alrededor del mundo: las principales placas tectónicas, volcanes, dorsales oceánicas, montañas y todas aquellas formaciones que consideren interesantes y pertinentes de explorar. Escoja una de ellas y establezca su posible naturaleza en términos de su formación y origen geológico.

2) Teniendo en cuenta el video: “Cuando Bogotá estaba bajo el agua” responda las preguntas:

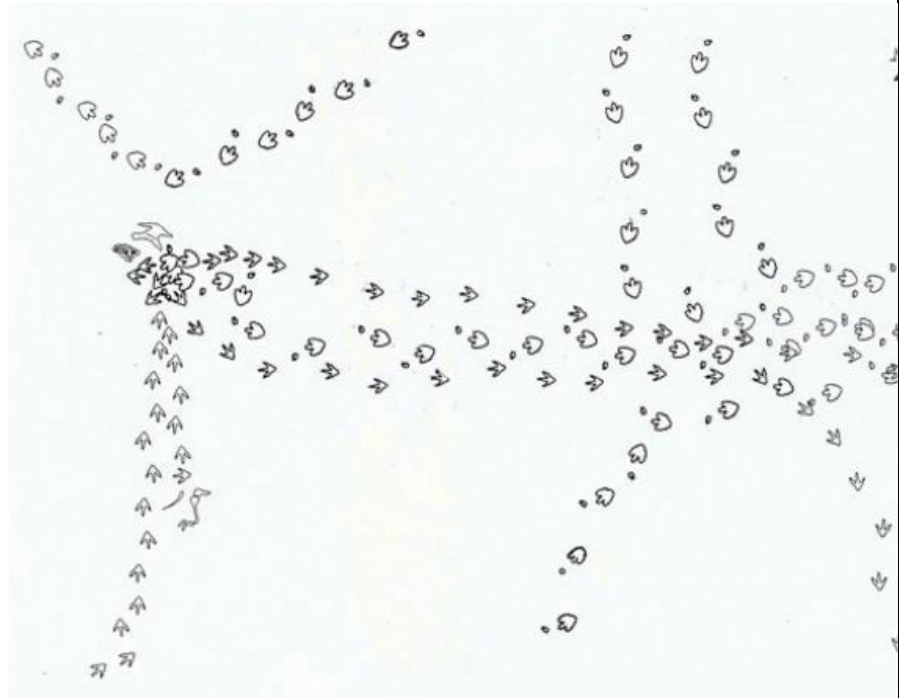
Enlace: <https://youtu.be/tK15NkosYBU>

- a) ¿De qué manera el conocimiento sobre el pasado geológico de los lugares que habitamos, contribuye a la gestión de planes de desarrollo y ordenamiento territorial?
- b) ¿Por qué es importante la conectividad ecológica entre los humedales de la ciudad de Bogotá?
- c) Adicional a los movimientos geológicos ¿cómo se ha transformado la Sabana de Bogotá?

	<p>3) Mediante una práctica de laboratorio y teniendo en cuenta el trabajo realizado por Pardo (2019), modelice diferentes tipos de formaciones tectónicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Normales b) Inversas c) Laterales d) Plegamientos e) Extensiones
<p>Aproximación a la estratigrafía y formación del suelo.</p>	<p style="text-align: center;">Aproximación a la estratigrafía y formación del suelo.</p> <p>De acuerdo con el Servicio Geológico Mexicano, (2017) la Estratigrafía es la rama de la Geología que trata del estudio e interpretación, así como de la identificación, descripción y secuencia tanto vertical como horizontal de las rocas estratificadas; también se encarga de la cartografía y correlación de estas unidades de roca, determinando el orden y el momento de los eventos en un tiempo geológico determinado, en la historia de la Tierra. Uno de los objetivos de la estratigrafía es la <i>identificación de materiales</i> para lo cual, en esta sesión, se analizan tres tipos de rocas ígneas metamórficas y sedimentarias con el fin de aproximarse a los procesos implicados en su formación, la naturaleza fisicoquímica y composición estructural.</p> <p>1) Mediante un recorrido por el contenido de la página web del Museo Virtual del Servicio Geológico Mexicano https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/inicio.html ingrese a la sección de “Rocas” e identifique los procesos por los cuales se considera que una roca sea ígnea, metamórfica o sedimentaria.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Una vez haya identificado los procesos, reúnanse en grupos de trabajo y realicen un modelo que explique el proceso mediante el cual se forman los diferentes tipos rocas. <p>2) En las rocas quedan grabados registros, sucesos del pasado como el impacto de cuerpos extraterrestres, erupciones volcánicas, inundaciones e incluso formas de vida ya extintas desde bacterias, insectos, plantas, hasta enormes dinosaurios.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) En grupos de trabajo lean el siguiente texto y solucionen los puntos propuestos <p style="text-align: center;">¿Quién se comió el dinosaurio?</p> <p>Tras haber dominado la Tierra durante mucho tiempo, hace 65 millones de años murieron los últimos dinosaurios. No ha habido, por tanto, ninguna persona que haya visto jamás a alguno de ellos. Sin embargo, sabemos muchas cosas acerca de los dinosaurios. Había algunos, como Diplodocus, que medían 27 metros de longitud, mientras que otros, como Consognatus, eran poco mayores que un pollo. Los había feroces, como Tyrannosaurus, pero la mayoría eran tranquilos y se alimentaban de vegetales.</p> <p>Todo esto y mucho más lo hemos descubierto gracias a los fósiles que se han conservado en las rocas. Así, los esqueletos fosilizados permiten conocer la anatomía de los dinosaurios, su forma y su tamaño, mientras que sus dientes y las características de sus mandíbulas ayudan a saber de qué se alimentaban. También se han encontrado nidos con sus puestas de huevos que “nos hablan” de sus hábitos reproductivos, e impresiones de la piel dejadas en las rocas que nos permiten conocer qué recubría su cuerpo.</p> <p>Con todo, buena parte de lo que sabemos de las actividades y comportamientos de los dinosaurios ha podido descubrirse a partir del estudio de las huellas que dejaron al desplazarse sobre sedimentos blandos. La mayoría de aquellas huellas desaparecieron, pero algunas quedaron preservadas al transformarse esos sedimentos en rocas. Estas huellas, denominadas icnitas, a veces son de varios individuos, incluso de diferentes especies. Es lo que sucede en el caso que vamos a analizar, (figura 1).</p> <p>En la superficie de unas rocas se han encontrado unas sospechosas marcas dejadas, probablemente, hace 100 millones de años por dinosaurios al desplazarse sobre unos lodos situados en la orilla de un lago. Lodos que se compactaron y se transformaron en las rocas que hoy vemos.</p>

Las marcas parecidas a pisadas de aves se interpretan como huellas de dinosaurios carnívoros de marcha bípeda. Las marcas más redondeadas y grandes serían huellas de las patas posteriores de dinosaurios herbívoros cuadrúpedos, y las más pequeñas corresponderían a sus patas anteriores. Rodeados por muchas huellas se observan unos huesos fosilizados de dinosaurio que tienen marcas dejadas por mordeduras. Unos metros al sur de estos huesos hay otros que no presentan mordeduras.

El estudio de distintos tipos de marcha en diversos vertebrados actuales nos permite suponer que las huellas poco marcadas y próximas indican marcha pausada, mientras que las marcas más pronunciadas y separadas indicarán carrera. La existencia de unas marcas que se superponen a otras nos ayuda a establecer la secuencia de acontecimientos.



(Figura. 1 Icnitas)

- b) Analiza las huellas que aparecen en la figura 1 y señala con un trazo el recorrido seguido por cada dinosaurio.
- c) ¿Cuántos dinosaurios herbívoros y cuántos carnívoros han dejado sus huellas?
- d) ¿Qué les hace correr a unos y a otros?
- e) Reconstruye la secuencia de acontecimientos y determina quién se comió al dinosaurio.

Actividad tomada y adaptada de: Sequeiros et al., (1996)

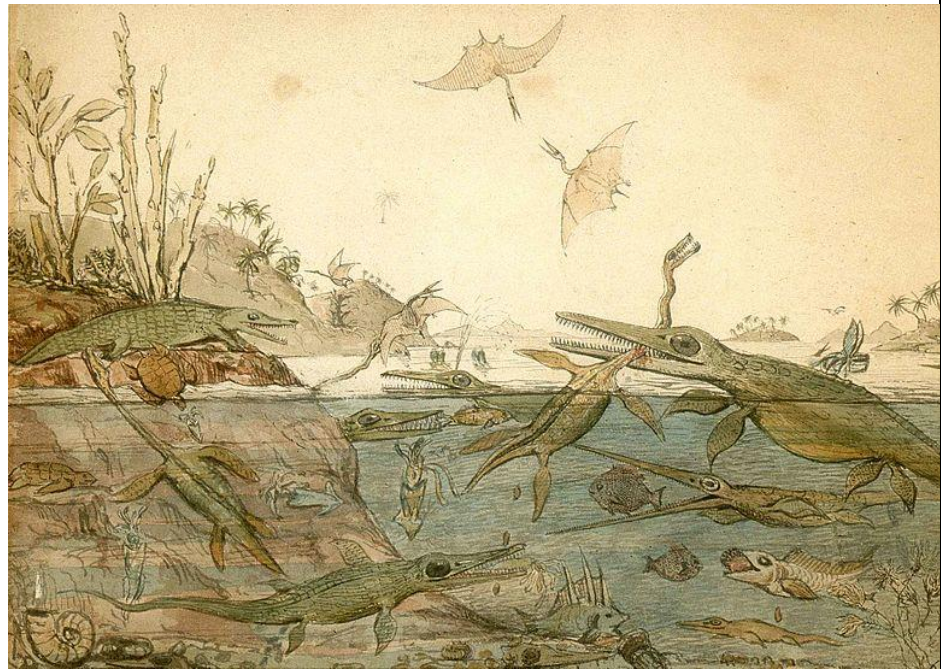
Fósiles – ¿Tecnofósiles?

Fósiles – Tecnofósiles

Los fósiles son los registros “restos” de organismos que existieron hace miles o millones de años, es decir que vivieron en otra época geológica. La fosilización es un proceso natural que ocurre de manera casi imperceptible y requiere de condiciones muy específicas, los registros fósiles “cuentan” una parte importante de la historia natural del planeta Tierra, no cuentan toda la historia porque el registro fósil es incompleto ya que no todos los organismos llegan a fosilizarse; la fosilización de organismos particulares como bacterias e insectos en ámbar es realmente una excepcionalidad.

Según el Museo de la Plata., (2022) la presencia de fósiles indica, no sólo los cambios dentro de los grupos de animales y plantas, sino también las modificaciones naturales del paisaje a través de buena parte de los 4.500 millones de años que tiene de edad nuestro planeta. Es así como en 1830 Henry De la Beche realizó una famosa acuarela llamada *Duria Antiquior* que es la primera representación pictórica de una escena de la vida prehistórica basada en evidencia fósil registrada por Mary Anning, la primera paleontóloga reconocida en Inglaterra.

