



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

Facultad de Educación

Recontextualización del concepto de Habitabilidad Planetaria a partir de un análisis histórico - epistemológico de los planteamientos de J. Kasting

Trabajo presentado para optar al título de Licenciado(a) en Educación con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental

**JOHN DANIEL PABÓN RÚA
ZAYDA YANETH SANDOVAL PEÑA**

Asesor

YIRSEN AGUILAR MOSQUERA

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y LAS ARTES
LICENCIATURA EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN
CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
MEDELLÍN**

2016

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo a los maestros y maestras que realizan su labor con amor, a todas y todos los que han tenido parte en nuestro proceso de formación y que de diversas formas nos han inspirado para continuar avanzando en este hermoso camino de acompañar a otros seres humanos.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

Agradecimientos

A Dios por permitirnos contemplar y vivir en esta Tierra tan maravillosa.

A nuestras familias y comunidades por su interés en la investigación y apoyo en el proceso.

A nuestro asesor Yirsén Aguilar por compartirnos su experiencia, por su acompañamiento y paciencia.

A nuestros compañeros de seminario de historia y epistemología de las ciencias por su cercanía y sus aportes a nuestro proceso de investigación.

A la Institución Educativa San Juan Bosco, por abrirnos sus puertas y permitirnos realizar la práctica pedagógica y la investigación.

A los 4 casos que participaron en la investigación por animarnos con sus aportes y ayudarnos a creer que es posible realizar un cambio en nuestras relaciones con la Tierra.

A la Universidad de Antioquia, por brindarnos oportunidades de formación, acompañamiento y facilitarnos los recursos necesarios para desarrollar la investigación.



Resumen

Los procesos formativos en la escuela tienen valor en la medida que contribuyen a la formación de sujetos críticos, capaces de tomar decisiones informadas y responsables en su entorno. Autores como Hodson (2003), Lemke, (2006), Gil & Vilches (2004), Pujol, (2003) señalan la necesidad de una enseñanza de las ciencias orientada hacia la formación de ciudadanos comprometidos ética y sociopolíticamente, sensibles frente a las problemáticas ambientales; capaces de construir nuevas formas de relación entre los seres humanos, con otras formas de vida y con la naturaleza en general. Se requiere una enseñanza de las ciencias contextual, que permita a los estudiantes comprometerse en la toma de decisiones de manera crítica y responsable. Como tentativa para abordar estas situaciones, se plantea una re-contextualización del concepto de habitabilidad planetaria, a partir de un análisis histórico epistemológico, por considerarlo un concepto potente en la generación de actitudes éticas ante el planeta. Se realizó un estudio de caso instrumental, con 4 casos de la Institución Educativa San Juan Bosco, a partir del cual se constató que la aproximación al entramado conceptual sobre habitabilidad planetaria contribuye a la promoción de actitudes y acciones responsables frente a las condiciones que permiten la vida en la Tierra. En este informe se muestra como, las reflexiones en el campo disciplinar, son una vía para la formación que propicia posturas críticas que conducen a la toma de decisiones informadas, con un alto grado de responsabilidad ética y social.

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



Tabla de Contenidos

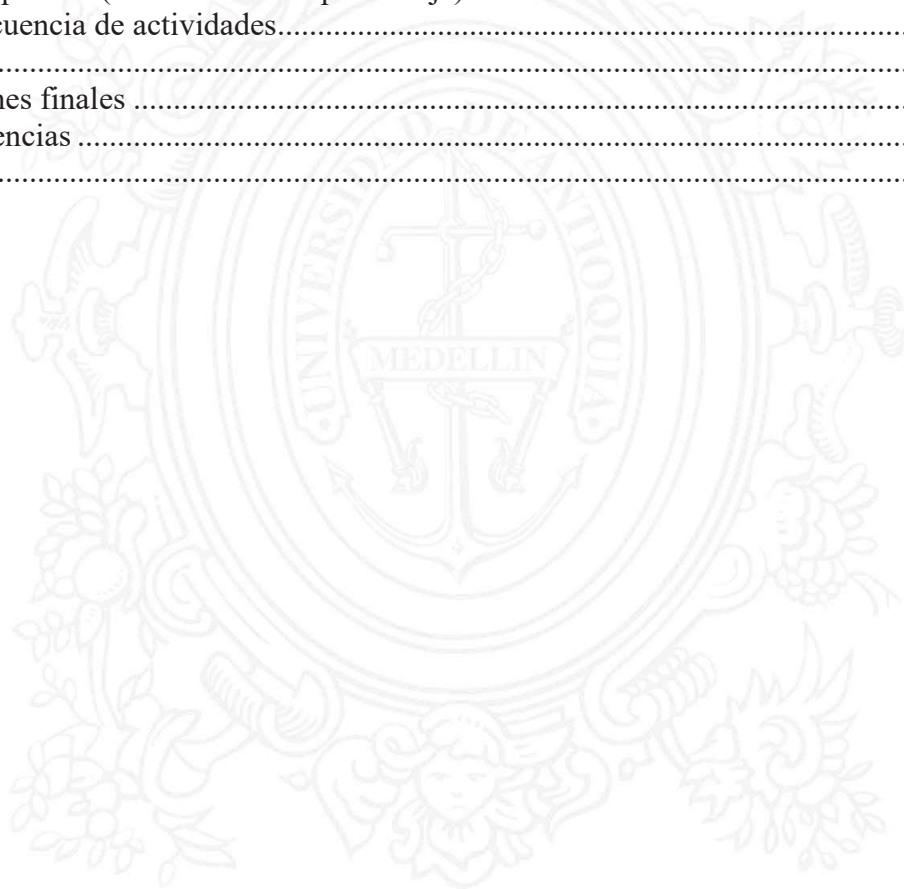
Capítulo 1.....	1
Contextualización.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Objetivo General.....	6
1.2.1 Objetivos específicos.....	6
Capítulo 2.....	7
Marco conceptual.....	7
2.1 Uso de la historia y la epistemología en la enseñanza de las ciencias.....	7
2.2 Contextualización histórica de algunos asuntos de astronomía y de condiciones que permiten la vida en la Tierra.....	11
2.2.1 Sobre los asuntos de astronomía.....	11
2.2.2 Sobre habitabilidad planetaria.....	13
2.2.3 Criterios de habitabilidad planetaria: origen del concepto.....	15
2.3 Re-contextualización del concepto de habitabilidad planetaria desde la perspectiva de James Kasting.....	18
2.3.1 Ubicación en la galaxia.....	19
2.3.2 Ubicación en el Sistema Solar.....	20
2.3.3 El agua, requisito fundamental para la vida.....	21
2.3.4 Masa del planeta.....	22
2.3.5 Ciclo del Carbono.....	23
2.4 Habitabilidad planetaria y conciencia ambiental.....	25
Capítulo 3.....	27
Diseño metodológico.....	27
3.1 Enfoque y método.....	27
3.2 Caracterización del contexto de investigación.....	28
3.3 Criterios de selección y caracterización de los casos.....	29
3.4 Fases.....	30
3.5 Recolección de la información.....	32
3.6 Sistematización de la información.....	34
3.6.1 Análisis de la información.....	34
3.6.2 Sistema de categorías.....	35
Capítulo 4.....	37
Hallazgos y Discusión.....	37
4.1 Condiciones que hacen a un planeta apto para la vida.....	37
4.1.1 Ubicación de un planeta en el universo: un factor clave para la existencia de vida. ...	42
4.1.2 Indicios de visión sistémica del Universo.....	44
4.1.3 El agua: factor esencial para la habitabilidad de un planeta.....	46
4.1.3 El ciclo del carbono y la regulación del clima terrestre.....	50



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

	vi
4.2 Conocer para sensibilizarse, sensibilizarse para cuidar	54
4.3 El conocimiento: Fundamento para la acción	59
Capítulo 5.....	67
Implicaciones didácticas	67
5.2 Secuencia didáctica.....	74
5.2.1 Contenidos a abordar en la unidad.....	74
5.2.2 Relación con los estándares básicos de competencias de sexto a séptimo	75
5.2.3 Propósitos (en términos de aprendizaje)	75
5.2.4 Secuencia de actividades.....	76
Capítulo 6.....	94
Consideraciones finales	94
Lista de referencias	98
Anexos	101



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

Recontextualización del concepto de Habitabilidad Planetaria a partir de un análisis histórico - epistemológico de los planteamientos de J. Kasting

Capítulo 1

Contextualización

1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad existe un consenso en la comunidad académica en el que se considera que los procesos formativos en la escuela tienen valor en la medida que contribuyen a que los estudiantes adquieran sentido crítico y capacidad de tomar decisiones informadas, que les permita desenvolverse en un mundo globalizado en el que priman los intereses económicos sobre los ambientales.

Algunos autores (Acevedo, 1994; Zeidler, Sadler, Simmons & Howes, 2005; Martínez & Parga, 2013; Vázquez, 2014) señalan que, si bien en las reflexiones planteadas en torno a la enseñanza de las ciencias, se reconocen unos avances importantes, con propuestas como CTS/A (Ciencia Tecnología Sociedad/Ambiente), este enfoque aún no llega a todos los contextos escolares, situación problemática que se logró constatar en la Institución Educativa en la que se realizó esta investigación. Pareciera que se continúa con formas de enseñanza de las ciencias naturales que carecen de vinculación con las situaciones ambientales. Con frecuencia los procesos se centran en lo conceptual en los que las temáticas de biología, química y física se ven de forma aislada. Esto señala la necesidad de pensar en procesos formativos que posibiliten a los estudiantes una toma de postura crítica y la asunción de acciones responsables. A veces pareciera que la escuela sigue más interesada en transmitir los resultados de la ciencia que en los mismos

procesos de hacer ciencia y en la vinculación de estos saberes con la vida de los estudiantes.

Hodson (2003) plantea la situación en los siguientes términos:

Cursos de ciencias en la Escuela especialmente en los últimos años, siguen estando dominados por las disciplinas básicas de la física, la química y la biología. Existe muy poco en el camino de integración y, en muchos países, escasa atención dada a las ciencias de la tierra y ciencias del medio ambiente (p. 649).

Lo anteriormente mencionado y la observación de algunas actitudes de los miembros de la comunidad educativa frente al cuidado de sí, del otro y de los espacios institucionales, motiva a repensar los propósitos, los contenidos y estrategias utilizadas en la enseñanza de las ciencias y su impacto en la formación de seres humanos ambientalmente responsables. Al respecto, Matthews (1994), plantea que ha existido una imagen de ciencia libre de valores, por este motivo se ha obviado su papel social y sus implicaciones éticas. Al respecto podría pensarse que, dicha imagen de ciencia ha promovido concepciones de la naturaleza como algo externo al ser humano, concepción que está a la base de las problemáticas ambientales. Consideramos que estos asuntos deben ser atendidos ya que coinciden con las inquietudes de la línea de investigación Historia y Epistemología de las ciencias, línea en la cual se realiza esta investigación.

Los conceptos de las ciencias naturales deberían llevar a los estudiantes a una comprensión de la naturaleza tal, que de allí se desprendiera un compromiso que posibilite que las acciones del ser humano no alteren las condiciones que hacen viable la vida en el planeta, como hasta ahora parece que está ocurriendo. De aquí surge el cuestionamiento: ¿Qué concepciones de ciencia son necesarias para generar conciencia ambiental?

Sobre estos asuntos Hodson (2003) afirma que “es hora de tomar una decisión sobre el currículo de ciencias de la escuela porque ya no cumple con las necesidades, intereses y aspiraciones de los ciudadanos jóvenes” (p.645); propone que el currículo esté más orientado hacia la acción sociopolítica. Se trata de una propuesta curricular destinada a producir activistas, “personas capaces de luchar por una reforma social bajo líneas más justas, personas que van a trabajar con fuerza por los intereses de la biósfera” (p.645).

En este sentido, cobra gran interés preguntarse si los procesos de enseñanza y de aprendizaje, llevados a cabo durante la primaria, secundaria y media, permiten a los estudiantes hacerse una idea de lo raro que es la existencia de vida en la galaxia y de las condiciones astronómicas que la hacen posible (González, Brownlee & Ward, 2001), además de los ambientes geofísicos y geoquímicos que permiten su desarrollo. También es pertinente pensar si estos procesos de enseñanza y de aprendizaje contribuyen a la formación de personas más conscientes y con capacidad de reflexión acerca de sus acciones como ciudadanos, y la manera en que estas acciones impactan el ambiente. A partir de estas consideraciones, en el marco de la presente investigación, resulta de gran interés abordar cuestiones acerca de la contribución de la escuela a la movilización del pensamiento frente a la manera en que los seres humanos alteran el equilibrio natural del planeta, o si al contrario, la ciencia sigue siendo presentada como un cúmulo de conocimientos abstractos que no tienen relación con la vida.

Algunos autores coinciden en afirmar que se requiere una enseñanza de las ciencias capaz de suscitar admiración por la belleza, complejidad y armonía de la naturaleza. Se necesita “enseñar para una ciencia que se esfuerce por formar buenos ciudadanos globales, con valores morales más humanos” (Lemke, 2006, p. 7). El mundo reclama personas más sensibles consigo mismas, con el otro y con lo otro. Capaces de cuidar la vida; con una visión sistémica y

capacitados para la acción (Pujol, 2003). Es necesario responder, de alguna manera, a las críticas que según Lemke (2006) se le plantean actualmente a la educación científica, entre las cuales se destacan:

Que no presta atención a las dimensiones afectivas y emocionales del aprendizaje. Que genera una imagen deshumanizada de las ciencias, no preocupada por las inquietudes e intereses de la mayoría de la gente y alejada de las vidas reales de quienes hacen ciencia, quienes la usan y quienes son afectados por ella (p.7).

Es pertinente que la enseñanza de las ciencias se preocupe por desarrollar el sentido de pertenencia con la Tierra, que lleve a actitudes de respeto y cuidado de la biosfera, en la actual situación de emergencia planetaria. Hicks y Holden (1995) plantean que si los estudiantes son quienes deben asumir la responsabilidad como ciudadanos del futuro, es necesario darles la oportunidad de reflexionar acerca de las problemáticas ambientales globales y ayudarles a pensar en futuros alternativos. Afirman que en este caso “la visión es absolutamente necesaria para guiar y motivar la acción” (p.185). En consecuencia, parece importante que los estudiantes lleguen a hacerse conscientes de las condiciones que permiten la vida en la Tierra y de las consecuencias que acarrea el hecho de alterar dichas condiciones. Faltaría una comprensión de lo singular que es la vida en el universo observable, y de las condiciones que permiten su existencia, capaz de suscitar actitudes de admiración y cuidado que integren el pensamiento, el sentimiento y la acción (Pujol, 2003).

Se hace importante reflexionar sobre las contribuciones a esta comprensión desde el concepto de habitabilidad planetaria, concepto de la astronomía que puede poseer gran potencialidad para abordar las problemáticas ambientales de una manera sistémica. Reflexiones

epistemológicas que parecieran no ser tenidas en cuenta, pero que para esta investigación, pueden resultar de mucho interés vía la generación de posturas críticas y responsables.

Ante cada contenido del área de ciencias surge la pregunta por su relevancia, por su aporte al proceso de formación de los estudiantes, es decir, por la diferencia que marcará en sus vidas el hecho de haberse acercado a dicho conocimiento. “Hay un creciente reconocimiento de la necesidad de mirar el contexto social, económico, político, y las cuestiones éticas que rodean la práctica de la ciencia” (Hodson, 2003, p.647). Desde esta mirada, es oportuno explorar las posibilidades que puede tener el concepto de habitabilidad planetaria como concepto integrador de contenidos disciplinares y actitudinales de las ciencias, pues es pensable que a la vez que se conocen las condiciones que permiten la vida en la Tierra, se puede favorecer un reconocimiento de nuestra responsabilidad ética ante el planeta a fin de no alterar dichas condiciones.

Continuamos asistiendo a la destrucción de los ecosistemas, poniendo por encima de la vida intereses económicos; seguimos viviendo una especie de indiferencia; se centra el bienestar en la capacidad de consumo, sin preocupación por la equidad, la justicia y el buen vivir para todos. Como plantean Gil & Vilches (2004), la ciencia podría contribuir a la formación ciudadana desde “la toma de decisiones acerca de los problemas a los que se enfrenta la humanidad, la formación de un espíritu crítico y el disfrute personal” (p. 4).

Desde esta perspectiva, sería pertinente indagar de qué manera la enseñanza del concepto de habitabilidad planetaria podría contribuir a cultivar en el ser humano el sentido de la majestuosidad del universo, un sentimiento de humildad frente a la inmensidad del cosmos; agradecimiento por las posibilidades de vida que ofrece la Tierra y un sentimiento de unidad con ella. Es interesante pensar que “los niños pueden recuperar lo que muchos pueblos indígenas de

todo el mundo nunca han perdido: un sentido de unidad entre la humanidad y el medio ambiente” (Hodson, 2003, p. 664).

A partir de las consideraciones anteriores, resulta de gran interés indagar por ¿Cómo recontextualizar el concepto de habitabilidad planetaria, para su enseñanza, a partir de un análisis histórico - epistemológico de los planteamientos de J. Kasting?

1.2 Objetivo General

Recontextualizar el concepto de habitabilidad planetaria, para su enseñanza, a partir de un análisis histórico – epistemológico de los planteamientos de J. Kasting.

1.2.1 Objetivos específicos

- Identificar elementos estructurantes del concepto habitabilidad planetaria y su relación con actitudes y acciones frente al ambiente, a partir de los planteamientos de James Kasting.
- Caracterizar los modelos explicativos de 4 casos de la Institución Educativa San Juan Bosco acerca del concepto de habitabilidad planetaria y su vinculación con acciones y actitudes frente al ambiente a partir de las representaciones de los casos y los planteamientos del teórico.
- Re-contextualizar el concepto de habitabilidad planetaria mediante el diseño de una secuencia didáctica que vincule los aportes de los casos y del teórico.

Capítulo 2

Marco conceptual

La presente investigación se sustenta por un lado, en una reflexión sobre el uso de la historia y la epistemología por considerar que ofrece elementos que se constituyen en una fuente importante para el análisis epistemológico sobre el concepto de habitabilidad planetaria y por otro lado se estiman los aspectos conceptuales que orientan este estudio.

2.1 Uso de la historia y la epistemología en la enseñanza de las ciencias

La historia y epistemología de las ciencias es un componente que aporta de manera notable en la enseñanza de las ciencias. Su contribución resulta especialmente significativa en la formación de profesores (Matthews, 1994), puesto que permite plantearse cuestiones esenciales que influyen de manera directa en las decisiones de clase. El profesor se enfrenta a problemas en cuanto a su saber disciplinar, a la enseñanza y a la fundamentación de su saber. En este último aspecto el maestro deberá plantearse preguntas como: ¿Qué es la ciencia? ¿Por qué y para qué enseñar ciencias? ¿Cómo se valida el conocimiento científico? En este sentido, Aguilar (2002) propone que el maestro debe “asumir una postura personal, (...) la exigencia no sólo radica en concientizarse de sus concepciones sino, más importante aún, de las implicaciones que tales concepciones tienen a propósito de su labor cultural” (p.17).

La historia y epistemología de las ciencias, como bien lo plantea Matthews (1994), no pretende dar todas las soluciones a la crisis de la enseñanza, pero sí tiene algunas aportaciones que permiten avanzar en la reflexión y en la práctica. La historia y epistemología de las ciencias permite a los profesores tener una visión más amplia de lo que van a enseñar: conocer sobre los

contextos políticos, económicos y religiosos en que se desarrollaron los conceptos y teorías científicas. Además de permitir buscar soluciones prácticas e interesantes a los problemas de la enseñanza. Es así, como el uso de la historia y epistemología de las ciencias:

Motiva y despierta el interés por la ciencia; proporciona una mejor comprensión de los conceptos científicos mostrando su desarrollo y dinámica de construcción; propicia la comprensión de cómo se generan y validan los diferentes productos de la actividad científica; permite establecer relaciones entre los contenidos científicos y los intereses éticos, culturales y políticos de los contextos donde se produjeron (Matthews, 1994, citado en Aguilar, 2006, p.1).

El docente a partir de las herramientas que le ofrece la historia y epistemología de las ciencias, conoce los problemas epistemológicos que permitieron un avance del conocimiento científico, tiene en cuenta los aportes que han realizado otros autores y a partir de ellos realiza un proceso de re-contextualización de saberes al que vincula los modelos explicativos de los estudiantes y, en consecuencia, posibilita una construcción particular del conocimiento.

La historia y epistemología permite “humanizar las ciencias y acercarlas a los intereses personales, éticos, culturales y políticos” (Matthews, 1994, p.256). En esta línea, el presente trabajo pretende establecer relaciones entre la enseñanza del concepto de habitabilidad planetaria y las actitudes frente al cuidado del planeta que se pueden generar a partir de este concepto, enmarcado en el campo de la astrobiología. Se trata de que el conocimiento en ciencias sea capaz de movilizar el pensamiento que conduzca a acciones responsables con el cuidado de la biósfera, y de esta manera ir dilucidando propuestas de solución a uno de los problemas que más afectan el buen vivir de la humanidad como lo son las problemáticas ambientales. En este sentido, es pertinente realizar un proceso de re-contextualización, el cual consiste en situar una problemática

en un espacio socio temporal, analizar sus condiciones y circunstancias. Además, estudiar los métodos, maneras de proceder y significar de los teóricos con el fin de elaborar nuevas interpretaciones e implicaciones a partir de la comprensión de los contextos en que ellos produjeron dicho conocimiento y así asignar nuevos significados (re-significación) para llevarlos al contexto de los estudiantes, heredando de esta manera métodos, preguntas y formas de abordar las situaciones.

La historia y epistemología de las ciencias permite comprender la ciencia como construcción humana. En este sentido es preciso decir que, desde esta perspectiva no se trata de transmitir y repetir el conocimiento científico como producto acabado, sino de construir explicaciones y de organizar experiencias. Los estudiantes irán aprendiendo los hábitos comunes de las dinámicas científicas que les permitirán elaborar nuevos significados, debatir, argumentar, crear consensos y evaluar afirmaciones. Resulta apropiado decir que todas estas condiciones permiten la formación de ciudadanos activos, tomadores de decisiones informadas, responsables y críticos. Si bien hay otras posibilidades para promover estas actitudes críticas, en los estudiantes, consideramos esta alternativa puesto que vincula continuamente el conocimiento con la vida del estudiante, elemento fundamental en los procesos argumentativos y de formación para la civilidad.

Entre las propuestas que han intentado responder a los retos que plantea la educación en ciencias se destaca el enfoque CTS, el cual ha querido evidenciar cómo las relaciones ciencia-tecnología impactan la sociedad y pretende contribuir a la alfabetización científica y tecnológica de los ciudadanos de manera que estos adquieran las herramientas necesarias para tomar decisiones informadas y comprometerse en acciones responsables; complementario a este enfoque, los asuntos socio científicos (ASC) plantean la reflexión sobre cómo las concepciones,

productos, procesos o técnicas que se desprenden de la ciencia afectan la sociedad, hacen referencia a dilemas o controversias que no presentan una solución clara y definitiva, pero que ponen a la ciencia en relación con consideraciones éticas, políticas, económicas y ambientales. En estas propuestas se destaca la importancia de la argumentación como una manera de fortalecer los procesos de construcción del conocimiento, no sólo a partir de los argumentos lógicos, sino de las buenas razones; además, se busca abrir espacios para la duda, la refutación, la reflexión y los consensos en orden a la validación y apropiación del conocimiento.

En la presente propuesta se ha optado por la perspectiva de Hodson (2013), por considerar que sus planteamientos son afines a las reflexiones desarrolladas en el marco de la historia y epistemología de las ciencias. Este autor afirma que para que los estudiantes puedan responder a los problemas, demandas y asuntos que les plantea la vida contemporánea “es necesario que la confrontación de cuestiones, la consideración de los valores subyacentes y la acción sean totalmente integrados al currículo” (p.1).

Se percibe la dificultad de hacer que el conocimiento de conceptos trascienda del campo teórico al práctico, en el cual cobra sentido, al contribuir con el bienestar social y el cuidado ambiental. De manera análoga las actitudes frente al cuidado del ambiente se quedan en una mera preocupación por las problemáticas, ya que al parecer muchos ciudadanos carecen de las herramientas necesarias para pasar de la sensibilidad ante las situaciones a las acciones concretas. Esta idea Hodson (2013) la precisa en los siguientes términos:

Generalmente es mucho más fácil proclamar que uno/una se preocupa por una cuestión que hacer algo al respecto. En pocas palabras, nuestros valores no valen nada hasta que los vivimos. Los valores retóricos y proclamados no traerán la justicia social y no salvarán el planeta. Debemos cambiar nuestras acciones (p. 8).

Este trabajo pretende realizar un aporte a la toma de conciencia sobre el impacto de las acciones humanas en el ambiente desde una perspectiva sistémica, que muestre la relación de dependencia entre los factores astronómicos y geológicos a favor de la existencia de vida, de manera que contribuya a la valoración de las condiciones que la permiten.

En la presente investigación conviene resaltar que un enfoque histórico y epistemológico que sitúe los conceptos claves de astrobiología en los contextos de constitución, no sólo permite un proceso de re-contextualización, vía la generación de actitudes responsables, sino que además permite generar contextos que favorezcan el debate y la reflexión sobre la responsabilidad ética que debe tener el sujeto.

2.2 Contextualización histórica de algunos asuntos de astronomía y de condiciones que permiten la vida en la Tierra

2.2.1 Sobre los asuntos de astronomía

Las preguntas por quiénes somos, de dónde venimos y si somos la única forma de vida capaz de pensarse a sí misma en el universo, han inquietado a los seres humanos a lo largo de la historia. Es una necesidad de la especie humana, definir su identidad y su propósito en este planeta. No obstante, es bueno decir que sobre estas cuestiones se han dado diferentes respuestas, cada una de ellas enmarcada en distintas líneas de pensamiento que difieren en las formas de concebir el mundo y por lo tanto con ideales de sociedad y ser humano distintos. Partiendo de este razonamiento, podemos decir que el tipo de respuesta a las cuestiones inicialmente planteadas influye en la forma en que el ser humano piensa y por ende, en la manera de relacionarse con su entorno.

En la antigüedad Aristóteles propuso que la Tierra era el centro de todo y que los astros giraban alrededor de ella de manera periódica. Esta teoría fue continuada y complejizada por

Ptolomeo, arraigándose así en la cultura hasta el siglo XVI (Sepúlveda, 2003). Se tenía una cosmovisión antropocéntrica, en la cual se planteaba que el ser humano tenía a su disposición todo aquello que lo rodeaba, asumiendo esto no desde una perspectiva de conservación, sino más bien, de explotación.

Siglos más tarde, este pensamiento geocentrista iba a ser refutado por algunos autores como Nicolás Copérnico, que situaba de otra manera el planeta Tierra, sacándolo del centro, lo que causó gran impacto a nivel social, puesto que ya no se ocupaba un lugar privilegiado, sencillamente la Tierra era uno más de los planetas que conformaban el Sistema Solar. Las líneas de pensamiento aristotélicas y las creencias religiosas eran afectadas significativamente por los avances científicos de la época. Es en este momento, que el ser humano empieza a darse cuenta que hace parte de un sistema, que no todo depende de él, y que más bien es el planeta y con él la humanidad los que dependen de un todo.

El ser humano se hace cada vez más consciente de la profunda dependencia que hay entre su existencia y el cosmos, lo anterior es sustentado por los avances teóricos en astronomía que se han incrementado considerablemente en las últimas décadas. George Lemaître, con su teoría del Big-Bang, da un aporte destacado en este sentido. Una explicación tal del origen del Universo debería desembocar en actitudes de humildad y admiración frente a este. La serie de sucesos que han ocurrido, desde el Big-Bang hasta crear las condiciones que hacen posible la vida, son algo asombroso. Algunos dicen que todo ha sucedido por simple azar, otros que hay un diseñador detrás de todo como fuerza organizadora que guía el proceso. Sea cual sea la cosmovisión, es posible pensar que un ser humano que comprende las asombrosas condiciones que se dan para que exista la vida, debería asumir actitudes de cuidado y protección del ambiente que la hace posible. Si el ser humano se hace consciente del largo periodo de tiempo, y la complejidad del

proceso para que se establezcan las condiciones que han permitido la vida en la Tierra, es probable que reconozca el papel que desempeña como parte de un sistema en equilibrio, que es paulatinamente afectado por sus acciones irresponsables.

Después de analizar los aportes de teóricos como Huang (1960), Kasting (2010), Kaku (2005) y Sagan (2003), se evidencia que los modelos astronómicos construidos por las comunidades científicas de las diferentes épocas han cambiado con los avances tecnológicos en función de dar una explicación a lo que observaban cuando miraban al cielo.

A medida que se producían revoluciones científicas por las nuevas construcciones de modelos astronómicos, las ideologías de las sociedades de cada época se veían influenciadas directa o indirectamente. Por ejemplo, el cambio de un modelo geocéntrico a uno heliocéntrico fue uno de los primeros pasos para que la visión antropocentrista, que confiere al ser humano cierta autoridad sobre las demás formas de vida, fuera perdiendo fuerza. El ser humano poco a poco se ha dado cuenta que pertenece a un sistema del cual depende, y por tanto, cualquier acción responsable o irresponsable, con el mismo, tendrá efectos en un sentido bidireccional.

2.2.2 Sobre habitabilidad planetaria

En la segunda mitad del siglo XXI se han logrado avances en la búsqueda de planetas cuyas condiciones ofrezcan posibilidades para el desarrollo de la vida. Sin embargo, pese a las diversas misiones espaciales y los trabajos desarrollados en los grandes observatorios del mundo, todavía no se han podido detectar indicios de la existencia de vida compleja en otros lugares fuera de la Tierra. Partiendo de un conocimiento parcial y desde la admiración que produce constatar la existencia de la vida, surgen preguntas en torno a ¿Qué condiciones debe tener un planeta para que sea habitable? ¿Qué clase de equilibrio debe existir para que el universo permita el desarrollo de organismos complejos que puedan pensarse y dar un significado a su propia

naturaleza? Hasta ahora se han encontrado diversas condiciones que parecen cuidadosamente ajustadas; causa asombro el pensar que si tan solo faltase alguna, la vida sería completamente distinta a como hoy la conocemos o sencillamente no se habría desarrollado. Sobre esto, es oportuno decir que, si bien existe una diversidad considerable de condiciones de habitabilidad, en la presente investigación se mencionan algunas que se consideran relevantes para la enseñanza, en la medida que permiten suscitar la reflexión sobre el impacto del ser humano en la Tierra.

Analizar las condiciones que hacen posible el desarrollo de la vida en el Universo, implica acercarse a diversas disciplinas que actualmente trabajan cooperativamente para poder comprender los diferentes fenómenos naturales que permiten prosperar la vida. En ese encuentro de disciplinas surge la astrobiología, campo de la biología que estudia la vida en el universo. Esta nueva disciplina:

Nos obliga a reconsiderar la vida de nuestro planeta, sólo como un ejemplo de cómo podría funcionar la vida, más que como el único ejemplo. La astrobiología nos obliga a romper las cadenas de la biología convencional; insiste en que consideremos planetas enteros como sistemas ecológicos. Se requiere una comprensión de la historia fósil. Nos hace pensar en términos de largas extensiones de tiempo en lugar de simplemente el aquí y ahora. Fundamentalmente, exige una expansión de nuestra visión científica en tiempo y espacio (Ward & Brownlee, 2003, p. xix).

En el universo existen miles de galaxias, algunas elípticas y otras en forma espiral. Nuestra galaxia, la Vía Láctea, es de tipo espiral y el Sistema Solar se encuentra ubicado en uno de sus brazos. Este es un lugar que por su contenido de metales pesados permite la formación de un planeta con un núcleo denso, capaz de generar un campo magnético, como sucede con nuestro

planeta; además, es una zona despejada de estrellas, lo cual es clave, pues si estuviéramos cerca al núcleo de la galaxia, donde hay una alta densidad de estrellas, las explosiones de supernova y las perturbaciones gravitacionales acabarían con cualquier forma de vida existente. Por otro lado, en una región situada en el exterior de la galaxia el Sistema Solar no se habría formado, ya que los niveles de metalicidad son demasiado bajos para formar planetas rocosos como la Tierra. Ward y Brownlee (2003) se refieren a la región de la galaxia que posee las condiciones que favorecen la vida como zona de habitabilidad galáctica.

2.2.3 Criterios de habitabilidad planetaria: origen del concepto

En el libro *How to find a habitable planet*, Kasting (2010) hace un recorrido por las ideas de algunos pensadores acerca de la posibilidad de vida en otros planetas. En el siglo IV a.C. Aristóteles pensaba que así como el círculo sólo tenía un centro, sólo debía haber una Tierra. Por su parte, Epicuro creía que la materia estaba hecha de átomos microscópicos, lo que lo llevó a pensar en la existencia de muchos mundos diferentes. Las ideas de Epicuro murieron con él y las de Aristóteles tuvieron continuidad con Ptolomeo.

Ya a finales del siglo XVI Giordano Bruno creía en la existencia de otros mundos y en la vida extraterrestre. En su libro, *De L'infinito Universo E Mondi*, Bruno (1584) escribió:

Hay un sinnúmero de soles e incontables tierras todas giran alrededor de sus soles exactamente de la misma manera que los siete planetas de nuestro sistema [...] Los incontables mundos en el universo no son peores ni menos habitados que nuestra Tierra (Citado en Kasting, 2010, p.5).

Kasting (2010) continúa diciendo que en tiempos modernos los principales científicos adoptaron la cuestión de si existen planetas habitables, la idea de que las estrellas eran otros soles se afianzó y el francés Pierre-Simón de Laplace desarrolló teorías sobre cómo se podrían

desarrollar planetas a su alrededor. En 1953 Harlow Shapley habló del concepto “cinturón de agua líquida” para referirse a la zona de un sistema planetario en que podría existir agua líquida en la superficie del planeta, pues la vida como la conocemos requiere de agua y aunque algunos organismos que forman esporas pueden sobrevivir largo tiempo sin ella, es imprescindible para sus procesos metabólicos y de reproducción; en consecuencia, se puede decir que la vida es dependiente del agua.

Los astrónomos realizaron sus primeras discusiones sobre zona habitable alrededor de 1960. En este contexto encontramos a Huang (1960), quien plantea que “un planeta habitable debe tener una corteza sólida y ser capaz de mantener agua gravitacionalmente. De hecho, la existencia de organismos vivos sin el apoyo de algunas sustancias en forma líquida es bastante inconcebible” (p.489). Si bien hay una serie de condiciones que deben cumplirse para que pueda desarrollarse la vida tal y como hoy la conocemos, existe consenso en la comunidad científica acerca de una condición que es indispensable para la ocurrencia de la vida, y es la capacidad de un planeta para retener agua líquida en su superficie. En consecuencia, un planeta habitable debe por un lado, contar con la masa suficiente para retener agua gravitacionalmente, y por otro estar a una distancia prudente de la estrella a la cual orbita, de manera que el agua no se congele por estar demasiado lejos, ni se evapore por estar muy cerca. A la región que cumple estas condiciones se le ha denominado zona de habitabilidad. Cabe resaltar que al encontrar nuevas condiciones de habitabilidad dicho concepto se ha ido re-significando atendiendo al nivel cosmológico del que se habla y a las formas de vida objeto de estudio, pues algunos microorganismos como los extremófilos pueden sobrevivir en condiciones aparentemente inhóspitas para la vida animal.

La masa de la Tierra, además de retener el agua, permite también que la atmósfera que la rodea no se disipe, esta es otra condición favorable para la vida compleja, que se evidencia al examinar el artículo *Los tamaños de los planetas habitables*. Huang (1960), a partir de algunos análisis físicos llega a la conclusión que “si un planeta conserva una atmósfera o no, no depende tanto de su edad sino de su radio y la media de su densidad” (p.491). La atmósfera terrestre ha sufrido cambios, pasando de tener un alto porcentaje de hidrógeno, a contar con presencia de oxígeno. Este ha sido un proceso favorable a la existencia de animales, que tomó cerca de 2 mil millones de años (Ward & Brownlee, 2003). Los gases efecto invernadero tan importantes como el vapor de agua, el ozono, el nitrógeno, el metano y el dióxido de carbono permanecen retenidos en nuestra atmósfera. Gracias a ellos y a la tectónica de placas, nuestro planeta actúa como un termostato que regula la temperatura, dejando escapar gran parte de los rayos del sol que son reflejados de nuevo al espacio, quedando en la Tierra la radiación necesaria para tener unas condiciones térmicas óptimas para la vida.

Por su parte, Kasting, Whitmire y Reynolds (1993) definen Zona de Habitabilidad (HZ) como "la región alrededor de una estrella en la que un Planeta parecido a la Tierra (de masa comparable) y que tiene una atmósfera que contiene nitrógeno, agua, y dióxido de carbono es climáticamente adecuado para la habitabilidad en la superficie, de vida dependiente de agua" (p.108).

Estas consideraciones dejan ver la manera particular de Kasting plantear la habitabilidad planetaria, lo que motiva a realizar un proceso de re-contextualización del concepto, para la enseñanza, a partir de sus aportes en este campo.

2.3 Re-contextualización del concepto de habitabilidad planetaria desde la perspectiva de James Kasting

James Kasting es un reconocido profesor de Geociencias en la Universidad Estatal de Pensilvania. Es un experto en la evolución atmosférica planetaria y junto a la NASA trabaja activamente en la búsqueda de planetas habitables fuera de nuestro Sistema Solar. Kasting realizó sus estudios en la Universidad de Harvard y la Universidad de Michigan, en las cuales recibió su Ph.D. en ciencias de la atmósfera en 1979. Es considerado una autoridad a nivel mundial en el campo de la habitabilidad planetaria, así lo reconocen en su famosa obra *Tierra Rara* el astrónomo Peter Ward y el geólogo Donald Brownlee (2003) cuando afirman que "Aunque muchos científicos han estado persiguiendo exhaustivamente los diversos atributos necesarios para un planeta habitable (...) un nombre destaca en la literatura científica: James Kasting" (p.266).

Si bien hay diversos autores que han realizado importantes desarrollos en cuanto a la caracterización de planetas habitables, para esta investigación se han retomado los planteamientos de James Kasting, considerando que es un teórico que se sitúa en la construcción del concepto habitabilidad planetaria y trata detalladamente sus elementos estructurantes. Además, en cuanto a la manera de proceder, Kasting tiene en cuenta los niveles de abstracción que implica el estudio de la astrobiología por ser un campo en el que no se tiene fácil acceso a los elementos experimentales y al control de variables, debido a las dimensiones que implica el estudio de esta disciplina. En atención a esta necesidad el teórico emplea distintos modelos astronómicos y climáticos con el fin de recrear condiciones y realizar predicciones que posteriormente son confrontadas a nivel experimental y observacional (Walker & Kasting, 1991; Kasting et al., 1993; Kasting, 2010). En atención a lo expuesto es oportuno, a la hora de re-

contextualizar, en la enseñanza el concepto de habitabilidad planetaria, considerar tanto los elementos conceptuales como metodológicos que el teórico utiliza con el fin, no solo de realizar precisiones conceptuales, sino también de heredar modos particulares de proceder, en el intento de formar para una actitud responsable con el ambiente.

A continuación se abordarán algunas condiciones clave para la habitabilidad de un planeta, atendiendo a su pertinencia en el campo de la enseñanza y que, además, permiten establecer relaciones frente al cuidado de las condiciones que posibilitan la vida en la Tierra.

2.3.1 Ubicación en la galaxia

El centro de nuestra galaxia es bastante activo, explosiones de supernova, emisión de rayos gamma y constantes perturbaciones gravitatorias son algunas de sus características. Por el contrario en el extremo de los brazos espirales de la galaxia hay un ambiente más tranquilo, sin embargo, la metalicidad en esta zona es demasiado baja e impide la formación de planetas rocosos capaces de retener la atmósfera necesaria para el desarrollo de la vida. De aquí surge el concepto de habitabilidad galáctica, el cual fue introducido por primera vez por Ward y Brownlee en un trabajo conjunto con González. Estos autores afirman que aun teniendo el planeta las condiciones óptimas para albergar vida, si este no se encuentra en la zona de habitabilidad galáctica, las probabilidades de que la vida evolucione son muy bajas. “Para determinar las fronteras de la zona galáctica de habitabilidad deben satisfacerse dos criterios: disponibilidad del material para crear el planeta habitable y aislamiento adecuado, libre de amenazas cósmicas” (González, Ward & Brownlee, 2001, p. 60). Al respecto, Kasting (2010) plantea que:

Nuestro Sol, se encuentra en una posición favorable, un poco más de la mitad desde el centro galáctico. (El diámetro de la galaxia se estima en alrededor de 85.000 años luz, y

nuestro Sol está a 25.000 años luz de su centro). Los planetas que orbitan alrededor de estrellas que están demasiado cerca del centro de la galaxia son más propensos a tener sus órbitas perturbadas por encontrarse cerca de otras estrellas, y son también más propensos a encontrarse en las proximidades de los acontecimientos catastróficos tales como supernovas y las explosiones de rayos gamma (p.270)¹.

2.3.2 Ubicación en el Sistema Solar

Dentro de un sistema planetario, los astrónomos llaman zona de habitabilidad circumestelar (ZHC) a los lugares idóneos para el desarrollo de la vida. Indica, en general, la región en torno a una estrella donde puede persistir agua líquida en la superficie de un planeta terrestre, al menos durante algunos miles de millones de años. La Tierra se encuentra en esta zona de habitabilidad (HZ), ni demasiado cerca del sol para que los océanos se evaporen, ni demasiado lejos para que se congelen. Ward & Brownlee (2003) dicen al respecto que:

Ocupar la HZ o "zona de confort" planetaria, es una situación análoga al que se sienta al lado de una fogata en una noche fría. Imagina tratando de sobrevivir una noche en el Yukón, cuando la temperatura es de 100 ° F bajo cero. Usted tiene una gran fogata, pero si duerme demasiado cerca de ella se quema en el fuego, y si está demasiado atrás se puede congelar (p.16).

Con referencia a lo anterior Kasting (1993) analiza dos modelos climáticos en los que se predicen las posibles condiciones ambientales de nuestro planeta si se hubiera formado un poco más cerca o más lejos del sol:

¹ El texto usado como referencia corresponde al borrador del libro, al cual los investigadores no pudieron acceder, en tal sentido la paginación aquí usada obedece a dicho borrador.

Utilizando un modelo unidimensional de equilibrio climático radiativo, Rasool y Debergh (1970) calculan que los océanos nunca se habrían condensado si la Tierra hubiera estado situada 4 a 7% más cerca del Sol. Este destino se ha denominado el “invernadero desbocado”. Por otro lado, modelos climáticos de balance simple de energía (Budyko 1969, Sellers 1969, del Norte 1975) predicen que la Tierra habría llegado a un nivel mundial de glaciación sólo si se hubiera formado de 1 a 2% más lejos del sol (p. 109).

2.3.3 El agua, requisito fundamental para la vida

El agua por sus propiedades adquiere un papel muy importante en la habitabilidad de un planeta, tanto para la formación de vida compleja como para la estabilidad climática. Se puede afirmar también que la presencia de agua líquida en la superficie de un planeta es el requisito básico para soportar la vida. Como hemos mencionado anteriormente “la región alrededor de la estrella en la cual se encuentran los planetas que pueden soportar la vida ha sido llamada ‘zona habitable’, o ‘ecosfera’ (Dole, 1964, Shklovski & Sagan, 1966, citados en Kasting et al, 1993, p.108). Se ha utilizado el criterio de temperatura para definir sus límites (Dole, 1964, citado en Kasting et al, 1993). Otros científicos “han equiparado habitabilidad con la presencia de agua líquida en la superficie de un planeta. La idea aquí es que todos los organismos con los cuales estamos familiarizados requieren agua líquida durante al menos parte de su ciclo de vida” (Kasting et al, 1993, p.108).

Kasting (2010) hace una interesante descripción de las características del agua en la que destaca algunas razones por las cuales la biología depende del agua líquida, entre otras cosas analiza su geometría molecular y algunas características que se desprenden de la misma. El agua es considerada el disolvente universal. Es una molécula polar, ya que por la distribución de sus electrones el oxígeno adquiere una ligera carga negativa y el hidrógeno una ligera carga positiva,

esto hace que pueda disolver otras moléculas polares. La vida en la Tierra está basada en varios compuestos polares que contienen carbono y por tanto solubles en agua.

Otra propiedad particular del agua que favorece la vida es su alta capacidad calorífica, proporcionada por los puentes de hidrógeno, ya que al calentar el agua gran parte de la energía se invierte en separar dichos enlaces, quedando así menos energía disponible para incrementar el movimiento de las moléculas y en consecuencia se requiere más energía térmica para producir aumentos de temperatura. Esta propiedad del agua es uno de los factores que permiten un equilibrio térmico en nuestro planeta. Por otra parte, el agua es imprescindible para llevar a cabo las reacciones químicas de los seres vivos, tanto para su metabolismo como su reproducción. En definitiva “La Biología depende del agua líquida, por buenas razones desde un punto de vista químico” (Kasting, 2010, p.6). Además el agua actúa como un gas efecto invernadero en su estado gaseoso.

2.3.4 Masa del planeta

Como ya se mencionó anteriormente, nuestro sistema solar se formó en un lugar de la galaxia dotado de una considerable cantidad de metales, óptimos para formar un planeta rocoso del tamaño de la Tierra. González, Ward y Brownlee (2001) mencionan que

Estos metales vienen a ser los bloques de construcción de los planetas terrestres. Su concentración condiciona el tamaño de los cuerpos planetarios, tamaño que, a su vez, determina si un planeta es capaz de retener una atmósfera y de experimentar actividad geológica (p. 60).

Como se mencionó anteriormente “un planeta habitable debe tener una corteza sólida y ser capaz de mantener agua gravitacionalmente” (Huang, 1960, p.489). De la masa del planeta dependen otras condiciones, pues si bien la composición de la atmósfera y el agua líquida son

factores importantes para la habitabilidad, lo que permite mantenerlos sujetos al planeta es precisamente la fuerza gravitatoria que la Tierra ejerce sobre ellos.

La Tierra tiene a ambos lados del sistema solar dos planetas hermanos que ofrecen claros ejemplos de cómo varían las atmósferas dependiendo del tamaño de los planetas, y también nos permiten observar que sucedería con la Tierra si estuviese más o menos cerca del sol. Marte, por ejemplo, ejerce una fuerza gravitatoria equivalente al 38% de la terrestre ($g = 3,71 \text{ m/s}^2$) y por tanto es incapaz de retener algunos gases efecto invernadero; además, por medio de su permeable atmósfera se filtran nocivas radiaciones desde el exterior que atentan contra el desarrollo de vida dentro del planeta. Por su parte, Venus tiene una atmósfera densa con una gran cantidad de gases dentro de los que se encuentra el CO_2 en altas concentraciones. A falta de un ciclo que permita el reciclaje del carbono, las constantes erupciones volcánicas expiden CO_2 a la atmósfera incrementando sus concentraciones, lo cual aumenta la presión en el planeta e impide el desarrollo de la vida como consecuencia de su fuerte efecto invernadero, alcanzando temperaturas de hasta 460°C . Por otro lado Kasting (2010) muestra como la masa de Marte al ser la décima parte de la terrestre hace que tenga una atmósfera que permite el escape de O_2 :

¿Qué es entonces lo que limita la concentración de O_2 en la atmósfera de Marte? El factor clave es que Marte es tan pequeño ($\sim 0,1$ masa de la Tierra) que el oxígeno puede escapar de la atmósfera de Marte a una velocidad lenta (p. 374).

2.3.5 Ciclo del Carbono

El ciclo del carbono se divide en dos partes: una más conocida que es el ciclo del carbono orgánico que regula las concentraciones de O_2 en la atmósfera (ciclo rápido) y otra menos conocida el ciclo del carbonato silicato que regula el clima (ciclo lento); “el CO_2 se elimina de la

atmósfera por la meteorización de silicatos de calcio y magnesio en las rocas y la posterior precipitación y el entierro de sedimentos carbonatados” (Kasting et al, 1993, p. 109).

Por medio de la fotosíntesis, grandes cantidades de carbono son fijadas por las plantas y parte de este carbono ha quedado almacenado en los depósitos fósiles. El carbono es continuamente reciclado y tanto plantas como animales respiran O_2 y exhalan CO_2 . Las plantas son además sumideros de dióxido de carbono y productoras netas de Oxígeno. Los animales al alimentarse también absorben Carbono y cuando estos mueren los descomponedores convierten la materia orgánica en dióxido de carbono que posteriormente es liberado a la atmósfera.

En escalas largas de tiempo, “la concentración de CO_2 en la atmósfera de la Tierra ha sido controlada por interacciones lentas con el depósito de rocas de la corteza, un proceso conocido como ciclo carbonato-silicato” (Kasting et al, 1993, p.109) el cual permite la estabilidad del clima. El CO_2 atmosférico se disuelve en agua de lluvia que se acidifica y al caer sobre rocas de carbonatos y silicatos se convierte en iones de bicarbonato que los ríos llevarán al mar. Algunos organismos marinos toman el ion bicarbonato para formar sus caparazones y esqueletos. Cuando estos organismos mueren sus conchas irán a parar a los sedimentos marinos en forma de carbonatos y silicatos que al entrar en la zona de subducción y por acción de grandes presiones y temperaturas darán formación a las rocas metamórficas; en este proceso se liberará CO_2 a partir de las erupciones volcánicas.

El conocimiento sobre el papel que desempeña el CO_2 en el planeta y de los demás factores de habitabilidad anteriormente mencionados, parecen no ser tenidos en cuenta; los seres humanos absortos en la cotidianidad dejan de lado el pensar sobre cuestiones fundamentales como las condiciones que permiten su existencia en la Tierra. En general, las personas toman como algo dado y trivial el hecho de que la vida pueda desarrollarse, en consecuencia sus

acciones no están fundamentadas en criterios que permitan cuidar las condiciones que la favorecen.

2.4 Habitabilidad planetaria y conciencia ambiental

Vivimos en un planeta que ofrece un ambiente ideal y hospitalario para la vida, no obstante, usualmente tenemos poca comprensión de los factores que la posibilitan o que la ponen en peligro. Por ejemplo el proceso de industrialización causó un grave impacto ambiental afectando la mayoría de los ecosistemas de la Tierra a un ritmo vertiginoso, tanto que se ha puesto en peligro el equilibrio atmosférico de nuestro planeta, el cual ha sido resultado de un proceso que ha tardado millones de años en estabilizarse. Las grandes cantidades de dióxido de carbono y otros gases emitidos a la atmósfera, por acción del ser humano, atentan directamente contra la habitabilidad del planeta en la medida que modifican la cantidad de gases efecto invernadero, necesarios para mantener una temperatura óptima.

Como se resaltó en párrafos anteriores, el agua líquida es un factor indispensable para la vida, por suerte, la Tierra tiene la masa adecuada para retenerla gracias a su fuerza gravitatoria y estamos ubicados respecto al sol justo en el lugar que el agua puede permanecer en estado líquido. Sin embargo, el ser humano desconoce dichas particularidades, y posiblemente este desconocimiento contribuye a que grandes multinacionales y diversas empresas con fines netamente económicos afecten las fuentes hídricas de una manera no sustentable. Estas actitudes obedecen a una mirada antropocéntrica en la que el ser humano se ha excluido de la naturaleza, otorgándose a sí mismo una posición superior, al asumirla como recurso inagotable. La astrobiología puede aportar a un cambio de mirada, ya que considera los planetas como sistemas ecológicos (Ward & Brownlee, 2003), esto implica que toda forma viviente depende de dicho sistema y debe procurar preservar el equilibrio que hace posible la vida. El ser humano es una de

estas formas de vida, por tanto debe retornar a su posición de especie razonable y desempeñar el papel que le corresponde, a fin de propiciar condiciones de vida digna para todos los organismos.

En el contexto de la enseñanza se hace cada vez más urgente plantear la reflexión sobre las condiciones que posibilitan la vida. Entre las temáticas básicas estarían la ubicación de la Tierra en el universo, el ciclo del carbono y el ciclo del agua; la necesidad de agua líquida para la vida, la comprensión del largo proceso ocurrido hasta obtener el equilibrio natural del que hoy somos partícipes. Es necesario conocer dichas condiciones en la medida que ofrecen una mirada holística de los fenómenos, mostrando su grado de interdependencia y además de ello, permite a los estudiantes fundamentar sus criterios para la toma de decisiones informada y responsable.

En definitiva, se trata de una educación para la acción (Hodson, 2003), que lleve a pasar de la razón instrumental imperante a una razón comprensiva y sensible (García, 2014) frente a la red de vida de la que hace parte el ser humano. Se requiere entender que si el sistema que sustenta la vida es afectado negativamente, las consecuencias repercutirán también sobre las condiciones que hacen posible la subsistencia humana.

Capítulo 3

Diseño metodológico

3.1 Enfoque y método

Por tratar de comprender cómo, desde el concepto de habitabilidad planetaria, se pueden movilizar procesos de formación de ciudadanos críticos y sensibles a las situaciones ambientales, esta investigación se inscribe en un enfoque cualitativo (Hernández, Fernández & Baptista, 2010); en tal sentido, su carácter flexible y la interpretación permanente son aspectos característicos que permiten la asignación de significados a las maneras como los casos explican sus acciones, como también a las predicciones que estos plantean en relación con situaciones ambientales.

El interés de la presente investigación va encaminado, precisamente, a comprender la manera cómo se pueden vincular los saberes disciplinares con la vida de los estudiantes. En este caso se pretende comprender cómo puede contribuir la enseñanza del concepto de habitabilidad planetaria, a la promoción de una conciencia ambiental que genere actitudes de cuidado hacia el planeta, en la medida que el ser humano se asuma como parte del sistema. Para este proceso de construcción de significados se requirió de una interpretación permanente como herramienta que permitió acercarse y establecer vínculos entre los contenidos ambientales, el concepto de habitabilidad planetaria y la experiencia de los participantes.