Duria Antiquior. Henry De la Beche (1830)



Proceso de fosilización de un amonite. Tomado de Adamonis y Concheyro, (2007)

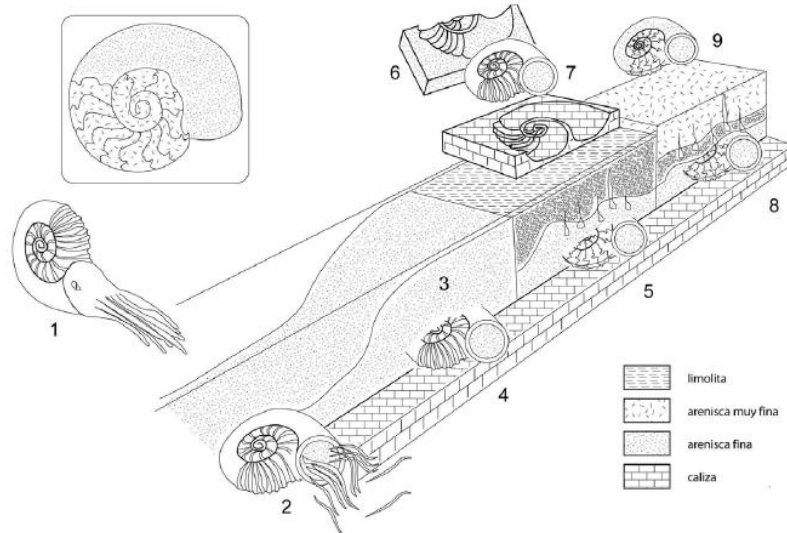


Figura 2. 11. 1. amonite vivo, dentro de su conchilla calcárea; 2. amonite muerto, apoyado sobre el sedimento del fondo. Las partes blandas del organismo inician su descomposición; 3. los sedimentos se acumulan sobre el fósil en proceso de formación. 4. la parte interna de la conchilla se rellena con sedimento, la conchilla y el sedimento comienzan a diagenizarse, se genera un molde interno; 5. la acidez del medio destruye la conchilla disolviéndola y permite observar el molde interno del amonite; 6. formación de un molde externo; 7. conservación de la conchilla calcárea o preservación de partes duras; 8. reemplazo de la conchilla por soluciones inorgánicas de variada composición, ejemplo: yeso, dando lugar a un molde secundario; 9. preservación del molde compuesto.

La siguiente imagen muestra el posible proceso inicial de fosilización de un felino cuyo cuerpo se ira cubriendo de sedimentos conforme pasa el tiempo y las corrientes de agua los vayan depositando sobre el cadáver.

Tomado de Peruanik & Geographic, (2021)



2. Tecnofósiles

Para científicos como Waters et al., (2016) Los depósitos antropogénicos recientes contienen nuevos minerales y tipos de rocas, lo que refleja la rápida diseminación mundial de nuevos materiales, incluidos el aluminio, el hormigón y los plásticos que forman abundantes "tecnofósiles" que evolucionan rápidamente (p.137). Como se vio en la sesión anterior, las condiciones del medio en el que se posibilita la formación de un fósil son bastante específicas; estos fósiles, a su vez, son el registro y constituyen la evidencia científica de la existencia de formas de vida, recordando además que las huellas e incluso las éses (coprolitos) de tales formas de vida son consideradas parte de dicha evidencia. Entonces, el término "tecnofósil" denota la analogía asociada a aquellos artefactos construidos por los humanos como los celulares, los computadores, cepillos de dientes y principalmente el plástico, así como el conjunto de los demás materiales implicados en su fabricación masiva y que inevitablemente ya hacen parte del registro estratigráfico de la actividad humana. Al igual que los organismos fosilizados, los tecnofósiles se encuentran en estratos cubiertos por procesos de sedimentación; dada la composición química de muchos artefactos, les permite poseer cierta resistencia a la degradación química y física y esto permite pensar que tras miles o millones de años pasarían por un proceso análogo de fosilización.

A continuación, se muestran algunas imágenes de materiales y artículos considerados como tecnofósiles.



Fig. 2. A, Aspecto de la cala de Tunelboka, junto a Punta Galea (Getxo, Bizkaia), donde puede observarse el grueso acúmulo de sedimentos de origen industrial que forma la playa cementada, en discordancia angular con los estratos del Eoceno de los acantilados. B, Areniscas con estratificación cruzada y algunos niveles de cantos de la parte alta de la serie industrial de Tunelboka. En segundo plano, las capas de origen marino profundo del Eoceno. C) Areniscas y niveles de cantos en la parte media-superior de los depósitos antrópicos en la playa de Gorrondabze (Getxo, Bizkaia). Hace años que los aportes de escombros industriales cesaron y las olas van erosionado estos depósitos, habiéndose formado un lecho más reciente, compuesto principalmente por cantos rodados de tonalidades más claras de roca eocénica. D) Detalle de un nivel conglomerático en la mitad inferior de la misma serie sedimentaria, donde pueden observarse numerosos fragmentos de escorias y ladrillos, así como también algún que otro canto proveniente de la erosión de los materiales del Eoceno. (Fotografías del autor).

Tomado de (Astibia, 2012)

Tecnofósiles de Izquierda a derecha: Control consola, casete, disquete. Artículos que han sido producidos en masa y que posteriormente son depositados en botaderos y/o que han sido transportados por el agua hasta alcanzar un lugar en el que se van cubriendo por sedimentos. Si bien no se "fosilizan" igual que un organismo, son artículos que van quedando guardados como registros estratigráficos de actividad humana.



(Imágenes libres)

Como material de apoyo, puede observar la conferencia “Tecnofósiles, la huella del ser humano. Reflexiones desde el fenómeno minero” de Carlos Vera y Organizada por el Instituto de Cultura y Patrimonio de Antioquia. https://www.youtube.com/watch?v=FqDh3xpKeZ0&ab_channel=Alcald%C3%ADaLaUni%C3%B3nAntioquia

- a. ¿Por qué algunos científicos proponen que los tecnofósiles se pueden considerar como un registro estratigráfico para formalizar el Antropoceno como una época geológica?

Entonces. ¿Cuándo pudo haber iniciado el Antropoceno?

En el tiempo geológico una época precede a otra, en geología se ha considerado que el fin e inicio de una era, periodo o época se caracteriza por un evento particular y de magnitudes planetarias acompañado de condiciones de orden climático que condicionan la dinámica de los ecosistemas y tienen efectos sobre las formas de vida existentes en su momento. Por ejemplo, el inicio del Holoceno se puede establecer cuando se retiraron los casquetes glaciares que cubrían casi la totalidad de planeta y está marcado por una relativa estabilidad climática en términos de temperaturas y actividad sísmico-volcánica.

- a) Realice en grupo la lectura: “Para comprender el Antropoceno” de (Arias, 2018) esta servirá como complemento teórico y problematizador para aproximarse a las respuestas de la pregunta orientadora
- b) Con base en la Tabla Cronoestratigráfica Internacional identifique: los Eones, Eras, Periodos y Épocas. Una vez identificadas establezca:
- El rango en millones de años la duración de cada uno de los eones.
 - El rango en millones de años la duración de cada una de las eras.
 - El rango en millones de años la duración de la era del Pleistoceno y del Holoceno.
 - El periodo al que corresponden las épocas del Pleistoceno y del Holoceno.
 - ¿Qué permite considerar el cambio de una época a otra?
- c) En grupos de trabajo realice una línea de tiempo en la que ubique los sucesos que considere importantes para definir el inicio del Antropoceno como una nueva época. Establezca además el tipo de implicaciones en su elección y argumente por qué dicho suceso o evento se puede utilizar para marcar el inicio de dicha época.

Extinciones – Pérdida de biodiversidad

Extinciones – Pérdida de biodiversidad

1. En esta sección damos una mirada al trabajo que realizan Nicholas de Pencier, Edward Burtynsky y Jennifer Baichwal. “*The Anthropocene Project*”. El Proyecto Antropoceno es un cuerpo de trabajo multidisciplinario que combina documentales, fotografía de bellas artes, cine, realidad virtual, realidad aumentada e investigación científica para investigar la

	<p>influencia humana en el estado, la dinámica y el futuro de la Tierra. Diseñado para abrir una exploración única y complementaria de ubicaciones, ideas y temas, el video de 360° y la realidad virtual cinematográfica tienen como objetivo crear experiencias que literalmente lleven a los espectadores a las realidades del Antropoceno.</p> <p>2. (De penciér et al., 2018)</p> <p>Enlace al proyecto: https://theanthropocene.org/</p> <p>a) Observe el video disponible en 360° denominado “Quema de marfil”.</p> <p>b) ¿Qué sensación siente al observar la problemática?</p> <p>c) ¿Qué intereses cree que movilizan la pérdida de biodiversidad a nivel mundial?</p> <p>d) En Colombia ¿Cuáles son las especies con mayor peligro de extinción y cuáles son las causas?</p>
<p>Transformación del paisaje natural</p>	<p style="text-align: center;">Transformación del paisaje natural ¿Cómo dar cuenta de las transformaciones siconaturales del Antropoceno?</p> <p>El diccionario de la Real Academia Española, posee cuatro conceptos para definir el término “museo”. Etimológicamente, proviene del lat. <i>musĕum</i> “lugar consagrado a las musas”, “edificio dedicado al estudio” y del griego <i>Μουσείον Mouseion</i>. “Templo de musas”. Mediante una corta unificación de dichos conceptos, se puede considerar que el museo es un lugar o institución que adquiere, conserva, estudia y expone al público objetos de interés cultural y que pueden atraer el interés del público con distintos tipos de fines, educativos, culturales, turísticos, entre otros. Sin embargo, estos conceptos pueden ser una aproximación un poco instrumental y reduccionista cuando los objetos y el mismo museo se limitan al consumo visual, ¿qué de educativo se encuentra en un museo? ¿qué de la cultura se interioriza o exterioriza al contemplar una obra? ¿de qué da cuenta la obra? Son solo algunas de las preguntas que se pueden plantear para propiciar habilidades argumentativas frente a temas o controversias que resulten pertinentes de tratar.</p> <p>Por su parte, en la escuela, se puede considerar la creación de una especie de museo, un lugar no necesariamente permanente y convencional en el que se expongan las obras construidas por los estudiantes, cuyo fin promueva la divulgación del conocimiento escolar a través del arte. En este sentido, el arte constituye un pilar fundamental para la consideración del tipo de museo, puesto que visibiliza el tipo de significados que hacen de un objeto una obra con sentido y que puede llegar a representar los sentires o significados de un colectivo o una comunidad estudiantil en torno al Antropoceno. De modo que, en esta propuesta de museo, se podría pensar que el arte es sin duda una forma de mostrar lo que somos y hemos hecho en el cumulo de las transformaciones y problemáticas socioambientales humanamente construidas.</p> <p>Por poco convencional que sea, en esta propuesta de museo escolar se debe privilegiar tanto la contemplación y comprensión de las obras como la reflexión o el mensaje que intentan dar los expositores, tras un riguroso estudio de las cuestiones disciplinares, ideológicas e incluso personales que contienen las obras que realizan y que por sí mismas se corresponden a un momento en el que converge la inspiración con las formas y ritmos de vida globales y personales. Para Escudero, (2020) el mundo actual y moderno hace uso de la <i>visualidad</i> de una manera extrema, lo cual puede convertir a las obras en objetos prematuros y relegados a la satisfacción visual (consumo visual) y demanda de contenido por parte de quien se dedica a observar la obra sin comprender o preguntarse por su significado y el lugar que ocupa en la razón o el sentimiento que pueda o no generar, por lo tanto los museos tienen el potencial para construir ciudadanía.</p> <p>Con esta aproximación a la comprensión sobre el sentido y fin de los museos, se abordan a continuación algunas exposiciones en las que las obras exponen el Antropoceno y sumergen al espectador en una especie de reflexiones sobre las transformaciones del mundo natural y social, así como de las circunstancias que han hecho posible hablar de la posible existencia de una nueva época geológica.</p>

1. **En grupos de trabajo, realicen un recorrido por la exposición virtual:** Arte y Biodiversidad en Escenarios Periurbanos del Museo de la Ciencia y el Agua, disponible en el siguiente enlace: <http://cienciavagua.org/exposicion/antropoceno/> o ingrese directamente a la exposición a través del enlace: <http://cienciavagua.org/exposicion-virtual-2/> y responda las siguientes preguntas.