Se analizó cómo el abordaje de algunos contenidos de la astronomía, que tanto entusiasmo y curiosidad generan en los estudiantes, permite dar cuenta del aporte que este campo del saber puede hacer en orden a la formación de seres humanos más conscientes de sí mismos y

del impacto ambiental de sus acciones. En tal sentido, se pretendió avanzar en la comprensión de las relaciones entre conciencia ambiental y el concepto de habitabilidad planetaria, a partir de las expresiones y reflexiones de los casos seleccionados y los teóricos, atendiendo al interés de los investigadores.

En esta investigación la diversidad y la subjetividad de los informantes resultó una fortaleza, en el sentido de dar cuenta de diversas construcciones personales, que fueron enriqueciendo la investigación al establecer relaciones inéditas entre conciencia ambiental y habitabilidad planetaria.

Por las consideraciones expuestas, se optó por un enfoque cualitativo con el método de estudio de caso instrumental, en el cual el interés de los investigadores se centró en analizar los discursos de los Casos, más que en los Casos en sí mismos, a fin de identificar sus modelos explicativos, (Stake, 1999).

3.2 Caracterización del contexto de investigación

La investigación se desarrolló en la Institución Educativa San Juan Bosco, la cual es de carácter oficial. Es adscrita a la Secretaría de Educación de Medellín, pertenece a la jurisdicción del núcleo educativo 917. Ubicada en el barrio Brasilia, de la comuna 4 (Aranjuez). La Institución acompaña procesos en los niveles de Transición, Básica Primaria, Básica secundaria y Media académica; del mismo modo orienta procesos de formación en la Media técnica de Laboratorio Químico, como respuesta a los requerimientos de las estudiantes.

La Institución es de carácter femenino, acoge niñas y adolescentes entre 4 y 17 años, aproximadamente, provenientes principalmente de la comuna 4, sin embargo, también acuden estudiantes de otras comunas de la ciudad de Medellín. En la Institución se promueve como fortaleza el deporte, un buen número de estudiantes pertenecen a equipos de diversas disciplinas

y participan en torneos tanto a nivel interno como a nivel interinstitucional. Las estudiantes presentan buena disponibilidad para las actividades extra clase, participan en cursos de baile, porrismo, música e inglés; se ha dado buena acogida a las actividades de la jornada complementaria en cursos como medio ambiente, juego literario, astronomía y canto.

La Institución participa de los procesos del Sistema de Gestión de Calidad y aunque sus maestros reconocen que sus prácticas pertenecen al modelo tradicional, manifiestan interés por explorar y poner en práctica alternativas que se aproximen al constructivismo. Las estudiantes, en general manifiestan interés por los procesos académicos, y entre las egresadas, hay un buen número que experimenta afinidad por las carreras relacionadas con ciencias naturales.

La institución cuenta con un proyecto ambiental escolar el cual, por cuestiones de organización de tiempos institucionales, no se dinamiza con frecuencia. Faltaría un proceso de mayor implicación de todos los miembros de la comunidad educativa, para promover mayores niveles de consciencia ambiental, de manera que se genere un ambiente formativo que favorezca a las estudiantes en la adquisición de las herramientas y criterios necesarios para comprometerse como ciudadanas activas en el cuidado del ambiente.

3.3 Criterios de selección y caracterización de los casos

El reconocimiento del contexto y la interacción con las estudiantes de la Institución Educativa San Juan Bosco, permitió la selección de 4 casos, entre las edades de 12 y 13 años, que atendieran a las necesidades de los objetivos de la investigación. Para ello se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

Gusto por las Ciencias Naturales: La motivación es un elemento fundamental a la hora de realizar cualquier actividad cognitiva, en este sentido, esta característica permite a las estudiantes disfrutar y realizar con buena disposición las actividades propuestas.

Disposición y consentimiento para participar en la investigación: Debido a que se requiere realizar algunas actividades en tiempos diferentes a la jornada escolar establecida, es preciso contar, por un lado con el tiempo y disponibilidad de las estudiantes y por otro, con el consentimiento de los padres.

Facilidad para expresar las propias ideas tanto de forma oral como escrita: Para obtener la información que facilite analizar las relaciones que establecen los casos, se hizo necesario que estos contaran con buena expresión verbal, manifestada en fluidez, espontaneidad y coherencia y, a su vez, que sus construcciones a nivel escrito fueran claras, expresivas y con un adecuado orden lógico.

Creatividad: la capacidad de imaginar y establecer relaciones son cualidades que beneficiaron el logro de los objetivos de esta investigación, pues se asumió que estas que favorecían una visión sistémica, capaz de vincular diferentes campos del conocimiento.

Buen desempeño académico: En esta investigación se asume que un buen desempeño académico se corresponde con capacidad de reflexión, de elaboración de ideas y comprensión de los contenidos básicos de las ciencias naturales. En este orden de ideas, se consideró que esta era una característica rentable para los fines de esta investigación.

3.4 Fases

La investigación se llevó a cabo durante año y medio, iniciando en el primer semestre de 2015. El proceso investigativo se fue retroalimentando con las reflexiones y las significaciones construidas en el espacio del Seminario de la Línea de Historia y Epistemología de las Ciencias, a partir de las lecturas y discusiones desarrolladas en el mismo. Este proceso permitió la implementación continua de ajustes y modificaciones teniendo en cuenta la naturaleza del

enfoque cualitativo en que está inscrita la presente investigación. El proceso se desarrolló en tres fases, cada una tuvo una duración aproximada de seis meses:

Fase 1

Esta etapa estuvo enfocada en la formulación del problema, el planteamiento de los propósitos de la investigación y la revisión del estado de la discusión de la temática objeto de estudio. El proceso de formulación del problema partió de la necesidad que posee la escuela de vincular los saberes disciplinares con los procesos de educación ambiental a fin de generar alternativas para una enseñanza de las ciencias naturales contextualizada, donde los contenidos de enseñanza permitan avanzar hacia la toma de decisiones responsables frente al ambiente. Inicialmente se identificaron los elementos estructurantes del concepto habitabilidad planetaria a partir de un análisis histórico-epistemológico del teórico y la vinculación que dichos elementos podrían tener con las acciones del ser humano frente al ambiente.

Durante esta fase fueron claves los aportes de la Línea Historia y Epistemología de las Ciencias, en relación con la enseñanza y la comprensión de la ciencia misma; así como el abordaje de algunos fundamentos de investigación que permitió optar por el enfoque cualitativo, y el estudio de caso instrumental como método acorde con los intereses de los investigadores.

Fase 2

En esta fase el trabajo de investigación estuvo centrado en enriquecer el marco conceptual por medio de un rastreo y análisis bibliográfico de autores que presentaban en sus planteamientos elementos importantes al momento de establecer relaciones entre los conceptos centrales de la investigación. Además de ello en esta etapa se hizo hincapié en precisar los aspectos metodológicos, específicamente el diseño y revisión de instrumentos, para su posterior

aplicación. Una vez obtenida la información proporcionada por los casos y los planteamientos de los teóricos se procedió a su sistematización y análisis.

Fase 3

En esta etapa se continuó con el análisis de la información aportada por los casos con el fin de avanzar en la construcción de relaciones entre el concepto de habitabilidad planetaria y las actitudes y acciones frente al ambiente, lo cual permitió precisar la ruta de significación que fue emergiendo durante el proceso. Finalmente, a partir del análisis de la información obtenida se determinaron los hallazgos y conclusiones, diseñando en tal sentido, una secuencia didáctica que pretendió vincular los aportes de los casos y el análisis histórico y epistemológico de los teóricos.

3.5 Recolección de la información

El proceso de recolección de la información se desarrolló durante 7 sesiones, cada una con una duración de 2 horas.

Los métodos para recolectar la información fueron todos aquellos que se consideró daban cuenta de los discursos de los casos seleccionados, tales como: Entrevistas semiestructuradas, observación no participante y encuentros académicos. Como instrumentos se utilizaron: protocolo de entrevistas, diarios de campo, taller práctico y guía de video foro. En adelante nos referiremos a las participantes en la investigación en términos de casos e informantes indistintamente.

Observación

Este método fue aplicado desde el comienzo del proceso investigativo. Se consideró pertinente en la medida que nos permitió una aproximación al contexto en que se desarrolló la investigación, así como la identificación de las características de los casos que podrían participar en el proceso. A lo largo de la investigación la observación permitió la familiarización con los

informantes, sus intereses, lenguaje, manera de relacionarse y de proceder, aspectos que sirvieron de insumo para la elaboración de los instrumentos. En este método se utilizó como instrumento de recolección de la información el diario de campo de los investigadores, tanto en las clases regulares como en las sesiones académicas.

Entrevistas

Las entrevistas se caracterizaron por un diálogo entre el entrevistador y el entrevistado en el cual se dio un intercambio de información. En ellas se procuró que las respuestas del entrevistado fueran genuinas, por tanto, se asumió una postura imparcial, evitando hacer juicios de valor ante los argumentos de cada entrevistado. Teniendo en cuenta que con la presente investigación se pretendió realizar una aproximación a la manera en que los casos establecen relaciones entre el concepto de habitabilidad planetaria y los asuntos ambientales, se consideró este método apropiado para la investigación pues su dinámica permite la expresión de los significados y modelos explicativos de los casos sobre el tema en cuestión.

Para esta investigación se optó por la entrevista semiestructurada ya que ofreció posibilidades de profundizar en aquellos aspectos que se requerían, en los que las respuestas inesperadas desempeñaron un papel importante en el momento de direccionar la entrevista. Como instrumento de recolección de la información se elaboraron tres protocolos de entrevista para aplicarlos en 5 sesiones de dos horas cada una; estos fueron desarrollados en forma escrita con el fin de facilitar la sistematización de la información.

Sesiones de trabajo académico

Estas sesiones consistieron en una serie de encuentros en los cuales se desarrollaron talleres en pequeños grupos. Con estos se amplió la información aportada por los casos en los otros métodos. Los talleres se desarrollaron en dos sesiones de dos horas cada una.

3.6 Sistematización de la información

La sistematización se realizó en matrices de doble entrada. Para la organización de la información se procedió a la selección de las unidades de análisis en el material recolectado a fin de identificar las categorías tanto apriorísticas como emergentes. A cada categoría se le asignó un código, el cual facilitó la clasificación de la información disponible en los protocolos de entrevistas, diarios de campo y talleres.

3.6.1 Análisis de la información

Estos procesos se ejecutaron a lo largo de toda la investigación. Para dar mayor confiabilidad al proceso investigativo se utilizaron diferentes estrategias de triangulación de métodos, juicio de pares y diálogo con los informantes, una vez analizada la información. Igualmente, se realizó una triangulación con el marco teórico, con la intención de realizar correspondencias entre los modelos explicativos de los informantes y los planteamientos de los teóricos seleccionados. Es oportuno precisar que en el caso particular de la triangulación, el procedimiento de análisis contempló el contraste entre métodos, instrumentos e investigadores. Se trató de establecer relaciones, encontrar patrones y construir significados a partir de la información disponible, poniendo en diálogo diversas perspectivas en torno al problema de investigación.

Para elegir las unidades de análisis, de acuerdo con el planteamiento del problema, se hizo una selección de segmentos que proporcionaron la posibilidad de asignar significados a los datos suministrados por los informantes. En tal sentido se aplicaron estrategias de análisis por palabras, por párrafos y las intervenciones de los participantes.

3.6.2 Sistema de categorías

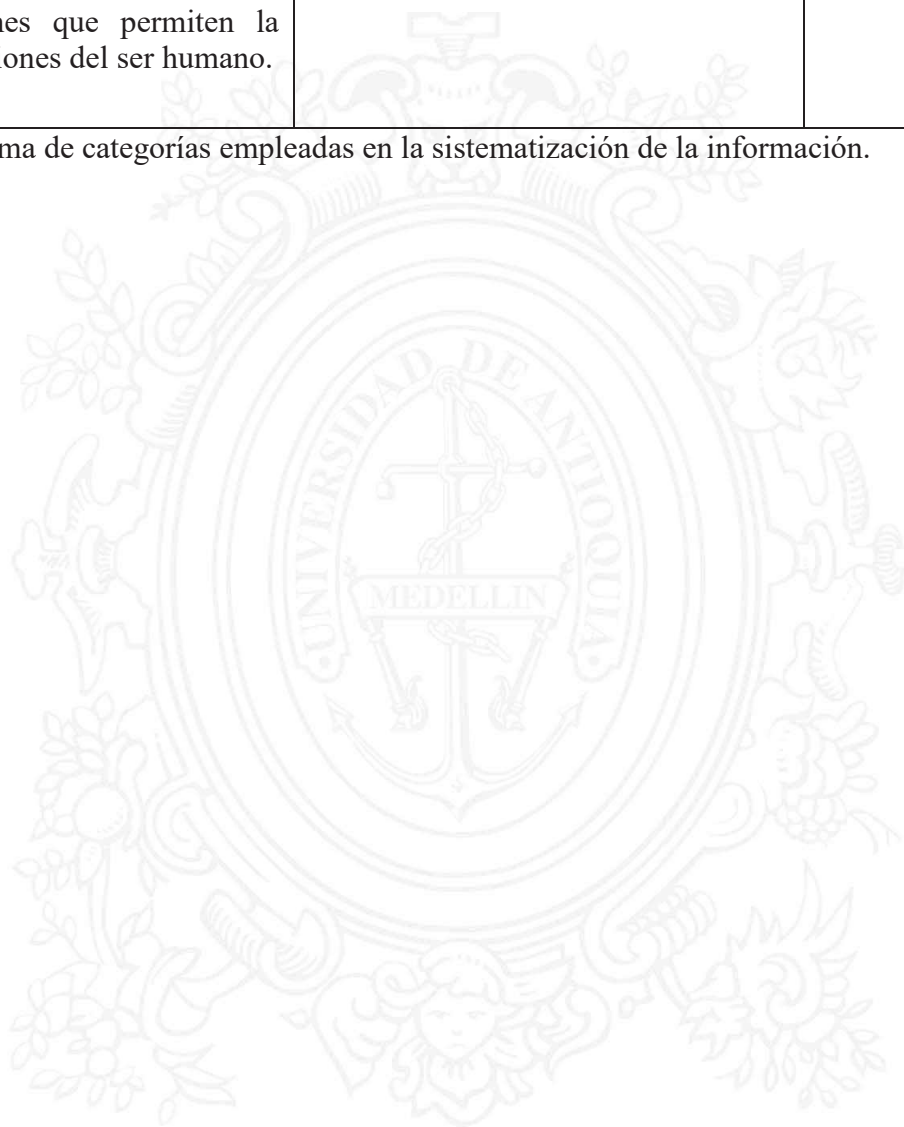
La identificación y estructuración de las categorías de análisis, así como de las subcategorías e indicios, fue resultado del análisis documental y conceptual adelantado en la primera fase, y que tomó como referente algunas reflexiones acerca de la Habitabilidad Planetaria que se discutirán en el apartado siguiente. Esta red de categorías se constituyó en el eje articulador y orientador del proceso de investigación. Tales categorías, subcategorías e indicios se presentan en la Tabla 1. La integración de toda la información, a partir del análisis categorial, configuró un corpus coherente que reflejó lo que se denominó hallazgos, enfocados en dar cuenta de los propósitos de la investigación. Las estrategias que se utilizaron para lograr una mayor consistencia y confiabilidad en el proceso de obtención de la información fueron los pilotajes del cuestionario y las entrevistas, y la triangulación entre estamentos, instrumentos e investigadores.

Categorías de Análisis		
Categorías Apriorísticas	Subcategorías	Categorías Emergentes
*Reconocimiento de las condiciones que permiten la vida en un planeta y su importancia.	*Reconocimiento de la ubicación de la Tierra en el universo como una condición que permite el desarrollo de la vida en el planeta. *El agua líquida como condición que permite la vida en un planeta. *Concentraciones adecuadas de CO ₂ , como condición que permite la vida en un planeta.	*Indicios de una visión sistémica.
*Relación entre el conocimiento de las condiciones que permiten la vida y las actitudes del ser humano.		



*Relación entre el conocimiento de las condiciones que permiten la vida y las acciones del ser humano.		
--	--	--

Tabla 1: Sistema de categorías empleadas en la sistematización de la información.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

Capítulo 4

Hallazgos y Discusión

La recolección, sistematización y análisis de la información acerca del concepto de habitabilidad planetaria y su relación con acciones y actitudes frente al ambiente, permitió construir un discurso que relaciona las interpretaciones de casos, teóricos e investigadores. En este proceso se evidencia una forma particular de construir el saber, que busca, por un lado, re-significar el conocimiento sobre habitabilidad planetaria producido desde la ciencia y, por otro lado, aproximarse a los modelos explicativos de los casos para llevar a cabo, a partir de estos insumos, un proceso de re-contextualización que finalmente se concretiza en una propuesta de enseñanza, a través de una secuencia didáctica. A continuación se presentarán los hallazgos (mediados por las interpretaciones de los investigadores) e interpretaciones a partir de cada una de las categorías de análisis planteadas para la presente investigación.

4.1 Condiciones que hacen a un planeta apto para la vida

En la búsqueda de otros planetas que probablemente puedan albergar vida, los científicos buscan características que se han considerado esenciales para la existencia de vida en la Tierra. ¿Qué hace que la Tierra sea un lugar apto para albergar la vida? ¿Cuáles son las características que la hacen habitable? “La palabra ‘habitable’ significa ‘apto para vivir en (o sobre)’, y la vida no se puede originar sin habitabilidad” (Lammer, 2009, p.183).

Lammer (2009) afirma que “La Tierra es hasta ahora el único ejemplo de un planeta habitable conocido. Comparado a otros planetas terrestres de nuestro Sistema Solar, la Tierra es única” (p. 183). Entre las características que le confieren habitabilidad a la Tierra, Kasting et al.

(1993) destacan: la presencia de agua líquida en su superficie, una atmósfera con un efecto invernadero que mantiene una temperatura óptima para el desarrollo de la vida, y la masa adecuada para mantener la tectónica de placas.

Al indagar sobre los modelos explicativos de los casos acerca del reconocimiento de las condiciones que permiten la vida en un planeta y el nivel de importancia que le otorgan a las mismas, se encuentra que los casos reconocen que las condiciones necesarias para la existencia de vida son variadas y en su conjunto le confieren a un planeta el potencial para sustentar la vida. Por ejemplo, el Caso 3 lo explica en los siguientes términos:

El factor más importante o relevante sería el agua, el cual mantendría una cadena de vida, seguido por el dióxido de carbono, que sería, según yo, un gas que ayude a mantener ciertas cosas en orden. Para generar oxígeno, habría que tener en el planeta TIERRA FÉRTIL para poder plantar y al igual para comer de éstas. Algo muy relevante sería que en el planeta no hubiera una temperatura, ni muy elevada, ni demasiado baja. Las lunas ayudarían a controlar los mares y a mantener estos calmados y en orden. Y por último para que el planeta pueda mantenerse estable, necesita de los elementos necesarios (C3).

Ante una lista de características sugeridas para seleccionar (A. Presencia humana, B. Presencia de agua líquida, C. Que esté ubicado, ni muy cerca ni muy lejos a la estrella que orbita, D. Concentraciones adecuadas de CO₂ que regulen el clima, E. Que esté ubicado en una región adecuada de la galaxia, F. Presencia de mamíferos), de las cuales los casos debían elegir aquellas, que según su consideración, podrían hacer a un planeta habitable, el Caso 4 expone: “Yo creo que todas son importantes, pero las que elegí son las más, es que hay muchas cosas que juegan papeles importantes, como la B, C, D, E” (C4).

Los casos consideran que el agua es un factor esencial para la existencia de vida así como una ubicación circunestelar (distancia del planeta a la estrella que orbita) que permita mantener una temperatura adecuada y reconocen que un planeta habitable debe encontrarse en una zona de la galaxia libre de amenazas cósmicas. Respecto a esto, el Caso 2 dice que:

La principal condición fue que no estuviera ubicado ni muy lejos ni muy cerca de la estrella que orbita para así mantener el clima ‘adecuado’² también en la región ubicada en la galaxia para vivir tranquilamente sin miedo a que nos caiga o nos llegue algún objeto peligroso para nuestra supervivencia (C2).

Es importante resaltar que los casos presentan algunas coincidencias con los planteamientos del teórico en cuanto a las características que debe tener un planeta para sustentar vida. El Caso 1, en concordancia con los planteamientos James Kasting, logra establecer una relación entre el hecho de que el planeta tenga agua en estado líquido y su posición circunestelar. Argumenta que este factor es importante “ya que su posición [la del planeta] podría afectar el clima y estados del agua” (C1); a juicio de los investigadores este es un indicio de acercamiento al concepto de zona de habitabilidad planetaria. Por su parte algunos teóricos muestran la importancia que otorgan a dicha condición, cuando plantean que “usaremos la presencia de agua líquida como nuestro criterio de habitabilidad (...) nos referiremos a la región con agua líquida como HZ, reconociendo que no todos los planetas en esta región serían adecuados para hogares humanos” (Kasting et al., 1993, p. 109). Y lo reafirma al plantear que “el agua líquida es importante tanto para la química de la vida misma y la habitabilidad de planetas en los que puede evolucionar la vida” (Kasting, 2010, p.7).

² Comillas agregadas por el Caso.

Para los investigadores, el Caso 2 se aproxima al concepto de zona de habitabilidad galáctica cuando plantea que el planeta debe estar en una zona lejos de peligros cósmicos que puedan afectar la vida: “También *es importante*³ la región ubicada en la galaxia para vivir tranquilamente sin miedo a que nos caiga o nos llegue algún objeto peligroso para nuestra supervivencia” (C2). En relación con esto Kasting (2010) plantea que “así como hay una región alrededor de una estrella que es óptima para la habitabilidad planetaria, también puede haber una región alrededor del centro de nuestra galaxia que es óptima para la búsqueda de sistemas planetarios habitables” (p.192). Además afirma que

Los planetas que orbitan alrededor de estrellas que están demasiado cerca del centro de la galaxia son más propensos a tener sus órbitas perturbadas por estar cerca de encuentros estelares, y también es más probable que se encuentren en las proximidades de eventos catastróficos como supernovas y los estallidos de rayos gamma (Kasting, 2010, p.192).

Por otro lado, los casos 2, 3 y 4 reconocen que el CO₂ es un factor que puede ser favorable para la existencia de vida en un planeta y el Caso 3, en este sentido, agrega que el CO₂ es relevante en la medida que actúa como agente regulador de ciertos procesos en el ambiente: “el dióxido de carbono, que sería (...) un gas que ayude a mantener ciertas cosas en orden”. Al respecto Kasting (2010) plantea que “el ciclo del carbono orgánico (a largo plazo) controla los niveles de O₂ atmosférico” (p.49). Esto resulta llamativo, pues en general hay desconocimiento del papel que cumple el CO₂ en el mantenimiento de una adecuada temperatura para el desarrollo de la vida a partir de la generación del efecto invernadero junto al metano y el vapor de agua.

³ El texto en itálica fue agregado por los investigadores para conservar el sentido de lo que quiso expresar el Caso.

En los argumentos presentados por los casos se evidencia que hay un reconocimiento de diferentes factores que deben converger a favor del desarrollo de vida en la Tierra. Comúnmente las zonas habitables se definen de acuerdo a la cantidad de energía estelar que reciben los planetas, ya que dependiendo de la cantidad de radiación podrán tener o no presencia de agua líquida en su superficie (Rudolf et al, 2014). Sin embargo, es necesario tener en cuenta que:

Numerosas otras propiedades estelares y planetarias limitan la habitabilidad. Además de los procesos geofísicos dependiendo de la estructura interna y la composición de un planeta, un complejo conjunto de factores astrofísicos determinan adicionalmente la habitabilidad. Entre estos, los rayos UV, EUV y radiación de rayos X, los campos magnéticos estelares e interplanetarios, vientos ionizados y partículas energéticas controlan la constitución de las atmósferas planetarias superiores y su evolución física y química (Rudolf et al, 2014, p.1).

Como se ha planteado, la Tierra requiere diversas condiciones para sustentar la vida. El Caso 4 considera que el ser humano está alterando dichas condiciones e invita a ejercer actitudes de cuidado con las mismas. Considera la habitabilidad como un primer elemento que se investiga al encontrar un nuevo planeta, y cuestiona “¿pero por qué se investiga eso primero?, yo creo que es porque tenemos miedo de que no encontremos formas de revertir los daños que hemos causado en el planeta y que cuando destruyamos este, nos vamos a habitar otro planeta” (C4). El Caso además es proactivo al proponer dar un giro a la investigación de habitabilidad en otros planetas, invitando a enfocarse en buscar dónde ha existido vida y cuál fue la causa de su extinción, aprendiendo de ello para cuidar las condiciones de vida en la Tierra. Agrega que “antes de descubrir nuevos planetas habitables para nosotros, debemos preocuparnos más por preservar la vida en la Tierra...” (C4). Reconoce la Tierra como el hogar que compartimos los

seres humanos, e invita a priorizar el cuidado de la vida en ella, más que la búsqueda de vida en otros planetas, afirmando que “no podemos ir viajando de planeta en planeta destruyéndolos” (C4).

4.1.1 Ubicación de un planeta en el universo: factor clave para la existencia de vida

¡Ubicación! ¡Ubicación! ¡Ubicación!

El secreto para producir grandes películas de Hollywood

y para la venta de bienes raíces también

es el secreto de la vida para poblar el universo.

(Ward & Brownlee, 2003, p. 15)

En los últimos años se ha incrementado la búsqueda de planetas con potencial para albergar vida (Ward & Brownlee, 2003; Rudolf et al, 2014). Para que un planeta sea habitable debe cumplir con varias características y condiciones, entre ellas es clave la ubicación alrededor de la estrella y en la galaxia. Al indagar sobre este aspecto, los casos participantes en esta investigación, destacan la importancia de la zona en que se encuentra la Tierra respecto a la galaxia, describiéndola como un lugar apropiado para el desarrollo de la vida, utilizan expresiones como: “Lo que más me llama la atención es que estemos en un lugar tan exacto para originar vida”(C1). La Tierra como parte del sistema solar se encuentra ubicada en la zona de habitabilidad galáctica, una región alejada del centro de la galaxia, caracterizado por tener una alta actividad que impediría el desarrollo de vida. Al respecto Ward y Brownlee (2003) en su libro Tierra Rara plantean que:

La vida es un complejo y delicado fenómeno que se destruye fácilmente por el exceso de calor o frío y por demasiados rayos gamma, rayos X, u otros tipos de radiación ionizante.

El centro de cualquier galaxia produce todos estos (p.28).

En relación con la zona de habitabilidad galáctica el Caso 3 afirma: “Me parece que nuestro Sistema Solar está como en la mejor parte de la galaxia” (C3). Lo anterior es confirmado por los planteamientos de Kasting (2010) cuando señala que:

Los planetas que orbitan alrededor de estrellas que están demasiado próximas al centro de la galaxia son más propensos a tener sus órbitas perturbadas por encontrarse cerca de otras estrellas, y son también más propensos a encontrarse en las proximidades de los acontecimientos catastróficos tales como supernovas y las explosiones de rayos gamma (p.270).

Un planeta en que se espere encontrar vida, debe estar localizado en la zona de habitabilidad galáctica y además hallarse a la distancia adecuada de su estrella para recibir la radiación justa que permita la subsistencia de vida, esto supone que dicho planeta debe estar en la zona de habitabilidad circumestelar. A propósito Ward y Brownlee (2003) explican que:

Un planeta con habitabilidad animal debe estar a una distancia adecuada de la estrella que orbita, porque esta característica gobierna si el planeta puede mantener el agua en estado líquido, sin duda un requisito previo para la vida animal como la conocemos. La mayoría de los planetas están demasiado cerca o demasiado lejos de sus respectivas estrellas para permitir que exista agua líquida en la superficie, y aunque muchos de estos planetas podrían albergar vida simple, vida animal compleja equivalente a la que hay en la Tierra no puede durar mucho si no hay agua líquida (p. xxvi).

Como se puede observar la astrobiología ofrece fundamentos para dar una explicación al fenómeno de la vida desde una mirada amplia e integradora. En este sentido el Caso 2 considera que el conocimiento sobre las zonas de habitabilidad da pie para argumentar por qué existe la

vida al afirmar que: “Es muy interesante el tema de las partes en que se divide la Vía Láctea porque gracias a esto argumentamos acerca de la condiciones de vida en nuestro planeta” (C2).

Para realizar una aproximación a lo que sucede en el Sistema Solar con la temperatura de cada planeta, según la distancia a la que se encuentra del Sol, se propuso un ejercicio de modelización a partir del cual los casos hicieron algunos análisis que coinciden con estudios actuales en el tema. El Caso 4 al hablar de la ubicación del planeta dentro del Sistema Solar como condición necesaria para la vida, afirma: “Esta es una característica principal para saber qué posibilidad de vida hay en un planeta”(C4) y añade:

...se supone que los planetas les favorece estar cerca de una fuente de calor, pero no demasiado cerca, porque esta ayuda a que se condicionen las características para tener un clima regular que favorezca la habitabilidad planetaria, como en el caso del planeta Tierra, no está ni demasiado cerca, ni demasiado lejos; demasiado cerca crearía altas temperaturas imposibilitando la sustentación de la vida, y si está demasiado lejos sería igual, pero en vez de mucho calor sería frío (C4).

Este análisis es realizado de forma amplia por Kasting (2010) cuando propone una discusión sobre las condiciones climáticas en Venus y Marte como planetas que se ven afectados, entre otros aspectos por la distancia al sol, la cual hace que en cada uno de estos planetas imperen altas temperaturas y bajas temperaturas respectivamente.

4.1.2 Indicios de visión sistémica del Universo

El ser humano ha ido construyendo explicaciones acerca del universo, donde complejidad y relaciones entre sistemas son determinantes para intentar comprender el fenómeno de la vida. En este sentido los casos 2, 3 y 4 parecen identificar la relación de interdependencia entre algunos factores astrofísicos y geológicos como condiciones para posibilitar el desarrollo de la

vida en el planeta. Cuando se pidió a los casos representar mediante un dibujo la ubicación de la casa en la Tierra, de esta en el Sistema Solar y luego en la galaxia y el Universo, estos realizaron esquemas a partir de los cuales se puede inferir que reconocen una relación de interdependencia entre los cuerpos cósmicos. Además, tienen una noción de las dimensiones astronómicas e identifican que la Tierra hace parte de un sistema en equilibrio y que si alguno de los elementos faltara por pequeño que fuera, tal vez la Tierra no existiría o tendría otras características. El Caso 1 identifica la ubicación de la Tierra en el universo, y se aproxima al reconocimiento de sus dimensiones, al afirmar que “nosotros somos una pequeñez a comparación del planeta, del sistema solar, de la galaxia y del universo” (C1). El Caso 2, en particular, habla de una relación de dependencia entre los distintos niveles y componentes del universo: “La relación que establezco mediante este dibujo es la unión y la dependencia que tiene cada uno de los elementos presentes” (C2). Con respecto a lo que ocurriría si faltara alguna de las partes del esquema el Caso dice “Pienso que habría un desequilibrio en el espacio debido a que cada uno cumple una función que de una u otra forma los beneficia”(C2). Lammer et al (2009), identifican algunos elementos que nos acercan a una lectura del fenómeno de la vida desde una visión sistémica, cuando resaltan cómo es afectada por varios factores que condicionan la habitabilidad de un planeta:

La cuestión de lo que hace un planeta habitable es mucho más compleja que la distancia adecuada de su estrella para que el agua pueda ser líquida en su superficie. Además, diversos aspectos geofísicos y geodinámicos, la radiación y ambiente de plasma de las estrellas anfitrionas pueden influir en la evolución de los planetas tipo Tierra y en la vida si se originó (p.186).

Por su parte, el Caso 4 parece evidenciar una relación de dependencia entre los factores que permiten la vida y, en esta línea se cuestiona acerca de los factores que podrían alterar este equilibrio: “Me llama la atención que en la zona intermedia es donde se posibilita la estabilidad climática y me pregunto qué factores podrían influir a que esta se desequilibrara y qué daños causaría” (C4).

4.1.3 El agua: factor esencial para la habitabilidad de un planeta

A la hora de definir los requisitos para que un planeta pueda sustentar la vida, la presencia de agua está entre los principales. A partir de este requisito se definió el concepto de zona de habitabilidad el cual se desarrolló atendiendo a lo que Shapley (1953) llamó ‘*cinturón de agua líquida*’ para referirse a la zona alrededor de una estrella que permite la existencia de agua en estado líquido en la superficie de un planeta; Kasting (2010) plantea que con esto estaba reconociendo “que el agua líquida es esencial para todas las formas de vida conocidas” (p.16).

Algunos científicos “han equiparado habitabilidad con la presencia de agua líquida en la superficie de un planeta. La idea aquí es que todos los organismos con los cuales estamos familiarizados requieren agua líquida durante al menos parte de su ciclo de vida” (Kasting et al, 1993, p.108). De ahí que muchas de las búsquedas de vida fuera de la Tierra se centren en planetas en los que probablemente se pueda hallar dicho líquido.

El agua por sus propiedades tiene un papel relevante en la habitabilidad del planeta, tanto para la formación de vida compleja, como para la estabilidad climática. Lammer et al (2009) destacan algunas de las cualidades del agua como solvente:

El agua líquida ha sido señalada como el mejor disolvente para que la vida pueda surgir y evolucionar. Algunas de las características importantes del agua en estado líquido como disolvente incluyen: un gran momento dipolar, la capacidad para formar enlaces de

hidrógeno, para estabilizar macromoléculas, para orientar moléculas hidrofóbicas e hidrófilas, etc. (p.183).

Aunque se ha planteado la posibilidad de existencia de formas de vida extraterrestre con diferentes bioquímicas y se han considerado disolventes alternativos como el metano, se sospecha que “el agua líquida, o algún líquido mezcla que contiene agua, es necesario para sustentar todas las formas de vida” (Rudolf et al, 2014). De ahí que el Caso 3 al pensar en una posible afectación de la disponibilidad de agua líquida afirme:

...todos los seres vivos dependemos de una fuente vital o sea de algún líquido más que todo, como el agua. Y yo diría que si llegara a escasear no sólo los humanos empezaríamos a desaparecer sino también los animales, plantas... Porque además, de ellos dependemos nosotros (C3).

Como se puede apreciar, el Caso 3 reconoce el agua como una necesidad común a seres humanos y otros seres vivos, además identifica la dependencia que tiene la especie humana de las otras formas de vida, aspecto que puede ser aprovechado formativamente para suscitar la reflexión en torno a temas de cuidado de los ecosistemas, tanto de sus factores bióticos como abióticos, de los cuales depende la biodiversidad presente en el planeta.

Aunque se ha comprobado que algunos organismos pueden habitar en ambientes extremos, el agua líquida es indispensable para la vida, tal como la conocemos en la Tierra. A propósito de esto, Lammer et al (2009) apuntan:

El agua es líquida a una amplia gama de temperaturas y presiones y es un fuerte disolvente polar-no polar. Esta dicotomía es esencial para el mantenimiento de la estabilidad biomolecular y de las estructuras celulares y hay un gran número de organismos que son capaces de vivir en agua (p.183).

El Caso 4 coincide con lo anterior cuando al comentar la incidencia del incremento de temperatura promedio de la Tierra, por acción antrópica, sobre el agua y los seres vivos plantea:

Esto afectaría demasiado los seres vivos, ya que el papel que juega el agua en el organismo de los seres vivos es fundamental, además nuestro cuerpo está constituido en un 80% de agua y sigo insistiendo que el agua es fundamental para la supervivencia de los seres vivos (C4).

Por otra parte, los casos establecen relaciones entre las variables distancia al sol, temperatura ambiental y presencia de agua líquida en la Tierra, en particular el Caso 2 comenta:

...las distancias que tienen los planetas con el sol influyen mucho en su temperatura, porque gracias a estas se definen si son calientes o frías (clima), debido a eso sabemos si sería posible que el agua durará, porque si es caliente se evaporaría y si es fría se congelaría (C2).

Por su parte el Caso 3 expone que:

Si estuviera la Tierra más cerca del sol está aumentaría su temperatura y el agua, por ende, empezaría a escasear. En cambio si estuviera más lejos del sol, yo diría que el agua podría llegar a congelarse por la falta de temperatura estable (C3).

Los casos reconocen, además, el agua como factor indispensable para la vida y de igual manera identifican como el cambio en la temperatura afecta otras variables de las cuales dependen los seres vivos: “todo se relaciona con la temperatura y el ambiente de esta manera si se afecta el agua, afecta el alimento, el suelo y la producción de cosas sumamente importantes para nosotros” (C2). En este sentido el Caso 4 se refiere al agua como “líquido primordial para la vida”.

Tomar conciencia de los aspectos anteriores puede tener importantes repercusiones en el campo de la enseñanza y el aprendizaje, si se pretende avanzar en una visión sistémica. Esto cobra gran interés en la enseñanza de las ciencias si a partir de la aproximación a las condiciones astrofísicas y geológicas que permiten la existencia de agua líquida en la superficie de la Tierra se identifican aquellas intervenciones humanas que pueden contribuir al cuidado o al deterioro de tales condiciones. En esta línea, los casos afirman que acciones antrópicas como la actividad industrial y el uso de combustibles fósiles, afectan el ciclo del agua en la Tierra y en consecuencia alteran las condiciones normales del ambiente. En particular, el Caso 4 plantea que “la actividad industrial y todos los humos negros han hecho que este proceso sufra leves cambios, pero si siguen así pronto (...) ocasionarán que la lluvia sea ácida” (C4).

Por otra parte, cuando en uno de los instrumentos se propone analizar el siguiente fragmento del texto de Kasting (2010):

¿Por qué es Venus demasiado caliente, Marte demasiado frío, mientras que la Tierra es la correcta para la vida? (...) La respuesta obvia a esta pregunta es que Venus se formó demasiado cerca del Sol, Marte se formó demasiado lejos, mientras que la Tierra se formó a la distancia justa (p.145).

Al respecto, los casos manifiestan que este conocimiento podría servirle a la humanidad para decidirse a cuidar la Tierra, pues “así podrían darse cuenta que somos afortunados al tener el planeta Tierra como lugar de vida y con tan espléndidas características para posibilitarla” (C2).

En este sentido, se infiere que reconocer las condiciones que permiten la existencia de agua líquida en la Tierra, y por tanto la vida, podría ayudar a las personas a comprometerse con actitudes de preservación y cuidado.

4.1.3 El ciclo del carbono y la regulación del clima terrestre

La atmósfera del planeta Tierra no siempre ha tenido las mismas características, las concentraciones de los gases que la conforman han cambiado a través del tiempo hasta establecer un equilibrio que permite el desarrollo de la vida como hoy la conocemos. Entre los gases que componen la atmósfera actualmente se encuentran los llamados efecto invernadero. Si bien son varios los gases que proporcionan estabilidad térmica y contribuyen de manera significativa a las condiciones de habitabilidad del planeta, en esta ocasión, la atención se centrará en el CO₂, por ser un gas sobre el cual el ser humano ha generado mayor impacto en las últimas décadas, debido tanto a la alta actividad industrial como al uso de combustibles fósiles, que alteran las concentraciones de este gas y con ello el equilibrio del cual depende la vida.

Las concentraciones de CO₂, óptimas para la vida, son reguladas por varios ciclos en los que el carbono pasa constantemente de los organismos al ambiente y viceversa. En relación con uno de los ciclos Kasting (2010) explica:

Por medio de la fotosíntesis, grandes cantidades de carbono son fijados por las plantas y parte de este carbono ha quedado almacenado en los depósitos fósiles. El carbono es continuamente reciclado y tanto plantas como animales respiran O₂ y exhalan CO₂. Las plantas son además sumideros de dióxido de carbono y productoras netas de Oxígeno. Los animales al alimentarse también absorben Carbono y cuando estos mueren los descomponedores convierten la materia orgánica en dióxido de carbono que posteriormente es liberado a la atmósfera (p.73).

En este sentido, los casos reconocen que las plantas desempeñan un papel importante como agentes reguladores de CO₂ y O₂. Específicamente, el Caso 1 dice que con “la tala de árboles estamos perdiendo a quienes transforman el CO₂ en oxígeno y si no tenemos

esos convertidores el CO₂ seguirá así o aumentará y las concentraciones de O₂ disminuirán considerablemente” (C1). Por su parte, el Caso 4 establece una relación de dependencia entre las plantas y los demás factores de un ecosistema, entre ellos las concentraciones de CO₂ y Oxígeno, cuando afirma que: “la mínima variación en un ecosistema puede afectar todo este, con la tala de árboles estos van reduciendo el proceso del reciclaje del CO₂ y va disminuyendo el proceso en que se libera el oxígeno haciendo una diferencia notable en el aumento de CO₂ y cómo va disminuyendo el O₂” (C4).

Tal como se planteó al principio, el CO₂ es un gas efecto invernadero, es decir que tiene una función como regulador del clima planetario al retener parte de la radiación solar y proporcionar así una temperatura óptima para la vida como hoy la conocemos. Por ello, es importante que permanezca en la concentración adecuada ya que su variación afecta de manera directa el clima de la Tierra. Es sabido que las plantas y los descomponedores contribuyen en la regulación de los niveles de CO₂ y O₂ en el ambiente, por medio del llamado ciclo orgánico del carbono, sin embargo el carbono tiene también un ciclo inorgánico, el cual es poco conocido, y desempeña un papel fundamental en la estabilidad climática de la Tierra. Sobre esto Kasting et al (1993) explican que en escalas largas de tiempo, “la concentración de CO₂ en la atmósfera de la Tierra ha sido controlada por interacciones lentas con el depósito de rocas de la corteza, un proceso conocido como ciclo carbonato-silicato” (p.109), el cual permite la estabilidad del clima. El CO₂ atmosférico se disuelve en agua de lluvia que se acidifica y al caer sobre rocas de carbonatos y silicatos se convierte en iones de bicarbonato que los ríos llevarán al mar. Algunos organismos marinos toman el ion bicarbonato para formar sus caparazones y esqueletos. Cuando estos organismos mueren sus conchas irán a parar a los sedimentos marinos en forma de carbonatos y silicatos que al entrar en la zona de subducción y por acción de grandes presiones y

temperaturas darán formación a las rocas metamórficas; en este proceso se liberará CO₂ a partir de las erupciones volcánicas.

Los casos 1, 2 y 4 establecen relaciones entre la concentración de CO₂ en la atmósfera y el equilibrio en la temperatura de la Tierra; reconocen que si se alteran los niveles de este gas, el clima se verá afectado. En particular el Caso 2 afirma que “el dióxido de carbono tiene relación con el ambiente o sea con la temperatura terrestre. El aumento de CO₂ produce el calentamiento, es decir el aumento de la temperatura” (C2). En este mismo sentido el caso 3 plantea que “el CO₂ es un gas que ayuda a regular la temperatura el aumento de este puede llegar a afectar en cierto modo la estabilidad de la temperatura” (C3).

La Tierra viene experimentando hace algunas décadas cambios en la atmósfera con respecto a las concentraciones de CO₂; las cuales han ido incrementando con la fuerte actividad industrial, el humo producido por los medios de transporte y demás acciones antrópicas que han afectado los niveles normales de este gas.

Los casos logran identificar algunos factores que han alterado la concentración de CO₂ y reconocen que ello tiene importantes repercusiones en las posibilidades de vida en la Tierra. El Caso 3 plantea que con “la actividad industrial, en fábricas y también en la producción de combustibles para hacer uso de ellos en los automóviles (...) el CO₂ va aumentando y afectando la atmósfera y la temperatura” (C3). Con respecto a este impacto causado por el ser humano en las condiciones de habitabilidad del planeta el Caso 4 se cuestiona acerca de “quién va a controlar el humo producido por las industrias, el mismo que sale de los autobuses y automotores, quién está llevando la cuenta de cuántos árboles se talan y se vuelven a sembrar, factores como estos han incrementado la concentración del CO₂” (C4).

Por su parte, Kasting (1991) ha estado estudiando las atmósferas de Venus y Marte. Con un equipo de científicos desarrollaron una simulación para identificar el comportamiento de las concentraciones de CO₂ en la atmósfera, esta simulación tiene en cuenta distintos parámetros, entre ellos las emisiones a partir de combustibles fósiles a la atmósfera. Al respecto expresa que:

El curso futuro de dióxido de carbono en la atmósfera es, sin embargo, muy sensible a la suerte de los bosques en esta simulación, debido a la importancia del papel asignado a la fertilización del dióxido de carbono de la tasa de crecimiento de las plantas. La tala de bosques hace subir dióxido de carbono atmosférico no sólo mediante la conversión de la biomasa en dióxido de carbono en la atmósfera, sino sobre todo al reducir la capacidad de la biota para secuestrar dióxido de carbono de los combustibles fósiles (Kasting, 1991, p.151).

Es importante profundizar en la comprensión de la función del CO₂ ya que usualmente las personas suelen atribuirle características dañinas o perjudiciales para la vida. Esto se puso en evidencia en la respuesta del Caso 2 cuando se indagó acerca de lo que pasaría si desapareciera todo el CO₂ atmosférico: "...el ambiente sería menos perjudicial en los seres vivos y esto incluye su supervivencia y la del ecosistema" (C2). En esta concepción del CO₂ se debe precisar que en la concentración adecuada desempeña un papel crucial como gas efecto invernadero al mantener una temperatura estable, óptima para la existencia de vida.

Atendiendo a las consideraciones anteriores se hace necesario que las personas reconozcan el papel que desempeña el CO₂ como agente regulador del clima de manera que este conocimiento propicie actitudes y acciones responsables frente al ambiente.

4.2 Conocer para sensibilizarse, sensibilizarse para cuidar

*La ética ambiental que proponemos,
introduce otros interlocutores que nos hablan,
que debemos escuchar y no podemos ignorar:*

*los ecosistemas, la tierra, el universo,
eventos de los cuales somos emergencia, y de los cuales
seguimos siendo parte integral e integrante.*

(Noguera, 2004, p.63)

El ámbito de la astrobiología en el que se encuentra inscrito el concepto de habitabilidad planetaria, es un campo que resulta atractivo y cautivador por el tipo de preguntas al que intenta responder, viejas preguntas de la humanidad, sobre el origen de la vida, el lugar de la Tierra en el universo y si existe o no vida extraterrestre, se retoman en este campo multidisciplinar (Oreiro y Solbes, 2015).

Este elemento de fascinación que tiene la astrobiología, posee un potencial interesante para ser aprovechado en el campo formativo, en especial si se pretende ofrecer una enseñanza contextualizada (Oreiro y Solbes, 2015) y realizar un acercamiento motivante a los contenidos de las ciencias naturales, en este caso, a los contenidos que permitirán una aproximación a las condiciones que hacen posible la vida en la Tierra.

Al ser la astrobiología un campo en construcción, permite a los estudiantes acercarse a este aspecto de la naturaleza de la ciencia, percibiendo la ciencia precisamente como proceso dinámico, más que un producto acabado. En particular, el concepto de habitabilidad planetaria se presta para aproximar a los estudiantes a la toma de postura frente al papel de la ciencia en la sociedad y a la asunción de una actitud crítica, esencial en la formación de ciudadanos

responsables. Al respecto, se encuentra que el Caso 4 logra establecer una relación entre el concepto de habitabilidad planetaria, las actitudes de los seres humanos frente al cuidado de la vida y el papel de la ciencia en la elección de los objetos de investigación. El caso cuestiona la búsqueda de planetas habitables, pues considera que esta se ha hecho con la intención de encontrar otro sitio para vivir, ya que al parecer la Tierra está siendo destruida por los mismos seres humanos:

Es lo principal que se investiga al llegar a un nuevo planeta, la habitabilidad, que puede existir en ese planeta; ¿pero por qué se investiga eso primero?, yo creo que es porque tenemos miedo de que no encontremos formas de revertir los daños que hemos causado en el planeta y que cuando destruyamos este, nos vamos a habitar otro planeta (C4).

En esta misma línea el Caso 4, desde una actitud que deja ver su sentido de pertenencia con la Tierra, invita a cuidar esas condiciones que posibilitan la vida, las cuales están siendo alteradas paulatinamente por los afanes económicos de un mundo globalizado en el que al parecer los seres humanos poco piensan en todos estos factores astronómicos, geoquímicos y geofísicos que permiten al planeta sustentar vida. El Caso 4 hace un acercamiento a estos planteamientos al proponer que “antes de descubrir nuevos planetas habitables para nosotros, debemos preocuparnos más por preservar la vida en la Tierra” (C4). Plantea que la investigación en habitabilidad planetaria debería estar enfocada en buscar planetas que alguna vez fueron habitables y que ahora no lo son para “evidenciar que estamos realmente llevando nuestro hogar a la destrucción” (C4). De cierta manera el Caso 4 reconoce en su contexto que no hay una preocupación por cuidar todo aquello que permite nuestra existencia; esto se evidencia en los procesos industriales llevados a cabo actualmente, que no tienen en cuenta las consecuencias ambientales. Lo expuesto por el Caso 4 concuerda con los planteamientos de Hodson (2003)

cuando afirma que la educación debería estar orientada a formar “personas capaces de luchar por una reforma social bajo líneas más justas, personas que van a trabajar con fuerza por los intereses de la biósfera” (p.645).

Al mismo tiempo, el aspecto relacionado con la ubicación de la Tierra en el Universo y la distribución de la vida en él, sigue generando interés en los estudiantes, pues aunque se han realizado notables progresos al respecto, todavía existen preguntas por responder. Muchos de los experimentos que se podrían realizar para intentar resolver algunas de esas preguntas están limitados por las distancias del Universo y por la tecnología disponible en el momento. Al respecto el Caso 1 afirma: “No se tiene la suficiente tecnología como para emprender un largo viaje de miles de millones de años luz hacia otro lugar o en busca de un lugar con vida o que se pueda habitar” (C1). De lo anterior se deduce que el Caso 1 parece pensar que las probabilidades de encontrar vida en el entorno cercano a la Tierra son bajas. Además reconoce, sin ignorar los progresos humanos, la limitación de sus alcances en la vastedad del Universo, aspecto que según los investigadores, puede conducir a una actitud básica de humildad y reconocimiento de los límites que se tienen como especie, y en consecuencia, ayudar a propiciar actitudes de cuidado de las condiciones favorables a la vida en la Tierra.

Por otra parte, el Caso 1 manifiesta que le produce curiosidad el pensar en la capacidad que tiene la Tierra para albergar vida, y además comenta:

Me parece muy curioso que un planeta, un lugar que tiene sus límites siga proporcionándonos tanto como el agua que es una prioridad para vivir, y que estemos en la distancia exacta con relación al sol para que se dé la vida (C1).

De lo expresado por el Caso 1 se infiere también que la aproximación al concepto de habitabilidad planetaria puede ayudar a los estudiantes y maestros, a avanzar en el

reconocimiento de la finitud de los bienes de la Tierra, aspecto necesario para generar actitudes de cuidado que lleven a un compromiso con la disminución de los impactos negativos sobre los ecosistemas. En este sentido, es importante tener en cuenta que “La cultura moderna se consolidó gracias a la creencia de que la naturaleza era ilimitada y estaba disponible como recurso para la racionalidad tecnocientífica infinita del ser humano” (Noguera, 2004, p. 29). El reconocimiento de los límites de la Tierra, que se evidencia en el Caso 1, es un elemento que puede contribuir a generar una mirada distinta sobre la naturaleza y puede posibilitar avanzar hacia un cambio cultural, que permita a la humanidad relacionarse de una manera más responsable con su ambiente.

Al mismo tiempo, el Caso 2 expresa que “la Tierra es un lugar el cual tiene condiciones de vida inigualables, desde su temperatura por la cercanía al sol y sus recursos naturales como son el agua, aire, entre otros, estos son los que permiten la vida en este” (C2). Al respecto, es importante tener en cuenta que la toma de conciencia sobre los diversos factores que convergen en el planeta para dar origen a la vida, puede contribuir a que emerjan actitudes de cuidado a partir de la curiosidad y el asombro que favorecen el deseo de saber. En este sentido, el Caso 2 manifiesta lo que siente al pensar en la capacidad que tiene la Tierra para sustentar vida:

Asombro *porque*⁴ no todos los planetas del sistema solar tienen la capacidad para sustentar la vida y curiosidad por dar una explicación razonable acerca de cómo sucede y cuáles son los factores que permiten esta capacidad de sustentar la vida. Qué pasa con estos factores, cómo es que la Tierra tiene una ubicación tan beneficiosa para los seres que habitan en ella, cómo fue su formación, cuándo sucedió, cómo podría desaparecer,

⁴ Conector introducido por los investigadores para conservar el sentido del texto citado.

cómo está actualmente, estas son preguntas curiosas que parten de la vida en la Tierra (C2).

Llegados a este punto, de nuevo se encuentran indicadores de una aproximación a una visión de complejidad, al identificar que el fenómeno de la vida es posible gracias a diversas variables que coinciden en un determinado tiempo y lugar: “Yo creo que no se ha encontrado vida en otros planetas porque (...) no reúnen las características suficientes que necesitan los ecosistemas para poder sustentarse en un medio” (C4). Este Caso manifiesta que siente admiración, sentido de pertenencia y asombro al pensar en la capacidad, hasta ahora única, de albergar vida que posee la Tierra. Plantea que el cuidado del planeta se puede aprender y es reiterativo al exponerlo como una necesidad y casi como la única alternativa para conservar la vida:

Me asombra que nuestro planeta sea hasta ahora el único que tiene la posibilidad de albergar vida, de tantos en los que se ha buscado y se han explorado, aún posee sus características únicas que lo diferencia entre los demás. Pero ¿por qué será? porque todavía no hay otros planetas que tengan dicha posibilidad, a veces creo que esto no se trata de buscar otros planetas que poblar e ir destruyendo poco a poco, sino de aprender. Aprender a valorar y cuidar lo que tenemos, pero hasta que nuestra especie no esté al borde de la extinción no comprenderá que sólo tenemos una opción aprender o aprender, pero, ¿aprender a qué? aprender a cuidar lo que tenemos (C4).