- a) ¿Cuál podría ser la intención de los expositores con la obra?
- b) ¿Qué relación podría existir entre el arte la biodiversidad y el Antropoceno?
- c) ¿De qué manera los museos contribuyen a la comprensión del Antropoceno?

2. **Ingresen al enlace: observe las obras de Juan Duran; tales obras hicieron parte de una exposición temporal del Museo Nacional de Colombia titulada: Paisajes de Buenaventura, arte, vida y resistencias. Respondan las siguientes preguntas.**

- a) ¿De qué manera el arte nos permite comprender el impacto de las actividades antropogénicas?
- b) ¿Qué sensaciones les suscitan las obras?
- c) ¿Cuál podría ser el mensaje que intenta dar el expositor con sus obras?
- d) ¿Cuál es la importancia de este tipo de obras?

3. **En grupos de trabajo realizamos el montaje de una exposición itinerante y temporal en la cual, a través de obras como pinturas, murales, esculturas, fotografías intentamos mostrar a la comunidad educativa la manera en que las transformaciones del paisaje natural se relacionan con dimensiones sociales y culturales generando así una gran hibridación sacionatural, para ello se cuenta como referente el libro “Colombia compleja” del Escritor Julio Carrizosa Umaña. Nuestras obras se caracterizarán por aproximarse a los siguientes criterios**

- a) La obra debe contar con una descripción.
- b) Articular la percepción sobre la realidad y la imaginación.
- c) Propiciar la sensibilización.
- d) Fomentar la reflexión.

4. **Teniendo como referente teórico el libro Extractivismos de Eduardo Gudynas En grupos de trabajo realizamos una cartografía socioambiental en la que identifiquemos en la geografía colombiana aquellos lugares tanto próximos como lejanos en los cuales se llevan a cabo procesos o actividades de extracción.**

Para realizar esta cartografía podemos utilizar los siguientes símbolos.



Imagen tomada de: (Muñoz et al., 2019)

- a) Para cada uno de los casos establezcan las relaciones de orden social, social, político, económico y ambiental.
- b) Para cada uno de los casos establezcan las implicaciones de orden social, social, político, económico y ambiental.

Sostenibilidad
Conservación y restauración

Sostenibilidad Conservación y restauración ¿Cómo significar y vivir en el Antropoceno?

1. **Realice la siguiente lectura a modo de contextualización, esta servirá como punto de partida para abordar el módulo de sostenibilidad, conservación y restauración; así como para el desarrollo de las actividades propuestas. Como Material de apoyo a la lectura puede observar la charla: “10 years to transform the future of humanity” de Johan Rockström mediante el siguiente enlace: <https://youtu.be/8Sl28fkrozE>**

Las fronteras planetarias

En 2009, un grupo de científicos, liderados por Johan Rockström Entonces director del centro de resiliencia de Estocolmo y will steffen profesor de la Universidad Nacional Australiana, propusieron el marco conceptual de las fronteras planetarias o límites planetarios para evaluar lo más exactamente posible el estado de nueve procesos fundamentales para la estabilidad de los sistemas de la tierra, con el propósito de definir un espacio de operación seguro para el desarrollo y progreso de la humanidad.

Con base en las evidencias científicas sobre el funcionamiento y la resiliencia de los sistemas de la tierra, identificaron y definieron cuantitativamente los umbrales de las fronteras que, en caso de ser superados, podrían poner en peligro la habitabilidad del planeta: 1) cambio climático, 2) integridad de la Biosfera, 3) Reducción de la capa de ozono, 4) acidificación de los océanos, 5) cambios en los ciclos biogeoquímicos del nitrógeno y del fósforo, 6) cambios en el uso del suelo, 7) uso del agua dulce, 8) concentración de aerosoles en la atmósfera y 9) contaminación química e introducción de nuevas sustancias.

las investigaciones mostraron que para el 2009 los impactos de la actividad humana ya habían superado el límite de operación seguro establecido para tres de estas fronteras; cambio climático, cambios en la integridad de la Biosfera y cambios en los ciclos biogeoquímicos del nitrógeno y del fósforo, y ubicaron las dos últimas más allá de la zona de incertidumbre, es decir, en una situación en la que existe un alto riesgo para la humanidad; el cambio climático, Por su parte, se ubicó dentro de la zona de incertidumbre, es decir, en una situación de riesgo creciente como se muestra en la siguiente imagen.

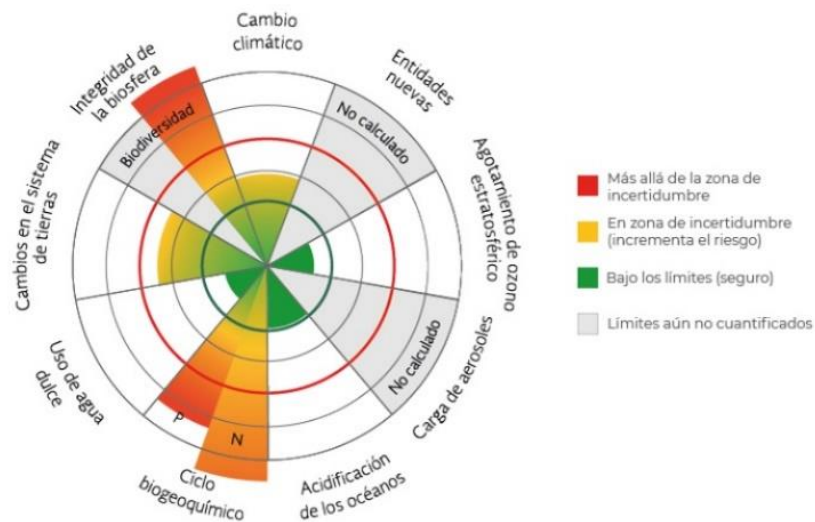


Imagen tomada de: (Steffen et al., 2015)

Unos años después, Steffen *et al.* (2015) actualizaron estos estudios y definieron con mayor precisión los límites propuestos por Rockström *et al.* (2009), y advirtieron que “la presión antrópica sobre el sistema terrestre ha alcanzado una escala en la que un abrupto cambio ambiental global se vuelve cada vez más próximo” (p.736). estos autores dejaron en claro que El Mundo no puede sostener la actual tasa de pérdida de especies sin que esto derive en colapsos funcionales de los ecosistemas; que las concentraciones de CO₂ en la atmósfera pueden conducir a situaciones de peligro inminente para la humanidad, y que es urgente eliminar los fertilizantes nitrogenados en la agricultura, ya que han sido los principales responsables de la alteración del ciclo del nitrógeno. La siguiente imagen muestra cómo la frontera de cambios en el uso del suelo se unió, en 2015, a las que ya habían superado el umbral de seguridad, y se ubicó en la zona de incertidumbre.

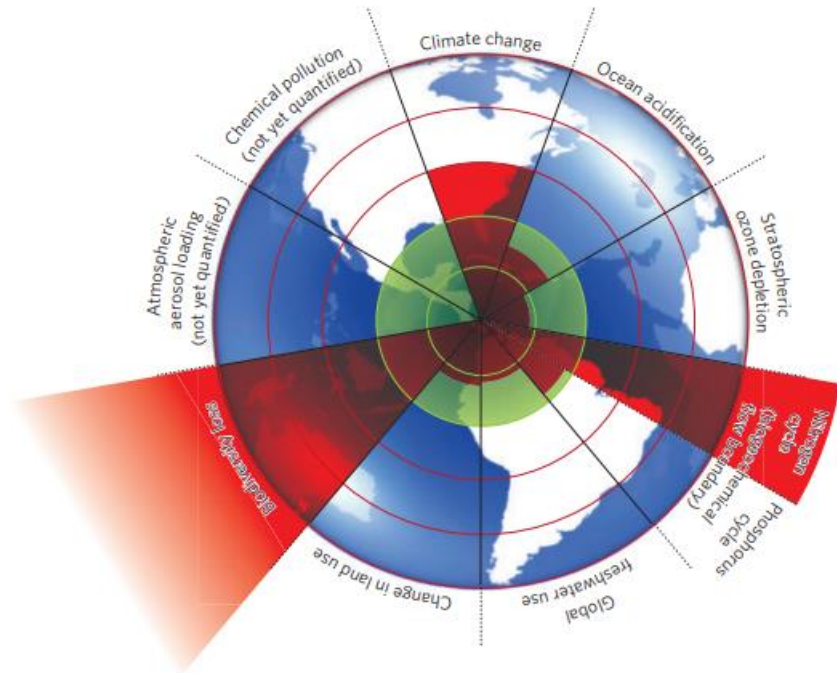


Imagen tomada de: (Rockström et al., 2009)

La Tierra es un sistema muy complejo, cuyo funcionamiento depende de las interrelaciones entre diferentes procesos biológicos, químicos, físicos, y culturales, y de las interacciones entre la atmósfera, los océanos, el suelo, el agua dulce y los millones de especies que la habitan. En este sentido, definir el espacio de operación seguro para la humanidad es un asunto rodeado de incertidumbre, debido a la dificultad para disponer de la información necesaria para establecer los límites acerca del efecto que puede tener la superación de las fronteras planetarias sobre sus condiciones de vida y su bienestar.

Tomado de (Guhl, 2022)

2. Con base en el documental “Breaking Boundaries: The Science of our planet” debate en grupos los siguientes ítems para luego abrir un espacio de socialización

- a) ¿Existe pérdida de biodiversidad en nuestro entorno?
- b) ¿Qué factores influyen en la pérdida de biodiversidad?
- c) ¿Cómo consultar y evidenciar la pérdida de biodiversidad?
- d) ¿Conozco alguna especie en peligro de extinción, que factores inciden en este caso?
- e) ¿Cuánta agua se necesita para alimentar el mundo?
- f) ¿Existe un límite global para el uso del agua dulce?
- g) ¿De dónde proviene el agua que bebemos en casa?
- h) ¿En qué estado sale el agua que entra a nuestra casa?
- i) ¿Cuál es el estado de los cuerpos de agua cercanos a nuestra casa, colegio?