Es oportuno resaltar que el caso en mención, hace explícito su asombro y su reflexión frente al hecho de la existencia de vida en la Tierra, aspecto que los investigadores consideran relevante a fin de estimular nuevas búsquedas, deseo de saber, admiración, contemplación y actitudes de cuidado con la biósfera. Asimismo podemos notar el elemento de conciencia que va

emergiendo en los casos sobre la capacidad que tienen los seres humanos de alterar las condiciones que permiten la vida. En este sentido, el Caso 2 plantea:

Los humanos hemos sido desconsiderados con la tierra debido a que gracias a nosotros ocurre el calentamiento global y el efecto invernadero no creo que las personas caigamos en cuenta acerca de esto las condiciones extraordinarias que tiene la tierra para permitir la vida se pueden acabar en cualquier momento (C2).

Para concluir este apartado es importante destacar que a lo largo del proceso de indagación con los casos y desde que se dio inicio a la aplicación de los primeros instrumentos, se evidenció que el concepto de habitabilidad planetaria, generó actitudes de reflexión sobre el impacto de las actividades humanas en el planeta, se activaron en los casos procesos de imaginación, de discusión, de crítica y cuestionamiento. A su vez, se percibió en sus expresiones un afloramiento de las emociones y hasta apasionamiento en sus llamados al cuidado de la Tierra. De aquí se infiere, a juicio de los investigadores, una de las razones del valor en el campo de la enseñanza del concepto de habitabilidad planetaria, por su capacidad de generar movilización del pensamiento.

4.3 El conocimiento: Fundamento para la acción

Es común que los seres humanos identifiquen claramente el deber ser, de donde surgen con frecuencia sus ideologías y sus utopías. Sin embargo, cuando se va al plano de la práctica, se encuentran con la ambivalencia y la contradicción, pues en muchos casos ha faltado el proceso formativo que ofrezca al sujeto las herramientas necesarias para llevar a cabo aquellas ideas y convicciones que posee.

Una de estas herramientas es ciertamente el conocimiento, en la medida que permite al ser humano dar fundamento a sus acciones y por tanto la capacidad de desenvolverse en la sociedad de forma coherente con sus pensamientos.

Es necesario reflexionar sobre el hecho de que hace millones de años la Tierra posee las condiciones que posibilitan la existencia de vida. En un proceso extenso y complejo se ha establecido un equilibrio tal, que les permite a los organismos disponer de un ambiente estable para vivir. Sin embargo, pareciera que el hecho de poder respirar, de contemplar la biodiversidad de fauna y flora que tiene el planeta, de tener una temperatura planetaria adecuada y de contar permanentemente con agua líquida, se haya vuelto algo trivial para el ser humano. En consecuencia, sus acciones no están fundamentadas en criterios que permitan cuidar las condiciones que favorecen el desarrollo de la vida.

Vivimos en un planeta que ofrece un ambiente ideal y hospitalario para la vida, no obstante, usualmente tenemos poca comprensión de los factores que la posibilitan o que la ponen en peligro. Al respecto, los casos expresan que el ser humano en muchas ocasiones actúa inconscientemente o de forma ignorante ante las condiciones que permiten la vida en la Tierra, causando daños al hábitat que compartimos con los otros seres vivos. Sobre este particular el caso 1 señala:

Se nos ha dado la Tierra, es el único lugar conocido donde hay vida o puede haber y al estarlo destruyendo no me sorprendería si en un futuro cercano se agota el oxígeno, se contamine tanto el planeta que ya no sea propicio para la vida humana, animal y las plantas (C1).

Por su parte, el caso 2 parece reconocer que las problemáticas ambientales obedecen a determinados intereses sociales que influyen en las relaciones que se establecen con la naturaleza. Al respecto plantea que:

El ser humano se comporta ignorante ante el desperdicio y el mal que realiza en la Tierra, pareciera que no se enterara de la manera en que perjudica al planeta con su contaminación y guerras por un postulado momentáneo, es decir por un poder momentáneo (C2).

En este sentido Hodson (2013) añade: “los problemas relacionados con la degradación ambiental tienen su raíz en prácticas sociales y en los valores e intereses que las sostienen y legitiman” (p.6). Se hace necesario una mirada más holística de lo ambiental que permita al ser humano tomar conciencia de su papel como especie. Un primer paso para ello es el conocimiento que según Leff (2006) lleva al sujeto a construir nuevas significaciones de mundo:

La crisis ambiental es, sobre todo, un problema del conocimiento, que lleva a repensar el ser del mundo complejo, a entender sus vías de complejización (la diferencia y el enlazamiento entre la complejidad del ser y el pensamiento), para desde allí abrir nuevas vías del saber en el sentido de la reconstrucción y la reapropiación del mundo. La racionalidad dominante del sistema mundo hegemónico descubre la complejidad cuando se confronta con sus límites. La complejidad ambiental irrumpe desde su negación por el pensamiento metafísico y científico, desde la alienación y la incertidumbre del mundo economizado, arrastrado por una racionalidad insustentable y por un proceso incontrolable de producción hacia la muerte entrópica del planeta (p.23).

Como bien lo plantea Leff (2006) el trasfondo de la crisis ambiental está relacionado con problemas de conocimiento. Probablemente si el ser humano fuera consciente de la serie de

factores que se deben presentar para que en el planeta se desarrolle la vida, y la manera en que los puede afectar, sus acciones serían coherentes y en consecuencia ambientalmente responsables. Sin embargo, las acciones de destrucción de los ecosistemas, que garantizarían a largo plazo una existencia digna para los seres humanos, evidencian que hay un desconocimiento frente al tema. En relación con lo anterior, el Caso 1 manifiesta cierto nivel de consciencia cuando afirma: “los seres humanos no se han percatado de lo privilegiados que somos y que estamos destruyendo el único lugar donde podemos vivir” (C1).

De los diferentes factores necesarios para que la vida pueda desarrollarse, algunos en especial son afectados directamente por el ser humano, entre ellos se encuentran el agua y el CO₂. Tal como se ha expresado, la presencia de agua líquida es una de las principales condiciones de habitabilidad en un planeta. Características como su polaridad, capacidad calorífica y su papel en el metabolismo y la reproducción de los seres vivos hacen que este factor sea indispensable para la vida, tal como la conocemos en la actualidad. La Tierra además de encontrarse a una distancia del sol que le permite tener agua en estado líquido, cuenta con la masa adecuada para retenerla gravitacionalmente. Gracias a ello, los seres humanos junto a los demás organismos vivos, podemos disfrutar de sus espléndidas características. No obstante, la humanidad parece no ser consciente de la serie de factores que confluyen para poder tener agua líquida en nuestro planeta. Con frecuencia se tiene noticia de acciones irresponsables frente al cuidado del agua, desde los hogares humanos hasta las grandes multinacionales y diversas empresas que con fines netamente económicos afectan las fuentes hídricas de una manera no sustentable. Aún persiste una mirada antropocéntrica, donde la naturaleza es asumida como recurso inagotable.

Por otro lado, a partir del siglo XVIII y principios del XIX con la revolución industrial se ha causado un grave impacto ambiental que ha afectado la mayoría de los ecosistemas de la Tierra a un ritmo acelerado, se ha alterado el equilibrio atmosférico de nuestro planeta, el cual ha sido resultado de un proceso que ha tardado millones de años en estabilizarse. Las grandes cantidades de dióxido de carbono y otros gases emitidos a la atmósfera, por acciones antrópicas, atentan directamente contra la habitabilidad del planeta en la medida que modifican la concentración de los gases efecto invernadero, los cuales cumplen una función termorreguladora, al mantener una temperatura óptima para la vida.

Estas consideraciones señalan la urgencia de un cambio de mentalidad y, según los resultados de esta investigación, parece que la astrobiología puede aportar a ello en cuanto considera los planetas como sistemas ecológicos. Al respecto Ward y Brownlee (2003) afirman que esto implica que toda forma viviente depende de dicho sistema y debe procurar preservar el equilibrio que hace posible la vida. El ser humano es una de estas formas de vida, que además cuenta con la capacidad de prever las consecuencias de sus acciones, por tanto la manera de relacionarse con el ambiente debería obedecer a ello.

El hecho de que el ser humano se reconozca como una de las formas de vida de la Tierra, implica asumir que hace parte de un sistema, en el cual como cualquier otro organismo, desempeña un papel determinante para mantener el equilibrio eco-sistémico. En este sentido, los casos son conscientes de que las acciones antrópicas, como la siembra de árboles, el reciclaje y el uso de energías alternativas pueden contribuir a la preservación de las condiciones que permiten la vida en la Tierra, por esto hacen un llamado a la acción a través de un proceso de concientización sobre el cuidado de la biósfera, reconociéndola como el hogar que nos brinda los bienes necesarios para nuestra existencia. En una de las entrevistas se indaga acerca de las

razones que le darían a una persona sobre la importancia de reciclar, sembrar árboles y utilizar energías alternativas, al respecto el Caso 2 argumenta:

Es importante reciclar, sembrar árboles y utilizar energías alternativas no tan destructivas para el planeta porque debemos preservar las condiciones de vida que hay actualmente en la Tierra las cuales no son muy comunes en los otros planetas de nuestro Sistema Solar como lo son la temperatura, por el agua, por la tierra (suelo fértil) entre otros (C2).

Por su parte, el Caso 4 es consciente de las acciones irresponsables que el ser humano ha tenido hasta ahora con el planeta y hace un llamado a reflexionar sobre este aspecto. Como respuesta a la cuestión anteriormente planteada comenta:

Que sus cuidados son importantes para preservar un equilibrio que posibilite la vida en la Tierra y eso se lo debemos a la Tierra porque además que es nuestro hogar nos ha dado los recursos necesarios para vivir, además de que nosotros somos los que más le hemos hecho daño a la Tierra, que la tierra estaría mejor sin nosotros y debemos cambiar ese aspecto (C4).

Los Casos 2 y 4 para argumentar por qué el ser humano debería llevar a cabo acciones responsables con su medio, se valen del equilibrio que proporcionan las condiciones que favorecen la vida en la Tierra. Al parecer el concepto de habitabilidad planetaria tiene potencial para fundamentar las acciones ambientalmente responsables de los seres humanos. Esto es de vital importancia para hacer frente a la actual crisis ambiental, pues si bien en los contextos escolares se hace constante énfasis en llevar a cabo ciertas prácticas ambientales, regularmente carecen de un cimiento teórico que las sustente y por ende pierden sentido para algunos estudiantes e incluso para los mismos maestros. En este sentido, Hodson (2003) plantea que dentro de los propósitos de la educación en ciencias debe estar formar a los estudiantes de

manera tal que tengan la capacidad de “argumentar sus opiniones coherente y persuasivamente; usarlas para tomar decisiones respecto de qué es correcto, bueno y justo en determinados contextos y situaciones” (p.656).

Sin embargo, la educación no debe quedarse en proporcionar fundamentos para argumentar las opiniones. El conocimiento debe movilizar acciones en los sujetos, de lo contrario el objetivo de la educación en ciencias es reducido a un mero proceso de instrucción y de transmisión de contenidos. Los Casos 3 y 4 parecen establecer esta relación entre conocimiento y acción. Respectivamente plantean que:

...hemos estado gastando todos los recursos que nos brinda la madre Tierra o bueno el mismo ambiente creyendo que son infinitos... Que jamás se agotarán. Pero lo cierto es que sí sabemos cómo reutilizar lo que ya no necesitamos, ese reciclaje se convierte en algo provechoso para todos y así no sólo gastamos, sino que volvemos a utilizar una parte de lo que ya habíamos utilizado (C3).

...yo creo que sí es posible que la Tierra quede devastada por el mal cuidado que los seres humanos le propician a esta y el mal desechamiento de los residuos y que si no se genera un cambio será inminente la destrucción y el acabamiento de los recursos naturales limitando la vida en el planeta (C4).

Como se puede notar en las expresiones de los casos, abordar el concepto de habitabilidad planetaria es una oportunidad para generar la discusión y la reflexión sobre la responsabilidad humana frente a la vida en la Tierra. Este sería un primer paso, de toma de conciencia y fundamentación, al que necesariamente debe seguir un proceso de formación que implique la adquisición de habilidades para el desarrollo de acciones ciudadanas que contribuyan al cuidado de biósfera.

Finalmente, se considera pertinente recordar las palabras de Hodson (2013), cuando convoca hacia el compromiso por una educación que contribuya a la formación de seres humanos capaces de tomar decisiones responsables:

Todo lo que puedo hacer es instar a los/las docentes y estudiantes a ser críticos, reflexivos, sólidos en sus argumentaciones y sensibles a la diversidad de valores y creencias, pero sobre todo, a que tengan el coraje y la fuerza de voluntad para hacer lo que creen que es correcto, bueno y justo (p.13).

Atendiendo a las consideraciones anteriores se hace necesaria entonces una educación para la acción (Hodson, 2003), que lleve a pasar de la razón instrumental imperante, a una razón comprensiva y sensible (García, 2014) frente a la red de vida de la que hace parte el ser humano. Se requiere entender que si el sistema que sustenta la vida es afectado negativamente, las consecuencias repercutirán también sobre las condiciones que hacen posible la subsistencia humana.

Capítulo 5

Implicaciones didácticas

El presente capítulo surge a partir de las vivencias como maestros de aula en el área de ciencias naturales y como investigadores en el contexto escolar que reflexionan acerca de su práctica. El hecho de pensarse como maestro o como maestra, que desea llevar a cabo su ejercicio profesional con responsabilidad, de inmediato pone delante, un contexto complejo en el que es necesario tener presente las variables que inciden para facilitar los procesos de enseñanza y los procesos de aprendizaje, así como aquellas variables que pueden obstruirlos o ralentizarlos.

Por lo que se refiere al quehacer cotidiano del maestro y la maestra, lejos de ser una tarea fácil y monótona, es al contrario una labor que estimula y sorprende con nuevos retos cada día. Es además, una aventura apasionante que exige continua atención a los cambios del contexto, para poder responder a las necesidades de los estudiantes en el presente; por otra parte, requiere visión de futuro a fin de ser pertinente en su práctica docente, ofreciendo las herramientas que les permita desenvolverse en las posibles situaciones que les irá planteando la vida.

En este sentido, se considera oportuno asumir la enseñanza como un problema, lo cual implica que el maestro y la maestra deciden cuestionar, reflexionar, sistematizar, investigar y teorizar sobre su praxis. En este proceso se genera un diálogo en el que la teoría ilumina la práctica y, a su vez, la práctica permite reformular la teoría.

Dicho lo anterior, una de las primeras cuestiones a reflexionar la constituyen las mismas creencias, valores y carga teórica del maestro y la maestra; sus concepciones de ciencia, de universo y de realidad, en definitiva su propia cosmovisión. Esto si se pretende avanzar en

mayor grado de coherencia entre su pensar, decir y actuar, un proceso no siempre fácil, pero que de hacerse, permitirá ser un maestro o una maestra más efectivo(a) y con mayor comprensión de los procesos que realiza.

Cuando el maestro o la maestra hace el ejercicio metacognitivo que le permite darse cuenta cómo comprende su realidad, puede luego emprender la tarea de intentar entender los esquemas explicativos de los otros, sus estudiantes. En efecto, reconocer y tener presente que todos los sujetos construyen explicaciones para el mundo en que viven, y que continuamente construyen su realidad, es un aspecto clave para el docente que quiere, junto a sus estudiantes, construir conocimiento y realizar cambios tanto en el campo de la enseñanza, como en otros niveles de la cultura. Empoderar a los estudiantes, mostrándoles sus posibilidades de construir realidad, es un aporte que desde las ciencias naturales adquiere mucho sentido, pues el conocimiento no es un resultado ya acabado, sino una construcción social y en este sentido es necesario darle un papel activo a los estudiantes, de manera que se sientan motivados para dar sus aportes, pues se trata de que el conocimiento en el ámbito de las ciencias naturales pueda contribuir a la formación de ciudadanas y ciudadanos activos, capaces de tomar decisiones informadas y responsables frente al cuidado de la biósfera.

En la presente investigación, los elementos señalados anteriormente fueron esenciales a la hora de realizar el proceso de re-contextualización del concepto de habitabilidad planetaria, proponiendo en tal sentido estrategias de enseñanza que pretendían involucrar a los sujetos en la construcción activa del conocimiento y además sensibilizarlos frente a las problemáticas ambientales del planeta.

La re-contextualización del concepto de habitabilidad planetaria con fines educativos, requirió un proceso de análisis de los contextos y planteamientos que se dieron en la

construcción de dicho concepto. Este proceso se llevó a cabo desde una mirada epistemológica que comprende aquello que llamamos realidad como una construcción social y por tanto consciente de que esta es atravesada por elementos subjetivos al ser interpretada por seres humanos. La epistemología, desde esta perspectiva, permitió analizar aquellos desarrollos teóricos y procedimentales que se dieron en una época determinada y re-significarlos según el interés, en otros contextos, en este caso el de la enseñanza. Con aportes tanto desde lo disciplinar como desde lo pedagógico, se construyeron líneas de pensamiento que dejan ver una posible forma en que los maestros pueden reconstruir el conocimiento, atendiendo a las necesidades específicas de sus contextos. No obstante, para ello es necesario que sea repensada la concepción de ciencia como transmisora de verdades absolutas por medio de la historia, ya que esta concepción impide realizar otras interpretaciones y maneras de significar el conocimiento, aspectos que desempeñaron un papel de vital importancia en la presente investigación, para ello fueron claves los aportes realizados desde la línea en historia y epistemología de las ciencias.

La aproximación al concepto de habitabilidad planetaria parece tener un gran potencial en el campo de la enseñanza, en la medida que suscita actitudes de cuidado frente a la vida en la Tierra. Se destaca que con el sólo hecho de iniciar la identificación de las condiciones que permiten la vida en el planeta, aspecto trabajado en el primer instrumento, los casos ya empezaban a cuestionarse y a emprender un proceso de reflexión sobre la forma de preservar dichas condiciones.

Asimismo, el concepto de habitabilidad planetaria contribuye al alcance de uno de los retos de la educación en ciencias que consiste en generar motivación e interés por las temáticas

abordadas en la medida que les permite construir significados y tentativas de explicación a preguntas como ¿por qué existe la vida en la Tierra?

El concepto de habitabilidad planetaria, inscrito en el campo de la astrobiología, ofrece los fundamentos necesarios para explicar el fenómeno de la vida desde una mirada sistémica, que tiene en cuenta la complejidad de los factores que concurren para hacerla posible. En este sentido, el concepto permite apreciar la interdependencia que existe entre los factores geológicos, astrofísicos y la vida. Además, el acercarse a las construcciones teóricas de este campo, genera interés por nuevas cuestiones y despierta el deseo de hacerse preguntas, dando paso a una motivación intrínseca, aspecto clave en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Por ejemplo, el hecho de que la vida se desarrolle en la Tierra para muchos puede ser algo trivial, sin embargo, se evidenció que cuando los casos reflexionaron sobre la ubicación del planeta en el universo, se sorprendieron al darse cuenta de la importancia de este factor para la existencia de vida, lo cual desembocó en nuevas inquietudes y deseos de ahondar en las mismas.

A su vez se destaca que al abordar las condiciones de habitabilidad de un planeta, el agua es reconocida, en general, como un factor primordial para la vida. De aquí surge la reflexión sobre las necesidades que comparten los seres humanos con los otros seres vivos, permitiendo así reconocer la interdependencia entre la humanidad y la biósfera, aspecto que se considera clave en los procesos educativos, para avanzar hacia una transformación cultural en la manera de relacionarse con el ambiente. Los casos manifiestan que conocer la serie de condiciones que deben presentarse para sustentar agua líquida en la Tierra podría servirle a la humanidad para tomar consciencia de la manera en que las intervenciones humanas pueden contribuir al cuidado o al deterioro de tales condiciones.

En el contexto de la enseñanza se hace cada vez más urgente plantear la reflexión sobre las condiciones que posibilitan la vida. Entre las temáticas básicas estarían la ubicación de la Tierra en el universo, el ciclo del carbono y el ciclo del agua; la necesidad de agua líquida para la vida, la comprensión del largo proceso ocurrido hasta obtener el equilibrio natural del que hoy somos partícipes. Es necesario conocer dichas condiciones en la medida que ofrecen una mirada más holística de los fenómenos, mostrando su grado de interdependencia y además de ello, permite a los estudiantes fundamentar sus criterios para la toma de decisiones informada y responsable.

Aproximarse al papel que desempeña el CO₂ en la Tierra desde el concepto de habitabilidad planetaria ofrece herramientas que contribuyen al reconocimiento de su importancia para la vida en la Tierra. Ampliando la visión presentada por algunos contenidos informativos que promueven una imagen restringida de CO₂ como un gas perjudicial que contribuye al calentamiento global, sin tener en cuenta que en las concentraciones adecuadas es necesario para la termorregulación del planeta y por tanto para la existencia de vida.

Lo anterior se desprende del análisis de los planteamientos de algunos casos, en los que los investigadores evidenciaron esta mirada reducida del papel del CO₂ en la Tierra. En este orden de ideas se constata que abordar el concepto de habitabilidad planetaria favorece el reconocimiento de la relación entre las concentraciones de CO₂ en la atmósfera y su influencia en el clima planetario desde una mirada compleja que ofrece fundamentos para la toma de decisiones ambientalmente responsables.

Según lo interpretado en el análisis de los instrumentos, el entramado teórico en que se fundamenta el concepto de habitabilidad planetaria se presenta como un campo atractivo y cautivador, en la medida que motiva a los estudiantes a ampliar su red de significados frente a

este tema. Además, la aproximación a este concepto evidencia tener gran eficacia para generar sensibilidad frente a las relaciones que establece el ser humano con la Tierra, al promover sentido de pertenencia desde el conocimiento de los factores astronómicos, geofísicos y geoquímicos que permiten la vida y desde el reconocimiento de la Tierra como un lugar con bienes limitados. El conocimiento del concepto de habitabilidad planetaria, además favorece la reflexión sobre el impacto de las actividades humanas en el planeta, sus límites y consecuencias, pues se activaron en los casos procesos de imaginación, de discusión, de crítica y cuestionamiento que convocan al cuidado de la vida. En este proceso se puede observar como el conocimiento contribuye en la identificación de problemas y a la búsqueda de soluciones para los mismos.

Por otra parte, la astrobiología, como disciplina cuyas construcciones teóricas son modificadas continuamente por los nuevos hallazgos, permite reconocer la ciencia como un proceso más que como un producto, este campo aborda contenidos de las investigaciones actuales las cuales con frecuencia son noticia en los medios de comunicación, acercándose de esta manera al público, estimulando el planteamiento de nuevas cuestiones.

Nuestro planeta se sitúa como un cuerpo astronómico más en la inmensidad del Cosmos, sin embargo, cuenta con la particularidad de ser hasta ahora el único lugar en el que se ha comprobado la existencia de vida, al reunir las condiciones necesarias para ello. En este sentido, el concepto de habitabilidad planetaria puede servir como fundamento para la toma de decisiones responsables frente al ambiente, en la medida que este conocimiento permite la reflexión acerca del papel de ser humano en el planeta y las consecuencias de sus actos. Asimismo, las acciones concretas como reciclar, usar energías alternativas, la siembra de árboles, el control de las

emisiones de CO₂ a la atmósfera, entre otras, cobran sentido al adquirir cimiento teórico, como se pudo notar en las argumentaciones dadas por los casos.

Los resultados de esta investigación señalan que el concepto de habitabilidad planetaria en el contexto de la enseñanza motiva a realizar acciones concretas frente al cuidado de la vida en la Tierra, lo cual responde a las necesidades actuales a nivel ambiental que tienen como propósito hacer frente a unas dinámicas globales caracterizadas por perseguir intereses netamente económicos e insustentables. Además la aproximación a este campo permite hacer nuevas significaciones de mundo y desarrollar nuevas formas de pensar y relacionarnos con lo otro.

Finalmente, vale la pena hacer notar que las acciones irresponsables del ser humano frente al cuidado de la vida son actos inconscientes, pues como especie que razona y anticipa consecuencias no debería destruir aquello que posibilita su existencia. Partiendo del planteamiento anterior se concluye que los problemas ambientales están relacionados con falta de un conocimiento que permita actuar coherentemente frente a la red de vida de la cual hace parte la humanidad. En este sentido, es oportuno señalar el interés pedagógico y didáctico que tiene la incorporación, de reflexiones desde el concepto de habitabilidad planetaria al contexto escolar. Según los resultados obtenidos en esta investigación, dicho concepto genera grandes posibilidades en la medida que puede contribuir a la toma de conciencia sobre las condiciones que posibilitan la vida en la Tierra y en consecuencia a la formación de sujetos con capacidad de fundamentar sus acciones mediante un conocimiento orientado hacia el cuidado de la vida. Partiendo de lo anterior se concluye que es posible generar rutas alternativas para la enseñanza de las ciencias que pueden tener gran potencial para la formación ciudadanos ambientalmente responsables.

5.2 Secuencia didáctica

A continuación planteamos una unidad didáctica (Sanmartí, 2005), en la que se propone una manera concreta de llevar el concepto de habitabilidad planetaria a la clase de ciencias naturales. Para ello hemos tenido como insumo el proceso de investigación adelantado y en algunos casos los instrumentos de recolección de la información han sido adaptados como actividades de clase.

Descripción general de la unidad

Nombre divulgativo de la unidad: Buscando a E.T.

Grado Escolar: 7°.

Número de sesiones: 4 sesiones de 2 horas cada una.

Concepto: Habitabilidad planetaria.

5.2.1 Contenidos a abordar en la unidad

Contenidos		
Conceptuales	Procedimentales	Actitudinales
<ul style="list-style-type: none"> ● Habitabilidad planetaria. ● Ubicación de la Tierra en el Universo. ● Zona de habitabilidad. ● Importancia del agua para la existencia de vida. ● Ciclo del carbono. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Observar ● Identificar ● Describir ● Comparar ● Analizar ● Representar ● Modelizar ● Explicar ● Indagar ● Argumentar ● Proponer 	<ul style="list-style-type: none"> ● Respeto y cuidado del ambiente. ● Adopción de posturas críticas frente a las actividades humanas que ponen en peligro los ecosistemas. ● Hábitos de cuidado del ambiente. ● Trabajo en equipo.

5.2.2 Relación con los estándares básicos de competencias de sexto a séptimo

La presente unidad didáctica, orientada a estudiantes de séptimo grado, es pertinente también en cuanto es una manera de contribuir al logro de los estándares básicos de competencias de ciencias naturales, propuestos para este ciclo:

- Identifico condiciones de cambio y de equilibrio en los seres vivos y en los ecosistemas.
- Establezco relaciones entre las características macroscópicas y microscópicas de la materia y las propiedades físicas y químicas de las sustancias que la constituyen.
- Evalúo el potencial de los recursos naturales, la forma como se han utilizado en desarrollos tecnológicos y las consecuencias de la acción del ser humano sobre ellos.

5.2.3 Propósitos de la unidad en términos de aprendizaje

- Identificar algunas características necesarias para la existencia de vida en un planeta tomando como patrón las condiciones existentes en la Tierra.
- Explicar la importancia de algunos factores como ubicación del planeta en el Universo, presencia de agua líquida y papel de CO₂ para la existencia de vida en la Tierra.
- Indagar las posibles relaciones que se pueden establecer entre factores que permiten la vida en la Tierra y las alteraciones que puede causar el ser humano sobre estos.
- Argumentar, desde el concepto de habitabilidad planetaria, el sentido que tienen algunas acciones que contribuyen al cuidado de la biósfera como reciclar, proteger las fuentes de agua y utilizar energías alternativas.
- Proponer y ejecutar acciones que contribuyan a preservar los factores que posibilitan la vida en la Tierra, a partir del abordaje del concepto de habitabilidad planetaria.

5.2.4 Secuencia de actividades

A. Actividades de diagnóstico o indagación de ideas alternativas.

Duración: 30 minutos

1. Kpsi

KPSI

Indicaciones

Esta actividad tiene como propósito indagar sobre lo que sabes acerca del concepto de habitabilidad planetaria.

Duración: 5 minutos.

Marca con una x en una de las casillas frente a cada ítem de acuerdo a tu pensamiento.

Categorías

1. Lo sé y se lo podría explicar a alguien.	2. Creo que lo sé, pero no podría explicárselo a alguien.	3. No lo entiendo.	4. No lo se.
---	---	--------------------	--------------

1. Nivel conceptual

Planteamientos	1	2	3	4
Condiciones o factores necesarios para la existencia de vida en la Tierra.				
Zona de habitabilidad galáctica.				
Zona de habitabilidad planetaria.				
Importancia del agua para la vida en la Tierra.				
Importancia del ciclo del carbono para la vida en la Tierra.				

2. Nivel procedimental

Planteamientos	1	2	3	4
Identificar algunos factores necesarios para la existencia de vida en un planeta.				
Explicar la relación entre ubicación circunestelar (distancia del planeta a la estrella que orbita) de un planeta y la probabilidad de encontrar vida en él.				
Explicar la relación CO ₂ - Efecto invernadero y posibilidad de existencia de vida en la Tierra.				

Argumentar sobre la importancia de acciones como reciclar, cuidar el agua, y utilizar energías alternativas.				
Proponer posibles alternativas para cuidar la vida en el planeta.				
3. Nivel actitudinal				
Planteamientos	1	2	3	4
Escuchar a los compañeros y compañeras.				
Respetar las opiniones de los compañeros y compañeras.				
Participar activamente en las actividades propuestas.				
Trabajar en equipo.				
Reconocer que el conocimiento aporta elementos en la formación para ser un(a) ciudadano(a) crítico(a) que participa activamente en la sociedad.				
Respetar y cuidar la Tierra a partir de acciones concretas.				

B. Actividad de asociación

Se mostrarán algunas imágenes y palabras escritas en carteles y los estudiantes irán diciendo con qué otras palabras las asocian, se irá tomando nota en un papelógrafo de los aportes de los estudiantes y se mantendrán en lugar visible, para retomar las ideas durante el proceso.

Palabras: Universo, Tierra, Zona de habitabilidad, Vida en la Tierra, efecto invernadero, agua, CO₂.

2. Actividades de introducción a nuevos contenidos

Duración: 2 horas

A. Juego: construir un mundo habitable

Inicialmente se dividirá la clase en subgrupos de 3 personas, el salón estará ambientado de imágenes relacionadas con la astronomía. Se dispondrán también en las paredes algunas

ilustraciones y frases alusivas a características que posiblemente hacen a un planeta habitable y entre ellas habrá algunos distractores. Los estudiantes recibirán una hoja de block con un diseño de planeta. Posteriormente procederán a poner en ella las características que consideran necesarias para que en un planeta haya vida.

- Imágenes y palabras como las siguientes podrían ser utilizadas para ambientar el lugar, y para ser elegidas:



A. Presencia humana que haya alcanzado un elevado desarrollo tecnológico permitiendo mejores condiciones de vida.

B. Presencia de agua líquida que permita las reacciones necesarias para el metabolismo y reproducción de los seres vivos.

C. Que esté ubicado, ni muy cerca ni muy lejos a la estrella que orbita; de manera que el agua no se evapore por altas temperaturas, ni se congele por bajas.

D. Concentración adecuada de CO₂ que regule el clima, al retener parte de la radiación que entra en el planeta.

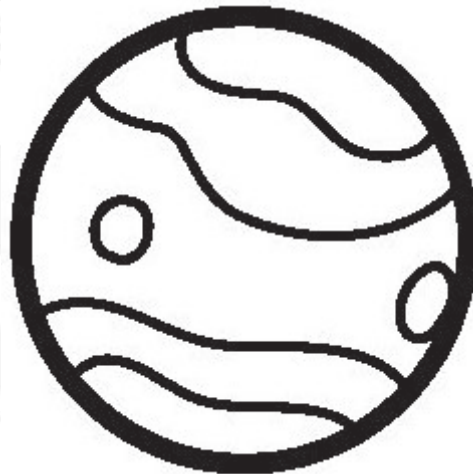
E. Que esté ubicado en una región adecuada de la galaxia en la que hayan los materiales necesarios para formar planetas rocosos y lejos de la zona en que hay peligrosas explosiones estelares.

F. Presencia de mamíferos que mantenga el equilibrio ecosistémico.

- Se darán 10 minutos para que en un diálogo al interior de los equipos discutan y dejen por escrito las razones por las cuales seleccionaron las características que hacen a su planeta habitable.
- La ficha para los estudiantes puede ser algo similar a lo siguiente:

¿Crees que existe la vida fuera de la Tierra?

- Imagina que ayudas a un grupo de astrónomos a encontrar vida en un planeta. ¿Qué características buscarías en dicho planeta?



- Enumera las características anteriormente seleccionadas según el orden de importancia que consideres.
- Con tu equipo discute y construye un texto o narrativa en el que argumenten por qué eligieron esas características y las razones del orden de importancia que les asignaron.

B. Conversatorio: ¿Qué hace a un planeta habitable?

Cada grupo expondrá a toda la clase, su planeta habitable, explicando las razones por las cuales han seleccionado las características de su planeta. Durante la actividad el profesor estará constantemente dinamizando y orientando la discusión, así como promoviendo el debate entre los subgrupos y haciendo sus respectivos aportes, con la intención de llegar a un consenso sobre algunas condiciones relevantes para la existencia de vida en un planeta.

Esta actividad permitirá al docente evaluar las concepciones, argumentos y actitudes de los/las estudiantes, como materia prima para sus intervenciones en las posteriores etapas.

Entre las posibles preguntas para dinamizar la conversación pueden estar:

- ¿Por qué han elegido estas características y estas no?
- ¿Están de acuerdo con las características elegidas por este equipo? ¿Por qué? ¿Les hace falta algo?
- ¿Las condiciones que se requieren para la vida en otros planetas serán similares a las de la Tierra? ¿por qué?
- ¿Cómo crees que hacen los astrónomos para buscar vida en planetas que están a años luz de la Tierra?

- ¿El conocimiento acerca de las condiciones que permiten la vida en un planeta le podría servir para algo a los seres humanos? ¿Por qué?

Nota: Las preguntas anteriores, son solo una guía para orientar la discusión; la dinámica de la clase irá proporcionando la información para formular las preguntas que se consideren más oportunas.

C. ¿Cuál es tu ubicación en el universo?

Se les pedirá a los y las estudiantes que individualmente representen, mediante un dibujo, la ubicación de su casa en la Tierra, de la Tierra en el Sistema Solar, del Sistema Solar en la galaxia y de la galaxia en el universo. A continuación deberán explicar qué relación establecen entre los elementos de su representación y si creen que sucedería algo si alguno de los elementos faltara. Los dibujos serán expuestos en un mural para apreciación y comparación entre los diferentes modelos de universo que han esquematizado.

D. Lectura para ir pensando

Con el propósito de generar preguntas alrededor del impacto de la actividad humana sobre la Tierra, se propondrá la siguiente lectura y posteriormente se invitará a los estudiantes a compartir sus impresiones y comentarios.

La Tierra como un ser humano de 46 años

"La Tierra comenzó a existir hace aproximadamente 4,600 millones de años. Si redondeamos este inconcebible espacio de tiempo en algo más comprensible, podemos comparar la Tierra a una persona de 46 años de edad.

Nada se sabe acerca de los siete primeros años de vida de esta persona, mientras que sólo



poseemos información muy dispersa de su edad media, sabemos que sólo a los 42 años empezó la tierra a florecer. Los dinosaurios y los grandes réptiles no aparecieron hasta hace un año, cuando la persona contaba con 45 años.

Los mamíferos llegaron hace sólo ocho meses y hacia la mitad de la semana pasada, simios semejantes a personas evolucionaron hacia personas semejantes a simios. El ser humano moderno, que conocemos ahora, comenzó a existir hace 4 horas. Durante la última hora ha descubierto la agricultura. La Revolución Industrial empezó hace un minuto. Durante esos sesenta segundos de tiempo biológico, el ser humano moderno ha hecho un basurero de un paraíso, ha saqueado el planeta en busca de combustibles y ahora se encuentra recreándose con los espantosos resultados de su rápida escalada por alcanzar el dominio, al borde de una guerra que acabe con todas las guerras para destruir así eficazmente este oasis de vida en el Sistema Solar.". Aún no se ha encontrado otro planeta donde los humanos y seres vivos de la Tierra puedan vivir. Es urgente cuidar nuestro planeta, o si no ¿dónde más podremos vivir?

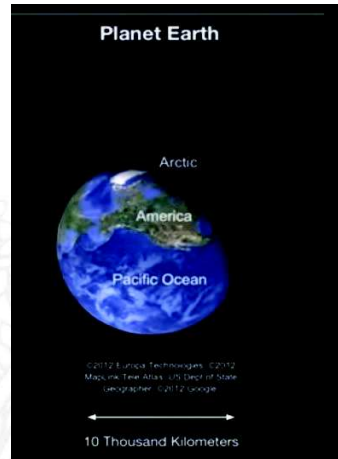
3. Actividades de estructuración y síntesis

Duración: 8 horas

A. Video: Macro y microcosmos

Con el fin de plantear la reflexión y la discusión sobre la relación de dependencia entre los distintos niveles de organización de la materia, se presentará el siguiente video que muestra el universo a diversas escalas en relación con el ser humano.

<https://www.youtube.com/watch?v=fsmXRcDjYI>



B. Zonas de habitabilidad

Se le suministrará a cada estudiante una copia con el siguiente contenido informativo acerca de la zona de habitabilidad galáctica, a partir del cual responderá algunas preguntas que luego se pondrán en común con toda la clase.

Zona de habitabilidad galáctica

La Vía láctea, galaxia en la cual se encuentra el Sistema Solar, mide de extremo a extremo aproximadamente 85000 años luz y podríamos presentarla a partir de tres zonas:

A. **El centro de la galaxia**, el cual es bastante activo: Caracterizado por una peligrosa radiación cósmica, explosiones de estrellas (supernovas), emisión de rayos gamma; está también caracterizado por tener una gran cantidad de elementos pesados y por presentar frecuentes impactos de cometas, además de constantes perturbaciones gravitatorias que pueden alterar las órbitas de planetas y estrellas.

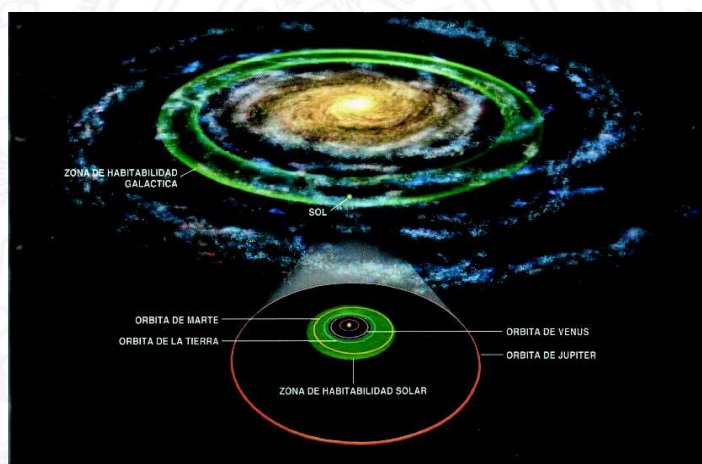
Rayos gamma: radiación electromagnética que puede ocasionar serios daños en el material genético de las células.

B. **La zona intermedia**: La zona intermedia se encuentra a cerca de 28000 años luz del centro galáctico. Esta zona presenta una cantidad considerable de elementos que permiten la formación planetas rocosos con capacidad de generar actividad geológica que entre otras cosas, posibilitaría estabilidad climática a dichos planetas.

C. **El extremo de los brazos espirales de la galaxia**: Allí hay un ambiente tranquilo, sin

embargo son escasos los elementos necesarios para la formación de planetas rocosos (baja metalicidad), con la masa suficiente para retener una atmósfera que permita el desarrollo de la vida.

La Tierra se encuentra en la zona intermedia de la galaxia, además dentro del sistema solar está ubicada en una región que permite una temperatura óptima para el desarrollo de la vida, éstas y otras múltiples condiciones hacen de la Tierra un lugar hasta ahora único, pues entre los planetas explorados no se han encontrado tantas condiciones juntas, que permitan el desarrollo de la vida.



- De lo anteriormente expuesto ¿Qué te llama la atención en cuanto a tu ubicación en el universo? ¿Por qué?
- ¿Crees que las actitudes de los seres humanos frente al cuidado del planeta demuestran conocimiento de las condiciones especiales que posee la Tierra para permitir que existan los seres vivos? Explica tu respuesta.

C. Modelización: Temperatura de los planetas según su distancia al sol

Para esta actividad se formarán grupos de 3 estudiantes y a cada uno se le entregará la siguiente ficha guía para realizar el ejercicio de modelización.

Temperatura en el Sistema Solar

A continuación se presentan las indicaciones para elaborar un modelo que relaciona distancia al sol y temperatura atmosférica de un planeta. Desarrolla la propuesta planteada y luego escribe qué conclusiones sacas en cuanto a la **relación distancia al sol y temperatura en la superficie de un planeta**, como factor determinante para generar condiciones de habitabilidad planetaria, para ello puedes ayudarte de la imagen del sistema solar que aparece al final.

Materiales:

- 2 termómetros.
- Lámpara de escritorio.
- Regla de un metro.

Procedimiento:

1. Coloca uno de los termómetros en la marca de 10 cm y el segundo en la marca de 100 cm de la regla.
2. Coloca la lámpara en la marca 0 cm de la regla.
3. Enciende la lámpara.
4. Lee y registra la temperatura en ambos termómetros después de 10 minutos.

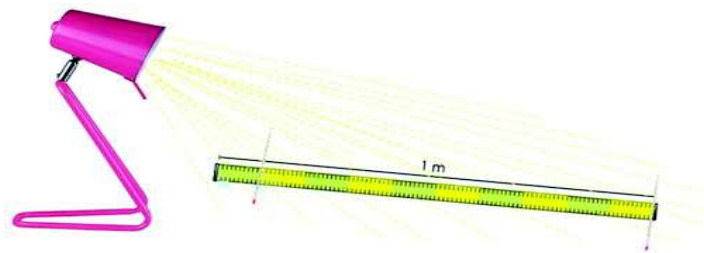


Imagen sistema solar



- Terminada la actividad se les pedirá compartir con el grupo tus conclusiones.

D. Simulación: Planetas cerca y lejos del sol. Relación entre distancia al sol y habitabilidad de un planeta.

Se presentará a los estudiantes una simulación del Sistema Solar con la cual podrán interactuar analizando las características de los planetas. Se les propondrá que a partir de la información que ofrece la simulación y otras fuentes de consulta a las que deseen acudir, intenten identificar el potencial para albergar vida que posee cada planeta.



<http://www.solarsystemscope.com/>

<https://exoplanets.nasa.gov/interactable/1/index.html>

- A continuación se pondrán en común los hallazgos realizados, se sacarán algunas conclusiones parciales y se pondrán por escrito las preguntas que aún quedan por resolver.
- Seguidamente en equipos de 5 estudiantes conversarán sobre las siguientes preguntas que relacionan distancia al sol, temperatura y disponibilidad de agua líquida en la Tierra:

Zona de habitabilidad planetaria

1. Imagina que la Tierra estuviera situada más cerca o más lejos del sol.
 - a. ¿Afectaría esto el agua del planeta? Argumenta tu respuesta.
 - b. ¿Afectaría a los seres vivos? Argumenta tu respuesta.



2. La temperatura promedio del planeta Tierra es 15°C, esta temperatura ha ido aumentando en las últimas décadas debido a la actividad industrial y al uso de combustibles fósiles que contaminan la atmósfera.

- ¿Crees que este aumento en la temperatura puede afectar el agua de la Tierra? Justifica tu respuesta.
- ¿Crees que esto afecta de alguna manera a los seres vivos? Explica tu respuesta.

3. Kasting (2010), se cuestiona: “¿Por qué es Venus demasiado caliente, Marte demasiado frío, mientras que la Tierra es la correcta para la vida? (...) La respuesta obvia a esta pregunta es que Venus se formó demasiado cerca del Sol, Marte se formó demasiado lejos, mientras que la Tierra se formó en la distancia justa” que permite la existencia de agua líquida.

¿Crees que este conocimiento podría servirle a la humanidad para decidirse a cuidar la Tierra?
¿Por qué?

E. Explicación sobre las propiedades del agua como factor necesario para la vida en la Tierra

En este punto el profesor o profesora, en una breve exposición, explicará las propiedades del agua haciendo énfasis en las cualidades que posee esta molécula en estado líquido y su importancia para la existencia de vida tal y como la conocemos en la Tierra.

Evaluación: El profesor o la profesora revisarán los registros elaborados por los

estudiantes, así como sus intervenciones en la clase para ir regulando el proceso de enseñanza y atendiendo a las necesidades de aclaración, orientación y apoyo que detecte en el proceso.

F. Concentración adecuada de CO₂ como condición que permite la vida en un planeta.

Se les pedirá a los estudiantes que se organicen en parejas para analizar la siguiente ficha que relaciona presencia de CO₂, efecto invernadero y el impacto de las actividades humanas sobre las condiciones que permiten la vida en el planeta.

CO₂ y Temperatura de la Tierra

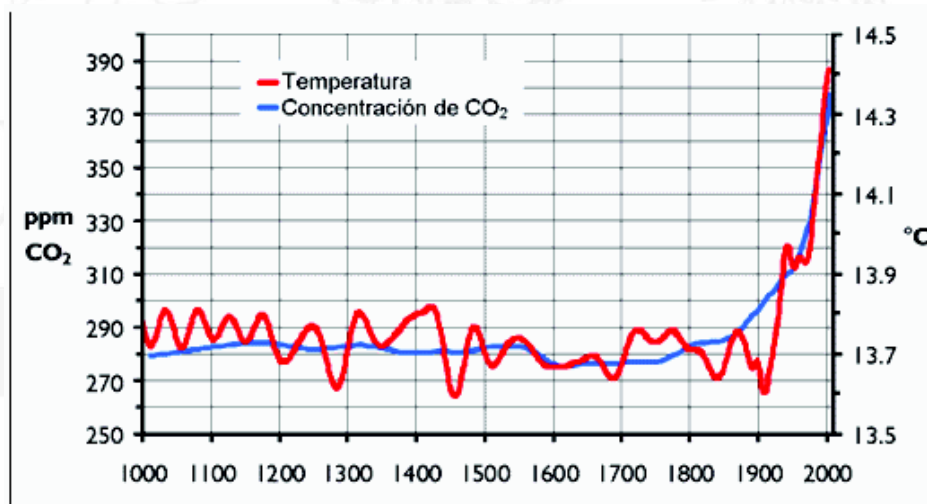
1. El CO₂ es uno de los gases efecto invernadero que retiene parte de la radiación solar. Debido a esto en las noches a pesar de no recibir radiación solar, por una de sus caras, la Tierra mantiene una temperatura estable.

Teniendo en cuenta lo anterior imagina que se elimina todo el CO₂ del planeta. ¿Sucedería algo con la vida en la Tierra?

Si No Explica tu respuesta.

2. Observa la siguiente gráfica. En ella podemos observar como las concentraciones de CO₂ han estado aumentando en el último siglo. ¿Encuentras alguna relación entre el incremento de este gas y la temperatura terrestre?

SI NO Expón tus argumentos.



3. Según Kasting (1993) en escalas largas de tiempo, la concentración de CO₂ en la atmósfera de la Tierra ha sido controlada por un proceso conocido como ciclo carbonato-silicato, el cual permite la estabilidad del clima. Sin embargo, como se observa en la gráfica anterior la concentración de CO₂ ha incrementado en el último siglo ¿A qué factores crees que se debe ese aumento?

4. Cada planta tiene la capacidad de reciclar cierta cantidad de CO₂ en un proceso que libera O₂. El oxígeno es fundamental en los procesos de respiración de la mayoría de organismos vivos, incluidos los seres humanos. En los últimos tiempos las concentraciones de CO₂ han aumentado debido a la acción humana.

a. Teniendo en cuenta lo anterior, ¿crees que la tala de árboles afecta las concentraciones de O₂ y CO₂ en la atmósfera?

Si ___ No ___ Explica tu respuesta.

b. ¿Crees que esto afecta a los seres vivos?

Si ___ No ___ Explica tu respuesta.

G. Explicación Magistral

Retomando los elementos construidos por los y las estudiantes, el profesor procederá a precisar la relación entre aumento de CO₂ y temperatura de la Tierra. Además ampliará sobre aspectos relacionados con el ciclo del carbono orgánico e inorgánico, enfatizado su importancia para la existencia de vida en la Tierra y cómo algunas actividades humanas pueden alterar dichos ciclos.

H. Conversatorio

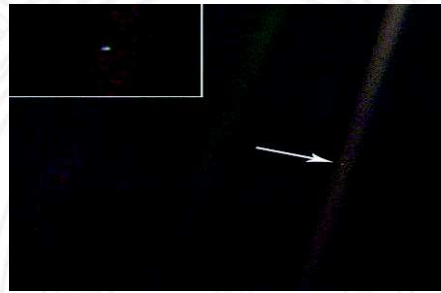
Se presentará el video “Un punto azul pálido” en el cual Carl Sagan reflexiona acerca de la pequeñez de la Tierra en la inmensidad del Universo, con el fin de generar conciencia sobre la forma en que nos relacionamos unos con otros y con la Tierra.

<https://www.youtube.com/watch?v=898Z8M51Io4>

Se entrega adicionalmente la siguiente ficha a cada estudiante:

Un punto azul pálido

A continuación encuentras una fotografía de la Tierra tomada por la sonda espacial Voyager 1 desde una distancia de 6000 millones de kilómetros.



En ella la tierra aparece como un punto azul pálido, casi imperceptible. De esta fotografía el cosmólogo Carl Sagan comentó:

La Tierra es un escenario muy pequeño en la vasta arena cósmica. Piensa en los ríos de sangre vertida por todos esos generales y emperadores, para que, en gloria y triunfo, pudieran convertirse en amos momentáneos de una fracción de un punto. Piensa en las interminables crueldades cometidas por los habitantes de una esquina de este píxel sobre los apenas distinguibles habitantes de alguna otra esquina. Cuán frecuentes sus malentendidos, cuán ávidos están de matarse los unos a los otros, cómo de fervientes son sus odios. Nuestras posturas, nuestra importancia imaginaria, la ilusión de que ocupamos una posición privilegiada en el Universo... Todo eso es desafiado por este punto de luz pálido. Nuestro planeta es un solitario grano en la gran y envolvente penumbra cósmica. En nuestra oscuridad —en toda esta vastedad—, no hay ni un indicio de que vaya a llegar ayuda desde algún otro lugar para salvarnos de nosotros mismos.

La Tierra es el único mundo conocido hasta ahora que alberga vida. No hay ningún otro lugar, al menos en el futuro próximo, al cual nuestra especie pudiera migrar. Visitar, sí. Colonizar, aún no. Nos guste o no, por el momento la Tierra es donde tenemos que quedarnos. Se ha dicho que la astronomía es una experiencia de humildad, y formadora del carácter. Tal vez no hay mejor demostración de la locura de la soberbia humana que esta distante imagen de nuestro minúsculo mundo. Para mí, subraya nuestra responsabilidad de tratarnos los unos a los

otros más amable y compasivamente, y de preservar y querer ese punto azul pálido, el único hogar que siempre hemos conocido (Sagan, 2003, p.14).

Después de haber visto el video, en el que se resalta lo pequeña que es la Tierra en la inmensidad del cosmos y su capacidad para albergar vida, y de realizar la lectura complementaria, se abrirá un espacio de reflexión acerca de las condiciones que permiten la vida en la Tierra y las actitudes y acciones del ser humano.

Como guía para la discusión se proponen las siguientes cuestiones:

- ¿Qué te hace pensar lo que acabas de ver en relación con las acciones del ser humano frente al cuidado de la vida en la Tierra?
- ¿Por qué crees que hasta ahora no se ha encontrado vida en otros planetas?
- ¿Qué sientes al pensar en la capacidad hasta ahora única que tiene la Tierra para sustentar la vida? Explica la razón de tu elección.
- La Tierra reúne una serie de condiciones que conforman un equilibrio propicio para la existencia de la vida. Entre ellas se encuentran el tener agua líquida, concentraciones adecuadas de CO₂, y una distancia prudente al sol, que le permite entre otras cosas una estabilidad climática. Es interesante anotar que si tan solo una condición llegara a faltar, este equilibrio se rompería y la vida tal y como hoy la conocemos sería distinta o quizá ni existiría. Teniendo en cuenta lo anterior: ¿Crees que los seres humanos con sus acciones podrían alterar el equilibrio que permite la existencia de vida en la Tierra? Si ___ No ___
Explica tu respuesta.

I. Película

Después de ver la película Wall-e se propondrá discutir a partir de las siguientes preguntas que tendrá cada estudiante:

Wall-e

Después de ver la película Wall-e comenta:



- a. ¿Crees que existen posibilidades de que lo que ocurre en el film le suceda a la Tierra?
Si ___ No ___ Explica.
 - b. ¿Por qué crees que los seres humanos le dieron tanta importancia a la última planta que quedaba?
 - c. En la película Wall-e los seres humanos no previeron lo que sucedería si seguían aprovechándose de las plantas, pensando que eran un recurso inagotable. ¿Estás dispuesta a comprometerte para que esto no suceda en la Tierra? Si ___ No ___ ¿Cómo?
2. Si alguien te pide explicación sobre por qué es importante reciclar, sembrar árboles y utilizar energías alternativas que preserven el equilibrio ambiental ¿Qué le dirías?