	<p>j) ¿Es posible estudiar las condiciones fisicoquímicas de los cuerpos de agua? ¿Qué condiciones es posible medir y cómo lo harían?</p> <p>3. En grupos de trabajo realice con la ayuda del maestro una práctica de laboratorio en la que se analicen y comparen las condiciones fisicoquímicas de varias muestras de agua. Mediante la pregunta orientadora ¿Cuáles son las características fisicoquímicas del agua del lago, o río más cercano a mi entorno escolar?</p> <p>a) Tome las medidas de los siguientes parámetros: Temperatura, turbiedad, pH, Oxígeno disuelto y dureza</p> <p>b) Compare los parámetros medidos entre cada una de las muestras ¿Existen diferencias, a qué se deben?</p> <p>c) Responda a la pregunta orientadora haciendo uso de los datos obtenidos, además establezca relaciones causa-efecto.</p> <p>4. Mediante Google Earth identifique los ríos y lagos que se encuentran cerca al colegio realicen los siguientes ítems</p> <p>a) ¿En dónde “nace” dicho río, cuál es el recorrido que realiza y con qué poblaciones interactúa?</p> <p>b) ¿Existen construcciones o industrias que pueden estar relacionadas con las mediciones realizadas en la práctica de laboratorio?</p> <p>c) ¿En qué lugar y río desembocan los afluentes escogidos, qué actividades se desarrollan allí?</p> <p>d) ¿Qué acciones personales y comunitarias se podrían llevar a cabo para mejorar las condiciones fisicoquímicas de estos cuerpos de agua?</p> <p>5. Teniendo en cuenta la lectura: “Al cuidado del Jardín Antropocénico” y la ficha gráfica: “Hipopótamos en Colombia” del Instituto Humboldt problematizo en grupos de trabajo y mediante una exposición los ítems a, b y c. Para tal fin, cuento con la pregunta orientadora ¿Cuál es la relación entre la problemática de los hipopótamos en Colombia y el Antropoceno?</p> <p>a) El significado de la sostenibilidad o sustentabilidad en el Antropoceno.</p> <p>b) El significado de la conservación en el Antropoceno.</p> <p>c) El significado de la restauración en el Antropoceno.</p> <p>6. Con la colaboración del maestro y en grupos de trabajo planteamos un modelo de desarrollo que permita “adaptarse” a las condiciones de vida que plantea el Antropoceno. Como material de apoyo contamos con el siguiente manual de biomimesis https://toolbox.biomimicry.org/es/ además de la lectura “¿Desarrollo sostenible o sustentable? La controversia de un concepto” que nos aportará conceptualizaciones para reflexionar sobre los términos sostenible y sustentable.</p> <p>a. En grupo realizo una exposición del proyecto o modelo en el que socializo los principales retos a los que se enfrenta el modelo en dimensiones como la resiliencia, la ética y la participación política.</p>
--	--

REFERENCIAS

	<p>Adamonis, S., & Concheyro, A. (2007). Los fósiles y los procesos de fosilización. In <i>Invertebrados fósiles Tomo I</i> (pp. 25–45). Fundación de Historia Natural Félix de Azara.</p> <p>Arias, M. (2018). <i>Antropoceno La política en la era humana</i> (Primera Ed). Penguin Random House Group Editorial, S. A. S.</p> <p>Astibia, H. (2012, September). Tunelboka y Gorrondatxe (Getxo , Bizkaia),</p>
--	---

	<p>fósiles humanos para el Antropoceno. <i>Tunelboka y Gorrondatxe (Getxo, Bizkaia), Fósiles Humanos Para El Antropoceno</i>. https://www.euskonews.eus/0640zbnk/gaia64002es.html</p> <p>De penciencier, N., Burtynsky, E., & Baichwal, J. (2018). <i>The Anthropocene Project</i>. The Anthropocene Project. https://theanthropocene.org/</p> <p>Escudero, S. (2020). Museo constructor de ciudadanía. In B. B. Soares, K. Brown, & O. Nator (Eds.), <i>Definir los museos del siglo XXI: experiencias plurales</i> (1st ed.). Comité Internacional para la Museología ICOFOM.</p> <p>Guhl, E. (2022). <i>Antropoceno: La huella humana. La frágil senda hacia un mundo y una Colombia sostenibles</i> (Primera Ed). Editorial Pontificia Javeriana. https://doi.org/http://doi.org/10.1144/Javeriana/9789587816860</p> <p>Jiménez, A. (2010). Biodiversidad y Tectónica de Placas. <i>Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra: Revista de La Asociación Española Para La Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra</i>, 18(1), 85–96. https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/viewFile/200087/267546%0Ahttp://www.raco.cat/index.php/ECT/article/viewFile/200087/267546</p> <p>López, J., & Cebriá, J. (2015). Volcanismo y Tectónica de placas. <i>Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra: Revista de La Asociación Española Para La Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra</i>, 23(1), 12–23.</p> <p>Servicio Geológico Mexicano. (2017). <i>Estratigrafía</i>. Museo Virtual - Estratigrafía - Introducción. https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Estratigrafia/Introduccion-estratigrafia.html</p> <p>Muñoz, E., Restrepo, J., & Alturo, L. (2019). <i>Cartografía socioambiental y diagnóstico participativo</i>. Editorial UAM- Universidad Autónoma de Manizales. https://editorial.autonoma.edu.co/index.php/libros/catalog/view/197/105/309-1</p> <p>Pardo, E. (2019). Generación de una falla en dirección en el laboratorio como modelo analógico de una falla transformante continental. <i>Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra: Revista de La Asociación Española Para La Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra</i>, 27(1), 47. https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/356264</p> <p>Peruanik, R., & Geographic, N. (2021). <i>Felino muerto dentro de un cuerpo de agua</i>. Instituto de Geociencias de Madrid. https://twitter.com/IGeociencias/status/1423229682066022402/photo/1</p> <p>Museo de la Plata. (2022). <i>Evidencias de vida del pasado</i>. Evidencias de Vida Del Pasado. https://www.museo.fcnym.unlp.edu.ar/home/evidencias-de-vida-del-pasado-344</p> <p>Rockström, J., Steffen, W., K. Noone, Å. Persson, Chapin, F. S., E. F. Lambin, T. M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H. J. Schellnhuber, B. Nykvist, C. A. de Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sörlin, P. K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, ... J. A. Foley. (2009). A safe operation space for humanity. <i>Nature</i>, 461(September), 472–475.</p> <p>Sequeiros, L. (2010). Breve historia de la geología de América Latina. <i>Llull: Revista de La Sociedad Española de Historia de Las Ciencias y de Las Técnicas</i>, 33, 179–208.</p> <p>Sequeiros, L., Pedrinaci, E., & Berjillos, P. (1996). Cómo enseñar y aprender los significados del Tiempo Geológico: algunos ejemplos. <i>Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra</i>, 4(2), 113–119.</p>
--	---

	<p>Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., Biggs, R., Carpenter, S. R., De Vries, W., De Wit, C. A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G. M., Persson, L. M., Ramanathan, V., Reyers, B., & Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. <i>Science</i>, 347(6223). https://doi.org/10.1126/science.1259855</p> <p>Waters, C. N., Zalasiewicz, J., Summerhayes, C., Barnosky, A. D., Poirier, C., Gałuszka, A., Cearreta, A., Edgeworth, M., Ellis, E. C., Ellis, M., Jeandel, C., Leinfelder, R., McNeill, J. R., Richter, D. D. B., Steffen, W., Syvitski, J., Vidas, D., Wagreich, M., Williams, M., ... Wolfe, A. P. (2016). The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. <i>Science</i>, 351(6269). https://doi.org/10.1126/science.aad2622</p>
--	---