4. Actividades de aplicación a nuevos contextos

A. Panel sobre habitabilidad planetaria

Se propondrá a los estudiantes preparar un panel, para poner en común el tema sobre habitabilidad planetaria con la comunidad educativa. Este tendrá una duración de 45 minutos. Media hora de intervención de los panelistas y 15 minutos de discusión con el Público.

Los estudiantes se prepararán para exponer el tema y suscitar un diálogo frente a los compañeros invitados de otros grados.

Con anterioridad deberán hacer invitaciones y elaborar publicidad que genere interés y motivación en su auditorio.

Se repartirán diversos roles para disponer el ambiente de forma adecuada. Habrá un coordinador, un secretario portavoz y de cuatro a seis participantes. El secretario debe hacer un resumen de todo lo expuesto. De este resumen parte la discusión del auditorio con los expositores. El tiempo de intervención es de uno a dos minutos.

B. Elaboración de un escrito reflexivo tipo ensayo.

Como producto final del proceso realizado, cada estudiante elaborará un escrito argumentativo sobre habitabilidad planetaria, en él intentará motivar a los demás estudiantes de la Institución a comprometerse con acciones responsables frente al ambiente. Estos escritos serán expuestos en las carteleras y otros espacios públicos de la Institución. Los mismos estudiantes se encargarán de seleccionar los escritos a exponer al público.

Evaluación: Las anteriores actividades serán tenidas en cuenta como evaluación final de la unidad.

Capítulo 6

Consideraciones finales

Como parte del resultado en el proceso de investigación realizado, con el fin de re-contextualizar el concepto de habitabilidad planetaria para su enseñanza, se destacan a continuación algunos aspectos que se consideran relevantes a juicio de los investigadores:

- Durante el proceso de investigación se identificaron como elementos estructurantes del concepto de habitabilidad planetaria una serie de factores que hacen posible la existencia de vida en un planeta, de ellos los investigadores consideraron pertinente destacar la ubicación del planeta en la galaxia, la presencia de agua líquida en su superficie y el CO₂ como agente termorregulador. El reconocimiento del papel que desempeñan los factores señalados, en el desarrollo de la vida en la Tierra, permitió reflexionar acerca de las relaciones que el ser humano establece con su entorno, encontrando así, en estos elementos estructurantes del concepto de habitabilidad planetaria, fundamentos que pueden desencadenar actitudes y acciones responsables frente al ambiente.
- El concepto de habitabilidad planetaria, por su entramado conceptual, ofrece elementos útiles en la formación de ciudadanos sensibles y proactivos ante el cuidado del ambiente, en la medida que permite reconocer el equilibrio necesario tanto a nivel astronómico como geológico para la existencia de vida en la Tierra y en este sentido, reflexionar acerca de las actitudes y acciones del ser humano frente a la preservación de dicho equilibrio.

- El análisis de la información suministrada por los casos permitió caracterizar sus modelos explicativos acerca del concepto de habitabilidad planetaria. Cada caso manifestó sus particularidades, y a partir de la interpretación de los investigadores se destacan también aspectos en común como: la admiración por la ubicación de la Tierra en la galaxia y su influencia en la existencia de vida; sensibilidad frente a las problemáticas ambientales, por ejemplo reconocen que algunas acciones de los seres humanos no están a favor de la preservación del agua o incrementan en forma desmedida la concentración de CO_2 en la atmósfera. Además, se evidenció interés por profundizar en las condiciones que permiten la vida en la Tierra y los factores que pueden limitarla.
- Como fruto del desarrollo de la presente investigación, desde una perspectiva histórico epistemológica de las ciencias, se constató que dicha mirada ofrece herramientas valiosas para re-significar el conocimiento científico con una intención pedagógica, a fin de llevarlo al campo de la enseñanza, mediante un proceso de re-contextualización, en el que la ciencia es comprendida como una construcción cultural de la que pueden hacer parte los estudiantes. Se retomaron factores que según James Kasting se requieren para la existencia de un planeta habitable y siguiendo las orientaciones planteadas por Hodson, en cuanto a la necesidad de que la formación en ciencias ofrezca criterios para comprometerse en acciones responsables frente a la biósfera, se seleccionaron aquellos factores, que por su capacidad de generar procesos de reflexión, se consideraron apropiados para llevar al contexto de la enseñanza. A partir del proceso de recontextualización se llevó el concepto de habitabilidad planetaria desde el campo de la astrobiología al contexto escolar con el fin de abordar la cuestión sobre las condiciones que permiten la vida en la Tierra y el impacto que generan las actividades humanas sobre

dichas condiciones, vía la generación de actitudes y acciones informadas, éticas y respetuosas frente a la biósfera.

- En la presente investigación lo mencionado anteriormente se materializó al construir una línea de pensamiento partiendo de los aportes de J. Kasting desde el campo disciplinar de la astrobiología y de D. Hodson desde lo pedagógico. Estos y otros autores con sus planteamientos ofrecieron los componentes necesarios para construir una propuesta didáctica en la cual se evidencia una posible manera de hacer trascender el conocimiento a fin de formar ciudadanos críticos y ambientalmente responsables.
- En un mundo en el que continuamente se hacen evidentes los impactos negativos del ser humano sobre el ambiente y en este sentido la urgencia de generar estilos de vida alternativos, la enseñanza del concepto de habitabilidad planetaria, puede responder a las necesidades contextuales de los estudiantes, ya que al partir desde la formación en ciencias, pretende ofrecer elementos para generar un compromiso desde la convicción y la adquisición de argumentos sólidos que motiven actitudes y acciones de cuidado de las condiciones que permiten la vida en la Tierra.
- La educación en ciencias parece cobrar más sentido cuando los contenidos se asumen como un medio más que como un fin en sí mismos. Si bien fue importante que los participantes en la presente investigación, tanto los Casos como los investigadores, se acercaran a los fundamentos conceptuales de la habitabilidad planetaria, fue aún más relevante el impacto que esta temática pudo generar en las actitudes y acciones frente al ambiente de las personas implicadas en este proceso, ya que se evidenció interés para seguir profundizando en este campo y los casos manifestaban que este conocimiento les



parecería importante al proveerles argumentos para la toma de decisiones acertadas frente al cuidado de su entorno.

- En el contexto de la enseñanza, el concepto de habitabilidad planetaria ayuda a entender la ciencia como un proceso en construcción, más que como un producto acabado, y permite reconocer las implicaciones sociales del conocimiento en la medida que se pueden establecer relaciones con aspectos éticos relevantes para la educación en ciencias. Las actitudes de cuidado, el sentido de pertenencia, la sensibilidad y respeto por las demás formas de vida son valores que la educación en ciencias debe promover, con el propósito de formar ciudadanos conscientes de su interdependencia de una red de vida, que a su vez, está condicionada por factores que se expanden a niveles cosmológicos.

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

Lista de referencias

- Acevedo, J. (1994). Los futuros profesores de enseñanza secundaria ante la sociología y la epistemología de las ciencias. Un enfoque CTS. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*. (19), 111-125.
- Aguilar, Y. (2006). Enseñanza y formalización de los fenómenos físicos. Tomado de: El Concepto de presión desde la perspectiva euleriana. Universidad de Antioquia.
- Aguilar, Y. (2008). A propósito de las cosmovisiones: realista y fenomenológica. En: Hacia la recontextualización de los planes de área. La didáctica de las ciencias experimentales como cultura disciplinar y el maestro como intelectual. Universidad de Antioquia.
- García, J. (2014). La razón sensible, más allá de la razón ética. Un fundamento epistemológico para el enfoque CTSA. *Unipluriversidad*. 14(2), 11-14.
- Gil, D. & Vilches, A. (2004). Contribución de la ciencia a la cultura ciudadana. *Cultura y Educación*. 16 (3), 259-272.
- González, G., Brownlee, D. & Ward, P. (2001). La vida en el Universo. *Investigación y Ciencia*. (303), 59 - 65.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación. México: Mc Graw Hill.
- Hicks, D. & Holden, C. (1995). Exploring the future: A missing dimension in environmental education. *Environmental Education Research*. 1(2), 185-193.
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*. 25, (6), 645 -670.
- Hodson, D. (2013). La Educación en Ciencias como un llamado a la acción. *Archivos de Ciencias de la Educación*, 7 (7).
- Huang, S. (1960). "The Sizes of Habitable Planets". *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*. 72 (429): 489—493.
- Kaku, M. (2005). Universos Paralelos. España: Atalanta.
- Kasting, J., Whitmire, D., & Reynolds, R. (1993). Habitable zones around main sequence stars. *Icarus* 101:108–128.

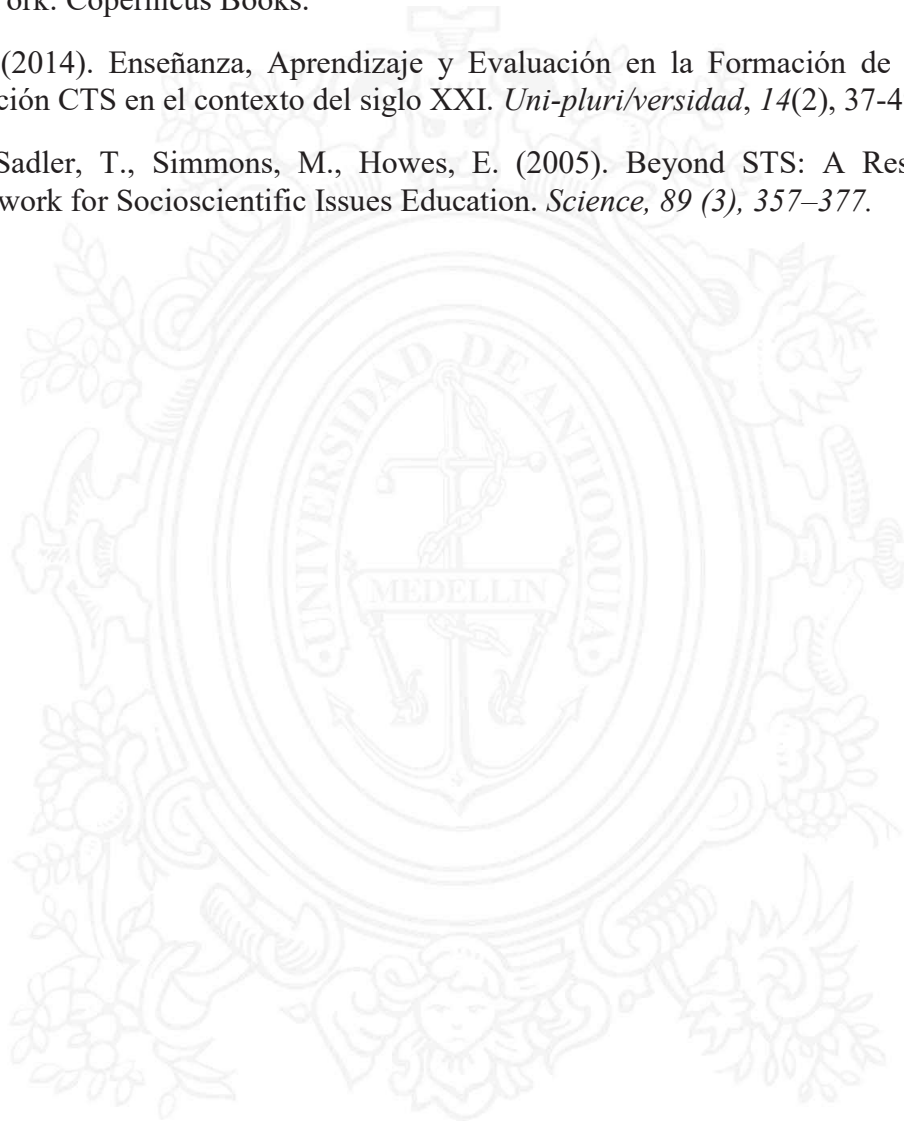
- Kasting, J. (2010). How find a habitable planet. United States of América: Princeton University Press.
- Lammer, H., Bredehöft, J., Coustenis, A., Khodachenko, M., Kaltenecker, L., Grasset, O.,... Prieur, D. (2009). What makes a planet habitable? *Springer-Verlag. Astron Astrophys Rev* (17), 181–249.
- Leff, E. (2006). Aventuras de la Epistemología Ambiental: de la articulación de ciencias al diálogo de saberes. México: Siglo XXI Editores.
- Lemke, J. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 5–12.
- Matthews, M.R. (1994) Historia, Filosofía y enseñanza de las ciencias: La Aproximación actual. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (2), 255-277.
- Martínez, L. & Parga, D. (2013). La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA. *Revista GÓNDOLA, Enseñanza y Aprendizaje de las ciencias*. 8 (1), 23- 35.
- Noguera, A. (2004). El reencantamiento del mundo. Universidad Nacional de Colombia. IDEA. Manizales.
- Oreiro, R. & Solbes, J. (2015). Evaluación de la enseñanza de la Astrobiología en Secundaria: análisis de libros de texto y opiniones del profesorado en formación. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*. (29), 247-274. doi: 10.7203/DCES.29.6678
- Pujol, R.M. (2003). Un marco educativo para la escuela primaria en la sociedad actual. En: *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. p. 15 - 43.
- Rudolf, M., Erkaev, N., Kasting, J., Lammer, H., Pilat-Lohinger, E., Rauer, H., Ribas, I., Wood, B. (2014). Astrophysical Conditions for Planetary Habitability. Online: [arXiv: 1407.8174v1](https://arxiv.org/abs/1407.8174v1) [astro-ph.EP]
- Sagan, C. (2003). Un punto azul pálido. Una visión del futuro humano en el espacio. Editorial Planeta.
- Sanmartí, N. (2005). La unidad didáctica en el paradigma constructivista. *Unidades didácticas en ciencias y matemáticas*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio. (p. 13 -18).
- Sepúlveda, Alonso. (2003). Los conceptos de la física: evolución histórica. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.
- Stake, R. (1999). Investigación con estudio de casos. Madrid: Ediciones Morata.
- Walker, J. & Kasting, J. (1991). Effects of fuel and forest conservation on future levels of atmospheric carbon dioxide. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. (Global Planet. Change Sect.)*, (97) 151-189.



Ward, P. & Brownlee, D. (2003). *Rare Earth: Why Complex Life is Uncommon in the Universe*. New York: Copernicus Books.

Vázquez, A. (2014). Enseñanza, Aprendizaje y Evaluación en la Formación de Docentes en Educación CTS en el contexto del siglo XXI. *Uni-pluri/versidad*, 14(2), 37-49.

Zeidler, D., Sadler, T., Simmons, M., Howes, E. (2005). Beyond STS: A Research-Based Framework for Socioscientific Issues Education. *Science*, 89 (3), 357–377.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

Anexos

Anexo 1. Protocolo ético

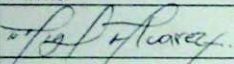
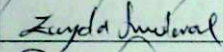
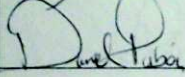
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "RECONTEXTUALIZACIÓN DEL CONCEPTO DE HABITABILIDAD PLANETARIA PARA SU ENSEÑANZA A PARTIR DE UN ANÁLISIS EPISTEMOLÓGICO DE LOS PLANTEAMIENTOS DE J. KASTING"
PROTOCOLO DE COMPROMISO ÉTICO**

Ante esta instancia, como autores de la investigación titulada "Recontextualización del concepto de habitabilidad planetaria para su enseñanza a partir de los planteamientos de J. Kasting" presentamos nuestro compromiso ético con los participantes en este proceso. Entendemos como imperativo y deber, hacer uso adecuado y discrecional de la información recolectada en el marco de esta investigación, con el único fin de lograr los objetivos de la propuesta y en la perspectiva de contribuir con aportes para el mejoramiento de la educación en los ámbitos propios de la investigación.

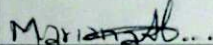
El uso discrecional y adecuado de la información recogida y de su análisis, implica que la misma sólo será utilizada en el caso de publicación de los productos derivados de la investigación sobre algún tópico indagado y que, en relación con ello, se evitará la alusión a nombres propios, se valorará con respeto y responsabilidad los datos aportados y, finalmente, que los análisis y resultados serán dados a conocer en primera instancia a algunos de estos participantes, para su evaluación.

Desde esta perspectiva, las personas que firman este documento autorizan a los investigadores para que las fuentes de información como escritos, entrevistas, observaciones, sean utilizadas por nosotros para presentar un informe en la Institución Educativa San Juan Bosco. La única finalidad con el uso de esta información es educativa.

Para constancia se firma:

Nombre	Firma	Observación:
MIGUEL ALVAREZ		La firma ratifica el cumplimiento de lo escrito
Zayda Sandoval P.		La firma ratifica el cumplimiento de lo escrito
Daniel Puzosky		La firma ratifica el cumplimiento de lo escrito
		La firma ratifica el cumplimiento de lo escrito

Participante

Nombre	Firma	Sugerencia o recomendación
Mariana Alvarez		



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "RECONTEXTUALIZACIÓN DEL CONCEPTO DE HABITABILIDAD PLANETARIA PARA SU ENSEÑANZA A PARTIR DE UN ANÁLISIS EPISTEMOLÓGICO DE LOS PLANTEAMIENTOS DE J. KASTING" PROTOCOLO DE COMPROMISO ÉTICO

Ante esta instancia, como autores de la investigación titulada "Recontextualización del concepto de habitabilidad planetaria para su enseñanza a partir de los planteamientos de J. Kasting" presentamos nuestro compromiso ético con los participantes en este proceso. Entendemos como imperativo y deber, hacer uso adecuado y discrecional de la información recolectada en el marco de esta investigación, con el único fin de lograr los objetivos de la propuesta y en la perspectiva de contribuir con aportes para el mejoramiento de la educación en los ámbitos propios de la investigación.

El uso discrecional y adecuado de la información recogida y de su análisis, implica que la misma sólo será utilizada en el caso de publicación de los productos derivados de la investigación sobre algún tópico indagado y que, en relación con ello, se evitará la alusión a nombres propios, se valorará con respeto y responsabilidad los datos aportados y, finalmente, que los análisis y resultados serán dados a conocer en primera instancia a algunos de estos participantes, para su evaluación.

Desde esta perspectiva, las personas que firman este documento autorizan a los investigadores para que las fuentes de información como escritos, entrevistas, observaciones, sean utilizadas por nosotros para presentar un informe en la Institución Educativa San Juan Bosco. La única finalidad con el uso de esta información es educativa.

Para constancia se firma:

Table with 3 columns: Nombre, Firma, Observación. Rows include Dora David, Zayda Sandoval, and two instances of David Sandoval.

Participante

Table with 3 columns: Nombre, Firma, Sugerencia o recomendación. Row includes Luisa Fernanda G.



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "RECONTEXTUALIZACIÓN DEL CONCEPTO DE HABITABILIDAD PLANETARIA PARA SU ENSEÑANZA A PARTIR DE UN ANÁLISIS EPISTEMOLÓGICO DE LOS PLANTEAMIENTOS DE J. KASTING" PROTOCOLO DE COMPROMISO ÉTICO

Ante esta instancia, como autores de la investigación titulada "Recontextualización del concepto de habitabilidad planetaria para su enseñanza a partir de los planteamientos de J. Kasting" presentamos nuestro compromiso ético con los participantes en este proceso. Entendemos como imperativo y deber, hacer uso adecuado y discrecional de la información recolectada en el marco de esta investigación, con el único fin de lograr los objetivos de la propuesta y en la perspectiva de contribuir con aportes para el mejoramiento de la educación en los ámbitos propios de la investigación.

El uso discrecional y adecuado de la información recogida y de su análisis, implica que la misma sólo será utilizada en el caso de publicación de los productos derivados de la investigación sobre algún tópico indagado y que, en relación con ello, se evitará la alusión a nombres propios, se valorará con respeto y responsabilidad los datos aportados y, finalmente, que los análisis y resultados serán dados a conocer en primera instancia a algunos de estos participantes, para su evaluación.

Desde esta perspectiva, las personas que firman este documento autorizan a los investigadores para que las fuentes de información como escritos, entrevistas, observaciones, sean utilizadas por nosotros para presentar un informe en la Institución Educativa San Juan Bosco. La única finalidad con el uso de esta información es educativa.

Para constancia se firma:

Table with 3 columns: Nombre, Firma, Observación. Rows include signatures of Zayda Sandoval, Alejandra Monsalve, and Juan David Páez.

Participante

Table with 3 columns: Nombre, Firma, Sugerencia o recomendación. Row includes signature of Manuela Cuellar.



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "RECONTEXTUALIZACIÓN DEL CONCEPTO DE HABITABILIDAD PLANETARIA PARA SU ENSEÑANZA A PARTIR DE UN ANÁLISIS EPISTEMOLÓGICO DE LOS PLANTEAMIENTOS DE J. KASTING" PROTOCOLO DE COMPROMISO ÉTICO

Ante esta instancia, como autores de la investigación titulada "Recontextualización del concepto de habitabilidad planetaria para su enseñanza a partir de los planteamientos de J. Kasting" presentamos nuestro compromiso ético con los participantes en este proceso. Entendemos como imperativo y deber, hacer uso adecuado y discrecional de la información recolectada en el marco de esta investigación, con el único fin de lograr los objetivos de la propuesta y en la perspectiva de contribuir con aportes para el mejoramiento de la educación en los ámbitos propios de la investigación.

El uso discrecional y adecuado de la información recogida y de su análisis, implica que la misma sólo será utilizada en el caso de publicación de los productos derivados de la investigación sobre algún tópico indagado y que, en relación con ello, se evitará la alusión a nombres propios, se valorará con respeto y responsabilidad los datos aportados y, finalmente, que los análisis y resultados serán dados a conocer en primera instancia a algunos de estos participantes, para su evaluación.

Desde esta perspectiva, las personas que firman este documento autorizan a los investigadores para que las fuentes de información como escritos, entrevistas, observaciones, sean utilizadas por nosotros para presentar un informe en la Institución Educativa San Juan Bosco. La única finalidad con el uso de esta información es educativa.

Para constancia se firma:

Table with 3 columns: Nombre, Firma, Observación. It contains four rows of signatures and their corresponding observations, all stating 'La firma ratifica el cumplimiento de lo escrito'.

Participante

Table with 3 columns: Nombre, Firma, Sugerencia o recomendación. It contains one row with the name 'Paula Barbosa' and her signature.



Anexo 2: Matrices de análisis

Matriz de análisis de datos instrumento 1-A

Facultad de Educación

Objetivo: Indagar sobre los modelos explicativos que poseen los casos en cuanto a las condiciones que hacen a un planeta habitable.

Categoría: Reconocimiento de las condiciones que permiten la vida en un planeta y su importancia.

Casos Vs Matriz del instrumento 1-A				
Preg.	P-1 Imagina que ayudas a un grupo de astrónomos a encontrar vida en un planeta. ¿Qué características buscarías en dicho planeta? Señale con una x las que usted considere son más importantes.	P-2 Ordena según su importancia las características anteriormente seleccionadas	P-3 Construye un texto o narrativa en el que argumentes por qué elegiste las condiciones anteriores y el orden de importancia que les asignaste	Asertos
Casos				
C1	B. Presencia de agua líquida. C. Que esté ubicado, ni muy cerca ni muy lejos a la estrella que orbita. E. Que esté ubicado en una región adecuada de la galaxia. G. Presencia de vida, al menos de	B C E G	“La presencia de agua líquida proporcionará un sustento de vida”. “En la C ya que su posición podría afectar el clima y estados del agua”. “En la E porque si está ubicado en un lugar de explosiones estelares frecuentes, se acabaría pronto dicho planeta”.	El caso 1 considera que para que haya vida debe haber presencia de agua líquida y asume este factor como el más importante a su vez plantea que la posición de la Tierra respecto al sol puede afectar el clima y con él los estados del agua. También relaciona la ubicación en la galaxia con la vida, como un factor importante para que esta se pueda desarrollar y afirma que



	microorganismos.		“y en la g para comprobar que la vida puede existir en dicho planeta”.	debe haber al menos microorganismos para comprobar que la vida puede existir en dicho planeta.
C2	<p>B. Presencia de agua líquida.</p> <p>C. Que esté ubicado, ni muy cerca ni muy lejos a la estrella que orbita.</p> <p>D. Concentraciones adecuadas de CO₂ que regulen el clima.</p> <p>E. Que esté ubicado en una región adecuada de la galaxia.</p>	<p>C</p> <p>E</p> <p>D</p> <p>B</p>	<p>“Pensé en lo principal la ubicación debido a que esta permite la condición del clima y vida de otros seres aún no conocidos”.</p> <p>“La principal condición fue que no estuviera ubicado ni muy cerca de la estrella que orbita para así mantener un clima “adecuado” “.</p> <p>También en la región ubicada en la galaxia para vivir tranquilamente sin miedo a que nos caiga o nos llegue algún objeto peligroso para nuestra supervivencia.</p> <p>“el agua y el clima para sobrevivir a las condiciones distintas de un planeta”.</p>	<p>El caso 2 considera como factor principal la ubicación del planeta alrededor de la estrella que orbita, ya que permite un clima adecuado para que se desarrolle la vida.</p> <p>En relación con el tema de la ubicación el caso indica que es importante que el planeta se encuentre en una región de la galaxia que permita vivir tranquilamente, sin el peligro de caída de objetos cósmicos que puedan afectar la supervivencia.</p>
C3	<p>B. Presencia de agua líquida.</p> <p>C. Que esté ubicado, ni muy cerca ni muy lejos a la estrella que orbita.</p> <p>D. Concentraciones adecuadas de CO₂ que</p>	<p>B</p> <p>D</p> <p>H. Tierra fértil.</p> <p>C</p> <p>G. Poseer lunas.</p> <p>E</p>	<p>“si vamos a ayudar a encontrar vida en un planeta, o sea que sería algo nuevo, deberíamos investigar vida nueva, otros organismos que puedan mantener estabilidad pero de forma distinta”</p> <p>“el factor más importante o relevante</p>	<p>El caso 3 considera el agua como el factor más importante para mantener la vida.</p> <p>Asume que el CO₂ ayuda a mantener el orden en la medida que considera los gases como agentes que regulan ciertos procesos que ocurren en el ambiente.</p>