ANEXO 2

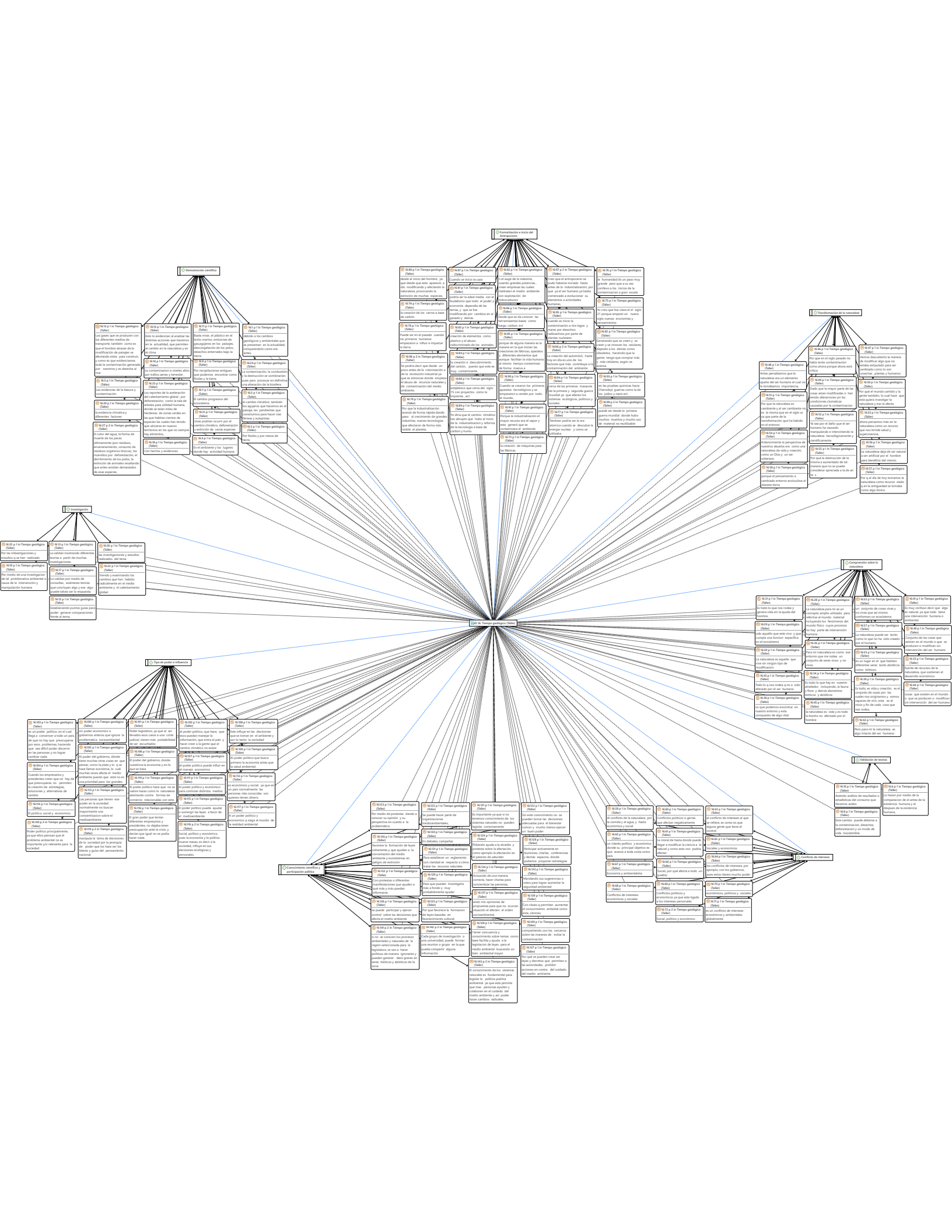
Cuestionario pretest

Código Estudiante	1. ¿Conoce el término Antropoceno?	2. Si la respuesta a la pregunta 1 fue (No), ¿de dónde proviene dicho conocimiento?	3. Describa brevemente que comprende o significa para usted el término Antropoceno.	4. Si la respuesta a la pregunta 1 fue (No) ¿Cuáles cree que son las razones del desconocimiento?	5. De acuerdo con la siguiente escala que nivel de interés siente con respecto al conocimiento del Antropoceno.	6. ¿Con qué aspectos cree que podría estar relacionado el Antropoceno?	7. ¿De qué manera los aspectos mencionados anteriormente podrían tratarse para abordar el Antropoceno?	8. Indica los problemas a los que la humanidad debe hacer frente hoy.	9. ¿Los problemas mencionados anteriormente están relacionados de alguna manera?	10. Señale: ¿Cuáles podrían ser las causas y los efectos de dichos problemas?	11. ¿Considera que es la actualidad el planeta Tierra atraviesa un tipo de crisis?	12. Si la respuesta a la anterior pregunta fue (si), describa brevemente las características de dicha crisis.
E1	No	No	Al reflexionar a uno se entiende por humano entones creo q tratamos alguna tema que tenga q ver con el ser humano.	Quizás que nunca avian implementado ese termino en mi vida cotidiana	Interesado (a)	Creo que se refiere a la época o a una era en tiempo	Quizá para estudiar y comprender más a profundidad	A la contaminación la discriminación y la sociedad en general	Si	Si	Si	Si
E2	Si	Periódicos	Muestra la manera que generamos los humanos a nivel ambiental		Poco interesado (a)	Científico y social	Dentro de investigaciones o debates	Los problemas psicológicos y ambientales, sin nombrar factores sociales que atentan con la integridad de las personas.	Si	La contaminación a todos los niveles desde andriva, visual y ambiental que genera desigualdades.	Si	La contaminación refiero, ya que si se hubiera un mejor manejo a dicha problematica se podría escalar ramas menores de estos problemas.
E3	No	No	Es el termino que se usa para muestra era como el jurásico.	El echo de que no se a formalizado su existencia o veracidad de la palabra.	Interesado (a)	El cambio climático.	Desde una perspectiva actual	El cambio climático, cultural y social	Si	Si	Si	Si
E4	Si	Redes sociales	periodo geológico	N/A	Interesado (a)	calentamiento global	N/A	Contaminacion global	Si	No	Si	No
E5	Si	Comentarios de conocidos	Es el impacto sociológico del humano en la tierra	Dije que si	Interesado (a)	Con desastres ambientales	Por que algunos de los desastres naturales que a afectado al mundo lo por algún error que cometió el humano	El cambio climático la falta de aire limpio los daños a la capa de ozono	Si	Si	Si	Si
E6	No	No	Una época	Nadie lo comenta, y nadie publicada nada de esto	Interesado (a)	Ambiente	Época geológica	Cuidado de la casa comun. No ser ignorantes	Si	Por qué no le podemos atención y normalizar todo	Si	Esta siendo contaminada, perdiendo bosques y árboles y dañando su ecosistema
E7	No	No	Es algo para asignar los problemas ambientales, climáticos y de biodiversidad.	el hecho de que solo conozca los problemas climáticos pero nunca me intereso a profundidad por lo que tampoco investigué el nombre o termino usado.	Interesado (a)	clima, medio ambiente, animales, humanidad.	pues todo gira en la contaminación y está así basado en muchos aspectos, como los que mencioné anteriormente, por lo que cada uno de ellos se podría abordar fácilmente.	crisis climática, calentamiento global, producción de gases en el ambiente, etc.	Si	Si	Si	Si
E8	No	Artículos científicos	El Antropoceno es una época geológica propuesta por una parte de la comunidad científica	La información confiable siempre son los reportes de científicos	Interesado (a)	Echos en la Naturaleza sin explicación	En abordar a profundidad la naturaleza	Calentamiento global, deforestación y afectaciones hacia el planeta causadas por nosotros	Si	Explotamiento de recursos y de terreno	Si	Menos funcionalidad del planeta y empujar la cinción
E9	No	No	pues que es como la raza humana a influenciado en el medio ambiente mundial y a llegado a igualar fuerzas naturales	en mi caso considero que es porque sabia de esto pero no sabia que tenía este nombre, por lo cual mi información era limitada sobre el significado antropoceno	Interesado (a)	con el cambio climático causado por el hombre	el cambio climático, los gases de dióxido de carbono, el medio ambiente	los cambios ambientales ya que estos afectan zonas o diferentes cosas relacionados con la naturaleza y la contaminación ya que esta genera cambios perjudiciales	Si	el uso de carros, motores, fábricas que contaminan el ambiente	Si	hay muchos tipos de crisis, como guerra en países, problemas económicos, y problemas ambientales en rios y lugares naturales y lugares donde abunda la contaminación
E10	Si	Artículos científicos	Es la repersución que tiene la acumulación de gases en el ambiente	.	Poco interesado (a)	Cambio climático	En relación al término	Cambio climático Consumo	Si	Si	Si	Si
E11	Si	Redes sociales	auge de el humano	si lo conozca	Interesado (a)	con el humano	no se	contaminacion reparticion de recursos pobres y recursos limitados	Si	la extincion de el humano	Si	falta de recursos mala administracion y muerte de personas inocentes
E12	Si	Redes sociales	Impacto global que el humano a tenido sobre el ecosistema terrestre	Pues la verdad no es que sepa mucho, pero todos en el planeta de conocer un tema toma diferentes concepciones, si pues a veces nos interesamos mas por otros temas no muy importantes que aprender sobre la historia de nuestro planeta.	Interesado (a)	Con el calentamiento global, evolucion planetaria, historia del humano	Segun el concepto de antropoceno, seria el impacto del humano sobre la tierra y pues todos los impactos nos lleva a la contaminación, calentamiento global y todo eso	Contaminación, calentamiento global, extincion animal.	Si	Si	Si	Si
E13	No	No	Una era que se aproxima	Por no haberse	Poco interesado (a)	Una era donde se cause los desastres del ambiente	Una infografía	El desastre del ambiente	No	El fin de los ecosistemas	Si	El desastre de los ambientes
E14	No	No	La conexión entre el humano y la tierra	Pues que no recuerdo haberlo escuchado o indagado	Nada interesado (a)	La verdad no estoy segura	Como dije anteriormente no estoy segura	Contaminación corrupción guerra estallidos rechazo social	Si	En principio la protección de nuestra sociedad y el individualismo de cada ser humano	Si	La contaminación es la principal puesto que por el día del dinero se refleja en lo que hacemos diariamente
E15	Si	Redes sociales	Es una nueva propuesta geológica por parte de la comunidad científica que busca al dabo de las acciones humanas para los ecosistemas		Interesado (a)	Cuidado del medio ambiente Estudios geológicos	Por que aborda el tema de los ecosistemas y lo que es la naturaleza	Contaminación, tala de árboles, no reciclar y uso de productos que dañan el medio ambiente	Si	Las causas somos los seres humanos y lo que causamos y los efectos son deteccion de nuestro planeta tierra, medio ambiente, ecosistemas y el sobrecalentamiento global	Si	Los ecosistemas y habitats de algunos animales estan siendo deteccion por la contaminación y el sobrecalentamiento global
E16	Si	Redes sociales	Es la influencia que tiene la humanidad dentro de la tierra		Poco interesado (a)	Con los cambios a va de lo q descubra el hombre	Ya que el antropoceno es la influencia a tenido el ser humano dentro de la tierra estos aspectos podrian tratarse ya q el ser humano a sido quien a modificado sierta cosas de la tierra normal	A el cambio climático y lo q conlleva este dentro de nuestro ecosistema	Si	El consumo que tenemos hoy en día y añadido a el efecto invernadero	Si	El deterioro de los glaciares, el dato en la capa de ozono, la contaminación en el aire, ETC...
E17	No	No	No se	Yo creo que es porque ningún profesor lo a mencionado	Interesado (a)	Creo que con aspectos históricos de hace muchos años	Explicando los aspectos y a si abordar mejor la palabra.	Contaminación y cambio climático	Si	Si	Si	La crisis es que el humano podría extinguir el planeta si no actuamos pronto
E18	No	Redes sociales	época geológica propuesta por una parte de la comunidad científica	Nunca habia oido de el.	Interesado (a)	La humanidad en su historia	El cambio climático	Pandemia	Si	Virus	Si	Pues la pandemia estamos en una pandemia la cual es grave y que no podemos salir porque hay un virus que está matando gente y no sabemos cuando terminara
E19	Si	Redes sociales	Etapa de la tierra en la cual el calentamiento global afecta a grandes escalas por la huella humana.		Muy interesado (a)	Calentamiento global Erago terrestre Destruccion humana	¿Por qué se genera el calentamiento global y en que nos afecta? ¿Que etapas ha tenido el planeta tierra y si algunos han sido similares? ¿Además de calentamiento global los humanos como más afectan a la naturaleza?	Calentamiento global Deforestación Cambio climático Pobreza Desigualdad Contaminación	Si	Causas: La contaminación masiva que emiten los humanos y la poca producción agrícola 100% natural. Efectos: Muerte humana y en general del planeta tierra, muchos incendios y épocas de sequía	Si	El calentamiento global está demasiado avanzado y la pobreza, las épocas de calor y la deforestación está aumentando rápidamente, los polos se derretirán y continuará a derretir anomalíamente generando muertes de muchos animales, lo mismo que hace la contaminación.
E20	Si	Artículos científicos	Es una forma de estudiar, entender, analizar la historia de la tierra como tal.	No aplica	Interesado (a)	La geología y el mundo	Con el tema del cuidado de la tierra y el mundo	Cuidar el planeta, no contaminar	Si	Botar basura en la calle o en el agua	Si	Contaminación y calentamiento global
E21	No	No	La verdad no lo habia escuchado anteriormente y en la lectura no entendí muy bien el termino pero creeria que es etapa que pasa el planeta por el calentamiento global	Por que nunca tuve curiosidad por el termino ni nadie me lo enseñó	Poco interesado (a)	Con el medio ambiente y sus problemas	Por medio de los temas del calentamiento también como otros aspectos	Diarios ambientales y sociales por cambios en el planeta	Si	Extinción de recursos, fauna y flora	Si	Los diferentes tipos de problemas de la extinción de animales pasando por tipo de exceso de basura, uso en el carbono dado en capa de ozono y distintos fillos naturales
E22	Si	Artículos científicos	El Antropoceno se hizo para mirar las consecuencias que hay en el clima y la biodiversidad como la acelerada acumulación de gases de efecto de invernadero como los gases irreversibles provocados por el gasto excesivo de recursos naturales.	No aplica	Interesado (a)	Con la meteorología que es el que estudia los fenómenos de la atmósfera	En la forma de que al estudiar la atmósfera se pueden ver los distintos fenómenos naturales	A las guerras, el agotamiento de recursos naturales como alimentos o minerales y los cambios climáticos.	Si	Si	Si	Si
E23	No	No	Son perspectivas conceptuales e históricas que fueron implementadas en las décadas de 1800 la huella humana impacto en el medio del ambiente.	Por qué actual mente no piensa mucho sobre estos temas.	Muy interesado (a)	Creo que por la historia en el ambiente.	Un aspecto sobre el funcionamiento del sistema tierra.	A las necesidades que actual mente con la comida entre más, pero nuestra vida.	Si	La población, la pobreza y los recursos que tienen.	Si	Por la cantidad de personas a dificultado las necesidades de muchas personas, se a visto que el salario que ganan no es suficiente para mantenerse.
E24	No	No	Lo que comprendo del antropoceno es que fue un época geológica que ha estado presente en el medio ambiente.	Si comprendo que es el antropoceno.	Interesado (a)	Con los cambios del medio ambiente.	Cómo lo mencioné en la anterior pregunta, el antropoceno está relacionado y abolido en el cambio climático.	Los incendios y las deforestaciones.	Si	Cambio climático y desintegración de la capa de ozono.	Si	Cambio de oxígeno y cambios de temperatura repetitivos que podrían a ocasionar problemas en la salud de todo ser vivo que habita en el planeta tierra.
E25	No	No	Es como una época o un periodo geológico	La mayoría de las personas no conocen el significado de este palabra	Interesado (a)	Con la época antigua y con diversos conceptos de las ciencias naturales	Indagando como implicaron estos aspectos a que lugar tuvieron dentro del Antropoceno	Cambio climático, calentamiento global, contaminación, deforestación y mal uso de recursos naturales.	Si	El mundo no volvería hacer igual, muchos recursos naturales se perderían y sin estos no podríamos vivir.	Si	Estamos destruyendo nuestra tierra con nuestras acciones, haciendo que perdamos recursos y beneficios que la naturaleza nos brinda y que necesitamos para vivir.

E26	No	No	No se	Que no la halla escuchado	Interesado (a)	Tal vez con aspectos históricos de hace muchos tiempo	Explicando los aspectos y a si abordar mejor la palabra	Contaminación y cambio climático	Si	El ser humano que no le importa los árboles ni la basura que el propio hace y los efectos es el calentamiento global, deterioro de los polos	Si	Las características de la crisis son el humano y la contaminación que el genera
E27	No	No	Pensé que era algo sobre antipodas antes de saber el término	No ve muchas noticias ni indagar sobre temas asociados	Interesado (a)	Con los recursos naturales y el ser humano	Con investigación sobre la biodiversidad y la naturaleza	El cuidado de seres vivos, la contaminación y el tratamiento de enfermedades	Si	El no pensar en el futuro al no valorar los recursos que tenemos	Si	El calentamiento global causado por la contaminación y extinción de seres vivos elementales para la vida humana
E28	No	No	Entiendo que es un término utilizado por la sociedad que se quiere referir a el impacto que ha hecho el ser humano y en la actualidad, el que ha hecho el calentamiento global, técnicamente se refiere a todo lo biológico y climático que hay en el mundo.	La verdad no voy muchas cosas de términos científicos aparte que no tengo disponible muchos aparatos tecnológicos por lo tanto no estoy al tanto de todo lo que pasa en la sociedad.	Muy interesado (a)	La humanidad, La naturaleza, La investigación, La ciencia, Gases, biodiversidad, recursos naturales.	Los científicos investigan a la humanidad creando y otorgando nuevos términos, el término Antropoceno entendido yo que habla sobre los gases, naturaleza y la biodiversidad que hay en el mundo y como se gastan los recursos naturales en ella.	La contaminación, la conciencia en cuidar el medio ambiente, la extinción de algunos animales, enfermedades debido a la contaminación, pronta extinción nuestra, (saliendo del tema: La corrupción, La guerra, la pobreza)	Si	En cuanto a la mayoría, la falta de madurez y la falta de conciencia es como vivimos y como queremos vivir en el futuro, no pensamos en como podríamos estar mas adelante si seguimos como estamos.	Si	El calentamiento global, El cambio climático: Esta es una crisis que ahora nos preocupa a algunas personas sabiendo que podría ser esta una posible causa de nuestra extinción, ya que como el hombre nos dice, el cambio climático es algo que como podríamos estar mas adelante si seguimos como estamos.
E29	No	Artículos científicos	La repercusión de la biodiversidad	Desconocimiento del término preguntado	Interesado (a)	Con el problema ambiental, cambio repentino del clima, tala de árboles	Podría tratarse con el problema natural que atraviesan algunas zonas	El problema de biodiversidad y la contaminación	Si	El consumo y explotar la natura prima	Si	Calentamiento global, cambio repentino de clima, falta de oxígeno no contaminado
E30	No	No	designar las repercusiones que tienen en el clima y la biodiversidad tanto la rápida acumulación de gases de efecto invernadero como los daños irreversibles ocasionados por el consumo excesivo de recursos naturales.	Nunca tuve curiosidad en el tema y nada me llevo a conocerlo	Poco interesado (a)	Calentamiento global Emisión de gases Contaminación Destrucción humana	En los distintos problemas que a través la humanidad y a sociedad por medio de los cambios climáticos	Calentamiento global Emisión de gases Contaminación Destrucción humana	Si	El mal consumo humano No saber aprovechar los recursos que las consecuencias es la muerte	Si	Gracias a la extracción de minerales en las minas y la contaminación que produce el hombre
E31	Si	Redes sociales	Es como el ser humano se ve involucrado en los datos de la tierra o el clima, como, el cambio climático que evidenciamos notoriamente en la actualidad a causa de los malos usos de los recursos	Se desconoce muchas veces sobre este tema o cosas del medio ambiente y vida, porque importa más cosas que guerra, diversión, entretenimiento o fanatismo; como, un partido, si alguien muriera o un finazo, que cosas mucho más importantes como nuestra vida en el mundo y nuestras acciones que con llevan	Muy interesado (a)	El uso excesivo de plásticos, muebles y recursos naturales, el mal manejo de los residuos a la hora de desechos, la tala de árboles, las industrias	Todo los aspectos mencionados tratan este tema ya que todos estos conducen a la contaminación y como consecuencia el calentamiento global	Disconsideración con el medio ambiente Uso de los recursos excesivos, dándoles un mal gasto Consumismo Querer cada vez más un mundo tecnológico	Si	Incremento del efecto invernadero Deforestación Pérdida de la biodiversidad Contaminación hídrica	Si	Realmente todo el cuestionario lleva mencionando y recordando este tema que es el cambio climático que es responsabilidad únicamente del ser humano por las actividades que realiza causando un efecto invernadero lo cual sobre calienta la superficie, si seguimos así prontamente daremos a nuestra extinción, donde habrán sequías y no tendremos con que alimentarnos ni habitarlos algo fundamental para vivir
E32	No	No	Es una palabra que se utiliza frecuentemente en los investigadores del cambio climático	Por que nunca escuché esa palabra y no sabía su significado	Poco interesado (a)	Yo creo que puede estar relacionado con el aspecto científico y climático	No sé	Deforestación, contaminación, tala de árboles, cambios climáticos	Si	Las causas serían necesidades y la necesidad de crear un nuevo producto para que toda la gente lo quiera y el venderlo traga más dinero, y si siguen contaminando es muy probable que llegemos a nuestra auto destrucción	Si	Contaminación del aire, agua, por que nosotros necesitamos de eso y nos estamos dañando a nosotros mismos y también al planeta tierra
E33	No	Artículos científicos	un término para clasificar la geología actual		Poco interesado (a)	con el medio ambiente	como a evolucionado el Antropoceno y que cambios a tenido para estar como estamos actualmente	el calentamiento global y el deterioro en los ecosistemas	Si	las causas del calentamiento global son las actividades humanas han sido el principal motor del cambio climático, debido principalmente a la quema de combustibles fósiles y el desechos en los ecosistemas la tala indiscriminada de árboles y la caza de los animales que habitan en ella	Si	gracias a la actividad humana estamos contaminando nuestro planeta y matando a muchos animales como también sacando con nuestros recursos "si lo cambiamos desde ahora no va a ser un futuro"

ANEXO 3

Aspectos relacionados con el Antropoceno y la naturaleza de la ciencia



ANEXO 4

Respuestas acerca de los aspectos relacionados con el Antropoceno y la naturaleza de la ciencia

<p>Verde y examinada los cambios que he habido en los últimos años en el uso de los recursos y el cumplimiento de las normas ambientales. ¿Crees que los cambios que he habido en los últimos años en el uso de los recursos y el cumplimiento de las normas ambientales...</p>	<p>Las regulaciones se actualizan constantemente. ¿Crees que las regulaciones se actualizan constantemente...?</p>	<p>En todos, es vida y creación... ¿Crees que en todos, es vida y creación...?</p>	<p>No podemos decir que el... ¿Crees que no podemos decir que el...?</p>	<p>Al social porque el interés... ¿Crees que al social porque el interés...?</p>	<p>Por qué es un hombre... ¿Crees que por qué es un hombre...?</p>	<p>Cuando se crearon... ¿Crees que cuando se crearon...?</p>	<p>Producción de recursos... ¿Crees que producción de recursos...?</p>	<p>La ciencia en la base... ¿Crees que la ciencia en la base...?</p>
<p>¿Crees que los cambios que he habido en los últimos años en el uso de los recursos y el cumplimiento de las normas ambientales...</p>	<p>El dominio de la vida... ¿Crees que el dominio de la vida...?</p>	<p>Vida y mundo biológico... ¿Crees que vida y mundo biológico...?</p>	<p>Por que según lo que... ¿Crees que por que según lo que...?</p>	<p>De como la humanidad... ¿Crees que de como la humanidad...?</p>	<p>Los vapores de la tierra... ¿Crees que los vapores de la tierra...?</p>	<p>Mal control de los recursos... ¿Crees que mal control de los recursos...?</p>	<p>Para que conozcan cada... ¿Crees que para que conozcan cada...?</p>	<p>El político, social y... ¿Crees que el político, social y...?</p>
<p>¿Crees que los cambios que he habido en los últimos años en el uso de los recursos y el cumplimiento de las normas ambientales...</p>	<p>La contaminación y... ¿Crees que la contaminación y...?</p>	<p>Por medio de extracciones... ¿Crees que por medio de extracciones...?</p>	<p>Conjunto de las cosas... ¿Crees que conjunto de las cosas...?</p>	<p>Por que la destrucción... ¿Crees que por que la destrucción...?</p>	<p>Similitud a la persona... ¿Crees que similitud a la persona...?</p>	<p>Porque la industrialización... ¿Crees que porque la industrialización...?</p>	<p>La contaminación... ¿Crees que la contaminación...?</p>	<p>Porque cuando los... ¿Crees que porque cuando los...?</p>
<p>¿Crees que los cambios que he habido en los últimos años en el uso de los recursos y el cumplimiento de las normas ambientales...</p>	<p>Todo lo que hacemos... ¿Crees que todo lo que hacemos...?</p>	<p>En el cambio del ambiente... ¿Crees que en el cambio del ambiente...?</p>	<p>Es muy complicado... ¿Crees que es muy complicado...?</p>	<p>A la falta de intereses... ¿Crees que a la falta de intereses...?</p>	<p>Por que se agotan... ¿Crees que por que se agotan...?</p>	<p>La destrucción por culpa... ¿Crees que la destrucción por culpa...?</p>	<p>Por que así de la base... ¿Crees que por que así de la base...?</p>	<p>El gran poder que... ¿Crees que el gran poder que...?</p>
<p>¿Crees que los cambios que he habido en los últimos años en el uso de los recursos y el cumplimiento de las normas ambientales...</p>	<p>No recibir el control... ¿Crees que no recibir el control...?</p>	<p>Investigando el control... ¿Crees que investigando el control...?</p>	<p>Por qué de día por... ¿Crees que por qué de día por...?</p>	<p>Es un conflicto de... ¿Crees que es un conflicto de...?</p>	<p>Ya es todo lo que... ¿Crees que ya es todo lo que...?</p>	<p>En el presente se... ¿Crees que en el presente se...?</p>	<p>Por que conozcan... ¿Crees que por que conozcan...?</p>	<p>A un poder político... ¿Crees que a un poder político...?</p>
<p>¿Crees que los cambios que he habido en los últimos años en el uso de los recursos y el cumplimiento de las normas ambientales...</p>	<p>El sistema de... ¿Crees que el sistema de...?</p>	<p>Definición de... ¿Crees que definición de...?</p>	<p>Conjunto de... ¿Crees que conjunto de...?</p>	<p>Por que la destrucción... ¿Crees que por que la destrucción...?</p>	<p>En la práctica... ¿Crees que en la práctica...?</p>	<p>Por que se agotan... ¿Crees que por que se agotan...?</p>	<p>La ciencia en la... ¿Crees que la ciencia en la...?</p>	<p>El sistema de... ¿Crees que el sistema de...?</p>

ANEXO 5

Respuestas en torno a los aspectos emergentes del abordaje de las extinciones de tipo antropogénico

¿Qué sensación siente al observar la problemática?	¿Qué intereses cree que movilizan la pérdida de biodiversidad a nivel mundial?	¿En Colombia ¿Cuáles son las especies con mayor peligro de extinción y cuáles son las causas?
Desde nuestra perspectiva sentimos impotencia como también sentimos fascinación e inquietud	Mayormente el propio desarrollo del ser humano es el que mantiene en constante cambio los elementos naturales puesto que estos buscan el desarrollo económico o el fácil acceso a tareas cotidianas haciendo que el ser humano	Las especies con más riesgo son: el condór de los andes, el delfín rosado, los colibríes, los manatíes y las ranas doradas. Estas especies están en peligro por la venta ilegal, la caza y destrucción de hábitats de las mismas, además de usarlas como accesorios y comida.
Nos sentimos impotentes y nostálgicos ya que al comienzo de nuestra vida vemos el mundo como algo hermoso pero cuando crecemos vemos cómo de retorcido es la realidad y como el mundo oscurece nuestra visión del mundo y sentimos impotentes de no poder cambiar el destino del planeta aunque cada uno debemos dar un paso adelante para poder evitar y mejorar la tierra.	El dinero ya que la gente se quiere volver rica a costa del mundo y biodiversidad ya que la caza minería enriquecen pero empobrecen la vida en el mundo	El Titi de cabeza blanco, el oso de anteojos, el jaguar, la rana dorada, el oso perezoso y distintas especies que habitan el Amazonas
Al ver este tipo de problemáticas nos genera una gran tristeza e impotencia ya que nosotros no podemos hacer mucho ya que quienes controlan eso están más interesados en el dinero que puedan sacar de eso que en el cuidado	Detrás de las problemáticas socioambientales hay un gran interés económico y político ya que al extraer todo este tipo de recursos se obtiene mucho dinero	En Colombia el segundo país con más animales en vía de extinción Puma: Es un cazador ágil y nocturno con hábitos solitarios y que lamentablemente, ha sido expulsado del 40% del área total de su territorio, en la actualidad quedan demasiadas pocas de estas especies Oso perezoso: En la mayoría de los casos se destruye su hábitat, entre 7.000 a 9.000 lugares donde habitan estas especies, estas se ven afectadas y se desaparecen muy rápido Manatí del Caribe: La mayor amenaza para este animal que vive mayormente en aguas dulces, es la destrucción de su hábitat por contaminación excesiva.
Tristeza al ver como hay gente que no le influye hacer sufrir a los animales a influencia del dinero sin importar ver como estos animales sufren y se extinguen al pasar el tiempo.	Las tratas de animales los gobiernos corruptos y los comercios ilegales.	<p>El Puma Es un felino extensamente compartido a lo largo del conjunto de naciones americano y el segundo de los felinos mayores de Colombia, desde el jaguar. Es un cazador diurno y nocturno con hábitos solitarios y que desafortunadamente, fue expulsado del 40% del área total de su territorio.</p> <p>El manatí del Caribe Es un conjunto de mamíferos acuáticos que pasan la mayoría su historia en aguas dulces y saladas del conjunto de naciones americano. En la noticia publicada por la Universidad de los Andes, "Las últimas sirenas", hay 2 especies: el manatí del Caribe y el Amazónico. La más grande amenaza para el manatí es la devastación de su hábitat y la caza indiscriminada.</p> <p>Oso perezoso En nuestra región hay 3 especies de perezosos distribuidas por todo el territorio nacional, primordialmente en el Amazonas y la zona Caribe. En el archivo "Estrategia Nacional para la Prevención y Control al Tráfico Ilegal de las Especies Silvestres de Perezosos en Colombia", publicado por el Ministerio ambiental, se localizó que desafortunadamente todos los años se destruyen 90.000 hectáreas de bosques naturales donde habita esta especie, lo cual ha sentido la reducción de especímenes, esto, junto al negocio ilegal de fauna silvestre, son las más grandes amenazas que dichos animales poseen en la actualidad.</p> <p>Rana dorada anfibio Su belleza se iguala a su poderoso veneno que con solo una gota puede asesinar a 10.000 ratones o 10 hombres adultos. De consenso al artículo de National Geographic, "Rana dardo dorada", los nativos Emberá</p>

<p>Genera indignación y preocupación colectiva dado que la pérdida de diversidad es evidencia de la poca conciencia ambiental por parte de las personas y grandes multinacionales.</p>	<p>La avaricia e interés por una economía casi utópica, que a su paso sobreexplota los recursos como si fueran exclusivamente creados para el beneficio humano.</p>	<p>El puma: la causa principal de su desaparición es la destrucción de su hábitat debido a la agricultura y minería o la caza desmedida como acción ganadera.</p> <p>El manatí del Caribe: la mayor amenaza para este animal es la destrucción de su hábitat y la caza indiscriminada.</p> <p>Oso perezoso: desaparecen pues cada año se destruyen 90.000 hectáreas de bosques naturales donde habita esta especie, lo que ha significado la reducción del mismo.</p>
<p>Decepción, y tristeza al saber que la biodiversidad cada vez más se pierde por factores humanos generando pérdida y escasez de especies en los hábitats de estas mismas, por tala de árboles basura y demás.</p>	<p>Factores o acciones realizadas por humanos en hábitat, cómo lo son la caza o tala de árboles, igual que la basura en ríos o mares provocando diferentes dificultades para estos animales.</p>	<p>El oso de anteojos, ya que a la casa indiscriminada y el tráfico de este animal afectado a esto, el oso perezoso por tala de bosques y tráfico ilegal.</p>
<p>Sentimos tristeza y decepción hacia nosotros los seres humanos que somos la causa de estas problemáticas y la pérdida de nuestra biodiversidad la cual nos brinda recursos para nuestro diario vivir de manera cómoda y completa en el sentido de nuestras necesidades, el ser humano no es consciente de él daño tan grande que ocasiona al ser tan consumista e ignorante a la naturaleza y la contaminación.</p>	<p>El pensamiento consumista de querer cada vez más y nunca conformarse con lo que tiene, además de ser tan codiciosos y querer demasiada plata sin importar que daño haga.</p>	<p>🐼 de 🌲; disminución de su hábitat, ya que en la zona andina se ha eliminado el 74% de área boscosa; la caza indiscriminada y el tráfico ilegal de fauna.</p> <p>🐼 titi; estos titis viven en una pequeña región de la Mata Atlántica de Brasil —uno de los ecosistemas en mayor peligro del planeta, donde solo entre el 11 y el 16 % del ecosistema perdura—. Además: la especie está siendo golpeada por la fiebre amarilla, el cambio climático y, lo peor de todo, la hibridación con especies de titis invasivas, un problema reciente que podría resultar ser la pérdida del titi de cabeza amarilla.</p> <p>Puma 🐾; desaparición es la destrucción de su hábitat debido a la agricultura y minería o la caza desmedida como retaliación de los ganaderos.</p>
<p>Creo que me siento inquieto por saber que la humanidad llevo a una grandiosa especie como lo es los mamuts para sobrevivir calentándose con su piel hacia materiales con sus colmillos.</p>	<p>Por el interés económico, ya que algunos animales al poseer partes o extremidades que sirven como lujo para las personas, son asesinadas o son cortadas sus colmillos o huesos para ser vendidos por precios muy altos.</p>	<p>Los animales con más posibilidades de extinción son:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Armadillo "con fines tradicionales (construcciones de matracas, charangos, amuletos, recuerdos) -Oso de anteojos " el uso del territorio, lo que ha fragmentado su hábitat original, como también por la caza realizada por humanos que entran en conflicto con él, o utilizan partes de su cuerpo para medicina tradicional y rituales"
<p>Es una sensación de tristeza por qué el mismo ser humano destruya lo que lo mantiene vivo y el hogar de otras especies, dejándolos en un ambiente sin recursos.</p>	<p>El interés a los lujos que quiere poseer cada persona en sus cuerpos como collares, manillas, o en sus hogares como colmillos o cabezas de algunos animales.</p>	<p>Los animales que están en peligro de extinción son:</p> <ul style="list-style-type: none"> -El oso de anteojos: se encuentra vulnerable a la extinción, debido a la pérdida de hábitat y la cacería. -manatí del Caribe: esta especie ha sido sometida a una intensa caza. Al principio se cazaba para comercializar aceite y carne. -Titi cabeciblando: por la deforestación de su hábitat, el bosque tropical, debido a prácticas llevadas a cabo de manera inadecuada como: la agricultura, la minería, la tala ilegal y la expansión urbana.

ANEXO 6

Respuestas en torno al Arte como forma de comprender la transformación del paisaje natural.

Grupo	¿Cuál podría ser la intención de los expositores con la obra?	¿Cuál de las salas les llamó más la atención y por qué?	¿Qué relación podría existir entre el arte la biodiversidad y el Antropoceno?	¿De qué manera los museos contribuyen a la comprensión del Antropoceno?	¿De qué manera el arte nos permite comprender el impacto de las actividades antropogénicas?	¿Cuál podría ser el mensaje que intenta dar el expositor con sus obras?	¿Cuál es la importancia de este tipo de obras?
G1	Dar a conocer las diferentes especies y los ecosistemas que existen en nuestra cotidianidad y a los cambios a los que se le puede someter	La sala del humedal artificial ya que se pueden ver varios tipos de aves y una nutria uwu	Mediante el arte podemos entender y comprender de mejor forma el tema puesto que llama más la atención de las personas además de poder ser más dinámico e impactante a la hora de presentarlo ante los demás	Los museos dan una muestra y mayor reconocimiento al ser un lugar turístico que abarca un número de personas elevado así mismo contribuyendo a la exploración y comprensión del tema	Nos permite explorar con mayor profundidad el tema además de hacernos más fácil de entender y divertido de analizar	Trata de concientizar sobre el tema para cuidar y mantener en pie el cuidado y exploración del medioambiente y sus siguientes	Dar información y relevancia sobre el cuidado y exploración del ambiente para así poder mantenerlo y cuidarlo de manera adecuada además de dejar un impacto y dar un golpe de realidad a nuestra vida
G2	Exponer o dar a conocer la biodiversidad de nuestro país la cual debemos cuidar	La sala donde exponían las aves ya que nos parecieron bastante hermosos sus colores he características o la biodiversidad en contexto urbano.	El arte es una manera de expresarse y el antropoceno es como al nueva era del baño por ende como el humano evoluciona el arte también evoluciona por endeuchis artista pueden usar el pasado y presente igual que la biodiversidad y nuestros problemas actuales junto al cambio de era para conocer o interpretar lo que hemos y estamos viviendo (refiriéndose a todo el planeta)	Contribuye ya que el conocer lo que nos rodea y nuestro contexto actual podemos aprender de esta nueva era y todo lo que involucra.	Nos ayuda a concientizar sobre el problema actual del mundo y sobre como con buenas decisiones y poniendo un poco de ayuda como solucionaremos este problema	Nos ayuda a saber distintas características sobre ambientes y sus animales característicos como el humedal artificial	Son importantes para saber el problema que abarca actualmente el mundo y como podríamos salvar el planeta tan hermoso que tenemos.
G3	La intención es mostrarnos varias especies actuales antropodas, teniendo en cuenta sus características principales, peligros etc que tienen estas.	Los escenarios periurbanos, ya que mostraron especies que nunca había visto tan detalladamente	Que los tres tienen una historia detrás de cada problemática, pueden hacernos ver la realidad y el como se vive cada día con situaciones extravagantes	Los museos cumplen una función fundamental en el conocimiento y exploración de todos estos ya que estudian a detalle estos seres y nos lo dan a conocer	De manera realista, porque esto contribuye a un mayor aprendizaje sobre especies y actividades antropogénicas	Ver la actualidad y como por algunas y otras razones esto puede llegar a ser en parte bueno pero también malo	La integridad entre especies antropodas, hacernos ver la importancia de cada uno de estas
G4	Mostrar la biodiversidad de nuestro planeta para de sienta manera incentivar a su cuidado	Me llamo la atención la imagen principal del zorro donde da a conocer uno de los animales más lindos que existen con su fauna y flora que este necesita para seguir viviendo en su hábitat.	Que el arte muestra la belleza que existe en el planeta y su debido cuidado y como distintas especies disfrutan de fauna y flora y sin embargo nosotros seguimos matandolos y destruyendo sus hogares.	Para mostrar el cuidado que es necesario para el mantenimiento de nuestros hábitat y las Especies que viven dentro.	Mostrando parte de los residuos que dejamos en el mundo y esa huella que destruye todo apartar de nuestro egoísmo y desinterés por ayudar nuestro planeta.	El mensaje de tener más interés por nuestro planeta para incentivar el cuidado de este.	Mostrar como las personas han impactado al planeta de forma negativa con sus residuos.
G5	Cual es el impacto del hombre sobre la bio diversidad	La sala rur-urbano litoral ya que refleja un collage de la calma y al tiempo el caos en las ciudades	Que el antropoceno es como para designar las repercusiones que tienen en el clima y la biodiversidad y es ese arte que nos hacer consecuencias como acciones que nos muestran la realidad	Los museos son una fuente de información sumamente importante y comprensible, muestra diferentes pruebas que nos hace adentrar en el tema y como el cambio de las condiciones del planeta tierra han facilitado llegar hasta nuestra era actual.	El arte muestra los "fósiles " de la época con los reflejos de lo sucede comprender y tener conciencia de como podemos afectar nuestros mundo y ambiente	Como en medio de lo abstracto podemos ver lo que pasa en nuestro mundo con diversas interpretaciones y logicas	La conciencia ya que muestra vomeno nuestra gana de ir por mas dañamos lo que tenemos sin medir consecuencias y al hacerlo ya es demasiado tarde en algunas ocasiones
G6	Darnos a conocer sobre el antropoceno y como este está establecido	La de escenarios perurbanos en la cual vemos diferentes lugares y escenario 3n los cuales se evidencia el antropoceno	En la forma en la que representamos este cambio o proceso y como este se a dado	De diferentes maneras, ya que nos pueden dar a conocer este tema a través de diferentes presentaciones y exposiciones	Dándonos una visión diferente de el tema para ver este tipo de situaciones y evidenciar que es lo que sucede	El cambio generado en los escenarios y también como los objetos humanos o acciones de estos afectan la naturaleza	Dar a conocer este tipo de circunstancias que ocurren en los espacios naturales y en otros lugares que afectan a la naturaleza
G7	Mostrar la gran biodiversidad que tiene el mundo y el impacto del hombre en el medio ambiente, y en especial sobre las consecuencias más severas y trascendentales que hemos causado : la pérdida de biodiversidad y el cambio climático.	Las sala que más nos llamó la atención es la rur-urbano litoral las cuales están en las urbanizaciones y edificaciones en espacios periféricos porque es curioso que habite alguna especie, ya que son lugares alejados de la costa teniendo en cuenta que solo habitan aves	La biodiversidad (la fauna y flora)se a adaptado al nuevo cambio climático qué hemos causado con nuestras acciones , estos han evolucionando para acostumbrarse al mundo que el ser humano a modificado	Los museos nos muestran la historia y evolución que ha tenido las acciones del ser humano y como a afectado en el mundo, estos han dado a conocer la llegada de nuevas tecnologías las cuales afectan la vida plena y sana de las especies que habitan aquí, además de como el actuar del hombre daña el planeta	El arte nos permite reflejar las diversas situaciones en las que el humano a estado involucrado en las distintas actividades antropológicas	Mostrar el daño ambiental, la pérdida cultural y el vaciamiento poblacional de ciertos lugares para crear conciencia y dar a conocer como está en la actualidad el medio ambiente	Mostrar y reflejar las consecuencias del actuar del ser humano en su vida cotidiana , además la biodiversidad que tiene el mundo, en la cual todos podemos participar cuidando
G8	Mostrarle a la gente distintos sentimientos, emociones y percepciones del mundo antropocénico e actual	La verdad todas porque reflejan algo significativo en cada aspecto tanto humano, histórico y animal	La relación que podría existir sería la conservación y recreación de la biodiversidad por parte de la conservación humana y su cuidado hacia el ambiente, buscando nuevas maneras para conservar su especie y su entorno.	Los museos contribuyen con a su comprensión del antropocén de manera que muestra como los humanos pasaron de conseguir recursos para sobrevivir a buscar nuevas formas de sobrevivir sin dañar a mucha gravedad el ambiente	Por qué el arte muestra la belleza del ambiente y los recursos que nos permite, haciéndonos sensibles al impacto que estamos haciendo al mundo, y buscando mejores formas de sobrevivir	El mensaje que intenta dar es muestra como la naturaleza se formaba por si misma, dando una gran fuente de comida y refugio para los humanos en su entorno.	La importancia es mostrar lo abstracto que puede ser la naturaleza al momento de formarse en un entorno dominado por los humanos.
G9	Mostrar el impacto que ha generado el ser humano a lo largo de su existencia, demostrando como a contribuido a la pérdida de biodiversidad en su gran mayoría, y sensibilizar a las personas y generaciones futuras de lo que puede llegar a ocurrir si no se hace un cambio.	El escenario periurbano 3 por que muestra todo lo que ha podido construir el hombre a lo largo de su vida para facilitar sus necesidades y/o mantener un mejor estilo de vida.	La relación que podría existir entre el Antropoceno y el arte de la biodiversidad es que ambos son un reflejo al daño humano que a su ambiente, para así buscar nuevas formas de conseguir recursos sin la necesidad de abusar de los mismos.	de manera que muestra como se ha ido afectando cada vez mas los recursos que brinda la biodiversidad llegando a tal punto de "explotar" los recursos naturales que se encuentran, pasando de la caza a la creación de fabricas para tratar a los animales que procedente a ello se convierten en alimento para los humanos.	Nos permite comprender por medio del arte el Antropoceno de manera que muestra la evolución que ha sufrido el hombre para llegar a pensar en nuevas formas de buscar recursos para su supervivencia, pasando de la pesca, la caza, la agricultura mas compleja, a facilitar ese proceso sin destruir lo que la biodiversidad creo por si misma	El mensaje que podría dar es mostrar lo abstracto que puede llegar a ser la biodiversidad por si misma, sin recurrir a la modificación del hombre para su formación.	la importancia es dar un mensaje de como la biodiversidad se a mantenido sin necesidad de que el ser humano haya intervenido para su formación.

ANEXO 7

Respuestas de los estudiantes en torno a los tecnofósiles como registros para considerar la formalización del Antropoceno

¿Por qué algunos científicos proponen que los tecnofósiles se pueden considerar como un registro estratigráfico para formalizar el Antropoceno como una época geológica?

Por lo que podemos entender y hemos estudiado es posible concluir que los tecnofociles son relevantes a la hora de estudiar el antropoceno puesto que estos son registros del desarrollo de especies o de civilizaciones además de que muchas veces estos dejan marcas en el ambiente del cuál an sido almacenados u obtenidos así mismo podemos analizar los cambios de la tierra o espacio del cuál han pertenecido

Son un registro de la evolución de nuestra especie que se ve cambiando con el paso de tiempo y evidencia de como hay distintas culturas con sus distintos avances

De acuerdo con lo que se a estudiado por medio de los tecnofociles se puede afirmar que existió una evolución y/o desarrollo de una especie o civilización esto ayudando en el análisis del antropoceno

El Antropoceno es una totalmente nueva era geológica que pone el foco en cómo la actividad humana ha influido en el mundo. La historia de la Tierra se divide en diferentes eras geológicas: ahora estamos en el Holoceno y, dentro de esta era geológica, el Antropoceno sería la más reciente de sus etapas.

Porque permite evidenciar lo utilizado en el periodo brindando información mas certera de en que años sucede y cuales son los eventos que tienen mayor relevancia para la epoca.

Porque el antropoceno se considera en una época en la cuál se nota la influencia y cambio que han realizado los humanos, lo cual con los tecnofósiles se pueden relacionar y considerar como este registro de estas acciones y actividades

En nuestra opinión los tecnofociles son parte del antropoceno y marcan un registro de este, son importantes para que en el futuro quede huella de esta época en la se debe tomar en cuenta y formalizar el antropoceno , ya que este tiempo en realidad lo estamos viviendo

Los científicos dicen que es un registro estratigrafico por qué los tecnofosiles de muestran la modificación del humano y su impacto

Por que esa es la evidencia que se ha encontrado que demuestra el impacto global que las actividades humanas a tenido sobre los ecosistemas terrestres.