	<p>regulen el clima.</p> <p>E. Que esté ubicado en una región adecuada de la galaxia.</p> <p>G. Que posea lunas, para regular el agua (mares...).</p> <p>H. Que pueda tener tierra fértil como para cultivos.</p>		<p>sería el agua, el cual <u>mantendría</u> una cadena de vida”.</p> <p>“<u>el dióxido de carbono</u>, que sería, según yo, un gas que ayude a <u>mantener ciertas cosas en orden</u>”.</p> <p>“Para <u>generar oxígeno</u>, habría que tener en el planeta <u>TIERRA FÉRTIL</u>, para poder plantar y al igual para comer de éstas”.</p> <p>“Algo muy relevante sería que en el planeta no hubiera una <u>temperatura</u> , ni muy elevada, ni demasiado baja”.</p> <p>“<u>Las lunas ayudarían a controlar los mares</u> y a <u>mantener</u> estos calmados y en orden”.</p> <p>“Y por último para que el planeta pueda <u>mantenerse estable</u>, necesita de <u>los elementos necesarios</u>”.</p>	<p>Establece una relación entre <u>tierra fértil</u>, plantas y producción de <u>oxígeno</u>. El caso también considera que una <u>temperatura</u> adecuada es un factor importante para la existencia de vida.</p> <p>Además sugiere como factor para la estabilidad de los mares la existencia de lunas.</p> <p>El caso reconoce además que debe haber estabilidad para que se desarrolle la vida y para ello concurren distintos factores.</p>
C4	<p>B. Presencia de agua líquida.</p> <p>C. Que esté ubicado, ni muy cerca ni muy lejos a la estrella que orbita.</p> <p>D. Concentraciones</p>	<p>I B D C E</p>	<p>“Yo creo que todas son importantes, pero las que elegí son las más, es que hay muchas cosas que juegan papeles importantes, como la B, C, D, E”.</p> <p>“Es lo principal que se investiga al</p>	<p>El caso 4 parece comprender que las <u>condiciones</u> necesarias para la existencia en un planeta son <u>variadas</u> y todas juegan papeles importantes.</p> <p>Considera la <u>habitabilidad</u> como un</p>



	<p>adecuadas de CO₂ que regulen el clima.</p> <p>E. Que esté ubicado en una región adecuada de la galaxia.</p> <p>I. Si hubo vida y qué elementos colaboraron para que se acabara y cómo hacer para detenerlos en el planeta y evitarlos en el nuestro.</p>	<p>llegar a un nuevo planeta, la habitabilidad, que puede existir en ese planeta; ¿pero por qué se investiga eso primero?, yo creo que es porque tenemos miedo de que no encontremos formas de revertir los daños que hemos causado en el planeta y que cuando destruyamos este, nos vamos a habitar otro planeta”</p> <p>“pero esto es erróneo porque lo primero que se debe investigar es porque si haya habido vida, porque se extinguió y cómo evitarlo”.</p> <p>“luego volver a la tierra y aplicar lo aprendido en cuidar el planeta y hacer una comparación del planeta Tierra con el planeta encontrado, para evidenciar que estamos realmente llevando nuestro hogar a la destrucción”.</p> <p>“Porque antes de descubrir nuevos planetas habitables para nosotros, debemos preocuparnos más por preservar la vida en la Tierra”.</p> <p>“y cuando ya hemos logrado esto; seguir viajando por planetas con</p>	<p>primer elemento que se investiga al llegar a un nuevo planeta y cuestiona por qué el ser humano tiene esa inquietud, planteando que es porque tenemos miedo de no poder revertir los daños que hemos causados a la Tierra y estamos buscando de cierta manera otro planeta para ir a habitar después de que hayamos alterado las condiciones que permiten la vida.</p> <p>El caso además es proactivo al proponer dar un giro a la investigación de habitabilidad en otros planetas, enfocándose en buscar donde ha existido vida y cuál fue la causa de su extinción aprendiendo de ello para cuidar las condiciones de vida en la Tierra.</p> <p>El caso reconoce la Tierra como el hogar que compartimos los seres humanos, e invita a priorizar el cuidado de la vida en la Tierra más que la búsqueda de vida en otros planetas afirmando que no podemos ir viajando de planeta en planeta destruyéndolos.</p>
--	--	---	--



			<p>algunas características de habitabilidad que hayan sido hábitat de vida, hacerlo posible por recuperarlos”</p> <p>“Porque nosotros no podemos ir viajando de planeta en planeta yendo destruyendolo.”</p>	
Asertos	<p>Los 4 casos no consideran importantes la presencia humana y la presencia de mamíferos como características necesarias para la existencia de vida en un planeta.</p> <p>Los 4 casos coinciden en elegir el agua, la ubicación circunestelar y la ubicación en la galaxia como factores determinantes para la existencia de vida en un planeta.</p> <p>Los casos 2, 3, y 4 buscarían presencia de CO₂, como</p>	<p>Los casos 1, 3 y 4 valoran la presencia de agua como el requisito más importante para el desarrollo de la vida en un planeta y el caso 2 considera la ubicación alrededor de la estrella como la condición principal para la existencia de vida, exponiendo que dicho factor permite un clima adecuado.</p>	<p>En cuanto a la presencia de agua líquida el caso 1 afirma que proporciona un sustento para la vida y este factor lo relaciona con la distancia a la estrella que orbita un planeta, reconociendo que la temperatura puede afectar los estados del agua. El caso 3 por su parte, dice que el agua no podría faltar ya que estamos compuestos por un 70% de agua aproximadamente, lo que hace que sea muy importante.</p> <p>Al referirse a la ubicación circunestelar el caso 2 reconoce que esta podría afectar el clima del planeta. El caso la asume como característica principal en la búsqueda de vida coincidiendo con el caso 1 en su relación con el clima. El caso 3 considera que la ubicación permite al planeta tener una temperatura ni muy</p>	<p>Los casos reconocen que las condiciones necesarias para la existencia son variadas y en su conjunto le otorgan a un planeta el potencial para sustentar la vida.</p> <p>Los casos consideran que el agua es un factor esencial para la existencia de vida así como una ubicación circunestelar que permita mantener una temperatura adecuada y reconocen que un planeta habitable debe encontrarse en una zona de la galaxia libre de amenazas cósmicas.</p> <p>Por otro lado los casos 2, 3 y 4 reconocen que el CO₂ es un factor que puede ser favorable para la existencia de vida en un planeta y el caso 3 en este sentido argumenta que el CO₂ es relevante en la medida que actúa como agente regulador de ciertos procesos en</p>



	<p>característica para encontrar vida en otro planeta.</p>		<p>elevada, ni demasiado baja. El caso 4 considera la ubicación en el sistema estelar en segundo lugar, después del agua.</p> <p>En cuanto a la ubicación en la galaxia el caso 1 y 2 coinciden en que es importante la ubicación en la galaxia para que se desarrolle la vida, lejos de explosiones estelares y caída de objetos que destruyan la vida.</p> <p>Los casos 2, 3, y 4 tienen en cuenta la presencia de CO₂, como característica para buscar vida en otro planeta, pero solo el caso 3 argumenta diciendo que contribuye a mantener ciertas cosas en orden, pues considera que los gases actúan como agentes reguladores de ciertos procesos en el ambiente.</p> <p>El caso 3 menciona además otras características como el oxígeno en relación con el papel de las plantas, también alude a la presencia de lunas en relación con las mareas como factor determinante para la vida.</p>	<p>el ambiente.</p> <p>El caso 4 considera que el ser humano está acabando con las condiciones de habitabilidad que tiene la tierra e invita a ejercer actitudes de cuidado con las mismas.</p>
--	--	--	--	---



Matriz de análisis de datos instrumento 1-B / 1-C

Objetivo: Identificar los modelos explicativos de los informantes en cuanto a la ubicación de la Tierra en el universo, en la galaxia y en el sistema solar, entendiendo dicha ubicación como una de las condiciones que permiten la vida en un planeta.

Categoría: Reconocimiento de las condiciones que permiten la vida en un planeta y su importancia.

Subcategoría: Reconocimiento de la ubicación de un planeta en el universo en relación con la existencia de vida.

Casos Vs Matriz del instrumento 1-B / 1-C					
Preg.	P-1	P-2	P-3 a	P-3 b	Asertos
Casos	Representa mediante un dibujo la ubicación de tu casa en la Tierra, de la Tierra en el sistema solar, del sistema solar en la galaxia y de la galaxia en el universo. ¿Qué relación estableces entre los elementos de tu representación? ¿Crees sucedería algo con la vida si alguno de estos elementos faltara?	Los astrónomos predicen que dentro de 3000 millones de años, Andrómeda la galaxia vecina chocará con la Vía Láctea. ¿Crees que puede suceder algo con el sistema solar? Explica tu respuesta.	De lo anteriormente expuesto ¿Qué te llama la atención en cuanto a tu ubicación en el universo? ¿Por qué?	¿Crees que las actitudes de los seres humanos frente al cuidado del planeta demuestran conocimiento de las condiciones especiales que posee la Tierra para permitir que existan los seres vivos? Explica tu respuesta.	
C1	“Lo que desee expresar en el dibujo es que nosotros somos una pequeñez a comparación del planeta, del sistema solar, de la galaxia y del universo”.	“Posiblemente sí, ya que todas estas acciones tan importantes como el choque de 2 galaxias tendría repercusiones sobre nuestro	“Lo que más me llama la atención es que estemos en un lugar tan exacto para originar vida”.	“No creo que los seres humanos estemos tan conscientes de lo privilegiados que somos por tener las condiciones únicas que nos permitan generar vida”.	El caso 1 identifica la ubicación de la Tierra en el universo, y se aproxima al reconocimiento de sus dimensiones al afirmar que “nosotros somos una pequeñez a comparación del planeta, del sistema solar, de la galaxia y del universo”. Además establece una relación entre el



	<p>“La relación que establecí o que quería representar es la inmensidad del universo y lo pequeño que somos comparándonos”. Si alguno de estos elementos faltara tal vez nosotros ni existiéramos.</p>	<p>sistema solar”.</p>			<p>lugar específico que ocupa la Tierra y las posibilidades que ofrece para el desarrollo de la vida.</p> <p>Al parecer el caso reconoce una relación de dependencia que tienen los diferentes factores que convergen a favor de la existencia de vida.</p>
C2	<p>La relación que establezco mediante este dibujo es la unión y la dependencia que tiene cada uno de los elementos presentes.</p> <p>Pienso que habría un desequilibrio en el espacio debido a que cada uno cumple una función que de una u otra forma que los beneficia.</p>	<p>Lo que creo es que posiblemente al chocar una galaxia con otra en este caso la Vía Láctea y la Andrómeda podrían desaparecer a la vez ya que estas suelen tener elementos pesados que al chocar tengan una reacción fuerte.</p>	<p>Es muy interesante el tema de las partes en que se divide la Vía Láctea porque gracias a esto argumentamos acerca de la condiciones de vida en nuestro planeta.</p>	<p>Los humanos hemos sido desconsiderados con la tierra debido a que gracias a nosotros ocurre el calentamiento global y el efecto invernadero no creo que las personas caigamos en cuenta acerca de esto las condiciones extraordinarias que tiene la tierra para permitir la vida se pueden acabar en cualquier momento y</p>	<p>*Cat. emerg./ Indicios de visión sistémica del universo.</p> <p>El caso 2 parece tener una visión sistémica puesto que habla de una relación de dependencia entre los distintos niveles y componentes del universo, además reconoce que la existencia de vida en la Tierra depende de la ubicación que tiene el planeta en la galaxia. Asimismo el caso 2 parece evidenciar que los seres humanos con sus actitudes muestran que no son conscientes</p>



				debido a esto debemos aprender a cuidar y valorar los recursos.	de las condiciones que tiene la tierra para permitir la vida clasificándolas de extraordinarias. En esta línea parece invitar a cuidar los recursos del planeta.
C3	La relación es que por ejemplo si el planeta tierra faltara, no existiríamos, o existiríamos de otro modo. Porque yo digo que si algo llegara a faltar, ya nada seguiría igual, o mejor dicho desde el principio nada hubiera sido así.	Me parece que su impacto con la vía Láctea y el daño que cause tiene que ver con la rapidez que se esté desplazando la galaxia, según mi opinión. Y yo creo que si no destruye por completo la galaxia Andrómeda, a la vía Láctea, se fusionan, o se juntan y creo todo comenzaría de nuevo.	Me parece que nuestro Sistema Solar está como en la mejor parte de la galaxia, que según lo leí y vi está en la zona intermedia, donde se encuentran elementos para poder formar planetas y así.	No. Me parece que nosotros los humanos somos muy incoherentes, demasiado ignorantes y crueles con todo lo que tenga que ver con el medio ambiente y con su cuidado y tal pareciera que todo es infinito. Pero lo cierto es que todo eso que nos han brindado tiene un límite, y si no sabemos cómo utilizar, reutilizar e innovar, terminará por extinguirse todo, y no podremos regenerarlo. Así que me parece que hay que tomar conciencia rápido y actuar efectivamente.	El caso parece reconocer que la existencia humana depende de algunas condiciones sin las cuales no sería posible el modo como se presenta en la actualidad; entre esas condiciones destaca la posición del sistema solar en la galaxia. Por otra parte el caso considera que hay ignorancia frente al tema, al decir que los seres humanos piensan que los recursos del planeta son inagotables y que de no darse una actitud distinta de la humanidad los recursos de la Tierra que permiten la vida se agotaran sin opción de ser recuperados.



<p>C4</p>	<p>La relación que establezco entre los elementos dibujados es que estos van desde el más pequeño hasta el más grande, que cada uno es independiente, que va uno dentro de otro. Yo creo que esto afectaría de una manera u otra a todo lo que se conoce, porque cada cosa por más mínima que sea influye en lo demás.</p>	<p>Yo creo que depende a qué velocidad va, y qué impacto causaría ocasionando que algo se destruyera y que cambiara la forma de vida que conocemos, pero la forma de vida que conocemos será distinta en 3000 millones de años y si algún daño causara, la tecnología estaría muy avanzada como para evitar posibles daños.</p>	<p>Me llama la atención que en la zona intermedia es donde se posibilita la estabilidad climática y me pregunto qué factores podrían influir a que esta se desequilibrara y que daños causaría.</p>	<p>No, no creo que los seres humanos estén conscientes de que el planeta tierra hasta ahora es único y que tenga muchas condiciones juntas que posibilita la vida; solo basta con mirar el respeto que le dan a las cosas sacadas de la naturaleza para saber que no la valoran. Tal vez creen que estos recursos son inagotables y que siempre estarán ahí, cuando la realidad es otra.</p>	<p>El caso 4 parece evidenciar una relación de dependencia entre los factores que permiten la vida pues reconoce que si en alguna de las partes ocurre una perturbación, todo el sistema es afectado y en esta misma línea se cuestiona acerca de los factores que podrían alterar este equilibrio. En cuanto a las actitudes del ser humano con el ambiente, el caso plantea que hay un desconocimiento del tema afirmando que basta con dar un vistazo a la forma en que el ser humano extrae y daña los recursos del planeta para observar que aún no somos conscientes de que la Tierra reúne unas condiciones hasta ahora únicas para sustentar vida.</p>
<p>Asertos</p>	<p>Los casos reconocen una relación de interdependencia entre los cuerpos cósmicos e identifican que la</p>	<p>Los casos reconocen que el choque entre Andrómeda y la Vía Láctea</p>	<p>Los casos coinciden en que lo que más les llama la atención es la zona en que</p>	<p>Los casos consideran que los seres humanos no reconocen las condiciones que permiten la vida en la</p>	<p>Los casos reconocen una relación de interdependencia entre los cuerpos cósmicos, además tienen una noción de las dimensiones astronómicas e</p>



	<p>Tierra hace parte de un sistema en equilibrio y si alguno de los elementos faltara por pequeño que fuera tal vez se hubiera dado un universo con otras características. El Caso 1 y 3 conjeturan que si alguno de los elementos que componen el universo faltara tal vez no existiríamos y el caso 3 abre también la posibilidad a que dadas unas condiciones iniciales distintas existiríamos de otra manera, cuando afirma que: “Porque yo digo que si algo llegara a faltar, ya nada seguiría igual, o mejor dicho desde el principio nada hubiera sido así”.</p>	<p>ocasionaría cambios en la organización de las galaxias. El caso 4 especifica además que: “cambiaría la forma de vida que conocemos”</p>	<p>se encuentra la Tierra respecto a la galaxia, describiendo esta zona como un lugar apropiado para el desarrollo de la vida.</p> <p>El caso 4 llega a plantearse la cuestión sobre qué podría alterar la estabilidad climática que tiene la Tierra gracias a su posición dentro de la galaxia. Al respecto hacen afirmaciones como las siguientes:</p> <p>Caso 1: “Lo que más me llama la atención es que estemos en un lugar tan exacto</p>	<p>Tierra y esto lo evidencian en la relaciones que los seres humanos establecen con la naturaleza. Los casos 2, 3 y 4 hacen referencia explícita a la no consciencia de la finitud de los recursos que provee la Tierra. Los casos 2 y 3 en particular hacen un llamado urgente a la acción responsable.</p>	<p>identifican que la Tierra hace parte de un sistema en equilibrio y que si alguno de los elementos faltara por pequeño que fuera tal vez la Tierra no existiría o tendría otras características. En los argumentos presentados por los casos se evidencia que hay un reconocimiento de los varios factores que deben converger a favor del desarrollo de vida en la Tierra. A los casos les llama la atención la zona en que se encuentra la Tierra respecto a la galaxia, describiéndola como un lugar apropiado para el desarrollo de la vida, utilizando expresiones como: “Lo que más me llama la atención es que estemos en un lugar tan exacto para originar vida”. En relación con esto consideran que el conocimiento sobre las zonas de habitabilidad da pie para argumentar por qué existe la vida. Los casos consideran que los seres humanos no reconocen las condiciones que permiten la vida</p>
--	---	--	--	---	--



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



			<p>para originar vida”.</p> <p>Caso 2: “Es muy interesante el tema de las partes en que se divide la Vía Láctea porque gracias a esto argumentamos acerca de la condiciones de vida en nuestro planeta”</p> <p>Caso 3: “Me parece que nuestro Sistema Solar está como en la mejor parte de la galaxia”.</p>		<p>en la Tierra y esto lo evidencian en la relaciones que la mayor parte de la humanidad establece con la naturaleza. Factores que podrían alterar este equilibrio.</p> <p>Los casos 2, 3 y 4 manifiestan conciencia de la finitud de los bienes de la Tierra y hacen un llamado a cuidarlos.</p>
--	--	--	---	--	---

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803



Matriz de análisis de datos instrumento 1-B / 1-C

Objetivo: Identificar los modelos explicativos de los casos en cuanto a la relación de dependencia que establecen entre la vida y el agua líquida, asumiendo esta última como una condición que permite la vida en un planeta.

Categoría: Reconocimiento de las condiciones que permiten la vida en un planeta y su importancia.

Subcategoría: El agua líquida como condición que permite la vida en un planeta.

Casos Vs Matriz del instrumento 1-B / 1-C					
	1. Imagina que la Tierra estuviera situada más cerca o más lejos del sol.		2. La temperatura promedio del planeta Tierra es 15°C, esta temperatura ha ido aumentando en las últimas décadas debido a la actividad industrial y al uso de combustibles fósiles que contaminan la atmósfera.		
Preg.	P-1a ¿Afectaría esto el agua del planeta? Argumenta tu respuesta.	P-1b ¿Afectaría a los seres vivos? Argumenta tu respuesta.	P-2a ¿Crees que este aumento en la temperatura puede afectar el agua de la tierra? Justifica tu respuesta.	P-2b ¿Crees que esto afecta de alguna manera a los seres vivos? Explica tu respuesta.	Asertos
Casos					
C1	Sí, porque si la temperatura fuese más baja, el agua se congelaría y si la temperatura fuese más alta el agua se evaporaría.	Si, ya que tendrían que adaptarse a la temperatura.	Sí, podría llegar a extremos y evaporarse en unos cuantos años.	Sí, tendrían que adaptarse a los cambios climáticos.	El Caso 1 establece relación entre distancia al sol, temperatura, permanencia de agua líquida y condiciones para la vida en la Tierra.
C2	Claro que sí, las distancias que tienen los planetas con el sol influyen mucho en su temperatura, porque	A los seres vivos los afectaría en su ambiente debido a que los recursos de la tierra	Sí, porque en el momento en que el calentamiento es cada vez más alto y los rayos del sol más	Sí, todo se relaciona con la temperatura y el ambiente de esta manera se afecta el agua, afecta el	



	<p>gracias a estas se definen si son calientes o frías (clima) debido a eso sabemos si sería posible que el agua durará, porque si es caliente se evaporaría y si es fría se congelaría.</p>	<p>podrían usurparse o desaparecer según su temperatura y también los afectaría en su temperatura corporal debido a la temperatura del ambiente.</p>	<p>fuertes llegan al agua y la evaporan en el caso de los rayos, y los contaminan en el caso de los combustibles fósiles.</p>	<p>alimento, el suelo y la producción de cosas sumamente importantes para nosotros.</p>	<p>líquida como factores que pueden afectar las fuentes de energía de los seres vivos.</p>
C3	<p>Me parece que sí, ya que digamos que si estuviera la tierra más cerca del sol está aumentaría su temperatura y el agua, por ende, empezaría a escasear. En cambio si estuviera más lejos del sol, yo diría que el agua podría llegar a congelarse por la falta de temperatura estable o se mantendría el agua normal.</p>	<p>Claro que sí, ya que todos los seres vivos dependemos de una fuerza vital o sea de algún líquido más que todo, como el agua. Y yo diría que si llegara a escasear no sólo los humanos empezamos a desaparecer sino también los animales, plantas... Porque además, de ellos dependemos</p>	<p>Diría que sí, ya que la Tierra tenía una temperatura inicial promedio de 15 grados centígrados y si ha ido aumentando, con ella el agua va a evaporarse y la Tierra se vuelve mucho más caliente.</p>	<p>Sí, porque digamos que eso también afectaría su temperatura corporal, y además el factor del agua, que iría evaporándose por el aumento de temperatura.</p>	<p>El caso 3 reconoce el agua líquida como un factor fundamental para la existencia de los seres vivos y relaciona su presencia con la distancia al sol.</p>



		nosotros.			
C4	Sí, sí estaría más cerca el agua se evaporaría y sufriríamos sequías hasta que al fin toda el agua se acabe y nos muriéramos por falta de este líquido primordial para la vida . Si estuviéramos más lejos del Sol el agua se encontraría en estado sólido como la hay otros planetas, se encontraría en hielo.	Afectaría totalmente a los seres vivos , en una parte no habría y en la otra las bajas temperaturas nos afectarían y el agua se mantendría en un estado sólido imposibilitando conseguirla, tal vez sí con un aparato pero temporalmente ya que se volvería a congelar.	Sí, el aumento de la temperatura afectaría el agua en la Tierra ocasionando que esta se evaporara, pero esta otra vez bajaría en la tierra por la lluvia, pero la actividad industrial y todos los humos negros han hecho que este proceso sufra leves cambios, pero si siguen así pronto en un futuro ocasionarán que la lluvia sea ácida .	Sí, esto afectaría demasiado los seres vivos ya que el papel que juega el agua en el organismo de los seres vivos es fundamental , además nuestro cuerpo está constituido en un 80% del agua y sigo insistiendo que el agua es fundamental para la supervivencia de los seres vivos.	El caso 4 expone reiteradamente que el agua es un líquido esencial para la existencia de los seres vivos y establece también la relación entre la distancia al sol y la permanencia de agua en estado líquido. El caso de igual manera reconoce que la actividad industrial está afectando los ciclos geoquímicos que permiten el desarrollo de vida en la Tierra.
Asertos	Los casos identifican la relación que hay entre la distancia al sol y la presencia de agua líquida en la Tierra y el caso 4 menciona esta relación como un factor indispensable para la vida.	Los casos coinciden en afirmar que la temperatura dependiente de la distancia al sol afecta a los seres vivos en la medida que condiciona la	Los casos argumentan que el aumento de la temperatura, debido a la actividad industrial y al uso de combustibles fósiles, afectan el ciclo normal del agua en la Tierra.	Los casos consideran que el aumento de temperatura tiene un impacto sobre los seres vivos en la medida que altera las condiciones normales del ambiente. El caso 2 reconoce que el	Los casos establecen una relación entre distancia al sol y temperatura ambiental con la presencia de agua líquida en la Tierra. Reconocen el agua como factor indispensable para la vida, de igual



		<p>presencia de agua líquida. El Caso 1 habla de la necesidad de adaptación frente a los cambios de temperatura y el Caso 3 prevé una posible desaparición de los seres vivos si llegara a escasear el agua.</p>		<p>cambio en la temperatura afecta el agua y con ella otros factores importantes para la vida.</p>	<p>manera Identifican como la alteración de estas condiciones puede afectar a los seres vivos.</p> <p>Por otra parte, los casos afirman que la acción antrópica como la actividad industrial y el uso de combustibles fósiles, afectan el ciclo normal del agua en la Tierra y en consecuencia alteran las condiciones normales del ambiente.</p>
--	--	--	--	--	---



Pregunta	P 3 Kasting (2010), se cuestiona: “¿Por qué es Venus demasiado caliente, Marte demasiado frío, mientras que la Tierra es la correcta para la vida? (...) La respuesta obvia a esta pregunta es que Venus se formó demasiado cerca del Sol, Marte se formó demasiado lejos, mientras que la Tierra se formó en la distancia justa” que permite la existencia de agua líquida.	Asertos
Casos	¿Crees que este conocimiento podría servirle a la humanidad para decidirse a cuidar la Tierra? ¿Por qué?	
C1	Sí, ya que la gente verá lo privilegiados que somos y que la tierra es el único planeta con tales condiciones para la vida.	Este caso considera el conocimiento sobre las condiciones que permiten la existencia de agua líquida en la Tierra ayudaría a la gente a valorar la Tierra como un lugar único y privilegiado para la vida.
C2	Si, en lo absoluto porque al investigar y salir de la ignorancia podrían usurparles de un pensamiento tan inconsciente y así podrían darse cuenta que somos afortunados al tener el planeta Tierra como lugar de vida y con tan espléndidas características para posibilitar la vida de seres vivos.	El caso considera que conocer las condiciones que hacen posible la vida en la Tierra nos ayudará a ser más conscientes de lo afortunados que somos al habitar un Planeta con tales características. “somos afortunados al tener el planeta Tierra como lugar de vida y con tan espléndidas características para posibilitar la vida de seres vivos”.
C3	Claro, ya que se supone y dicen allí que la tierra está como que en la posición correcta, ideal en donde todo mantiene un equilibrio, y tanto su temperatura como su distancia al sol es correcta ya que no estamos ni muy lejos, ni muy cerca del Sol, y por ende su temperatura no es muy elevada ni muy baja, mantiene una estabilidad y permite la creación y mantenimiento de vida en el planeta. Y si se supone que es la parte ideal de estar en un planeta para su estabilidad, no deberíamos dejar que se	El caso cree que el conocimiento acerca de las condiciones que permiten la presencia de agua líquida en la Tierra debería suscitar actitudes de preservación y cuidado.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

	contamine y acabarla; antes de ayudar a mantenerla y cuidar de ella.	
	Sí, porque para que las personas se den cuenta de que nuestro planeta hasta ahora tiene unas características únicas que se deben preservar y lastimosamente la gente puede morir sin saber cómo reciclar , o como tener un buen cuidado de agua , es triste saber que las personas no son conscientes del daño que le hacen al planeta.	El caso establece una relación entre el conocimiento entre las características que posee la Tierra para sustentar vida y las acciones que se pueden emprender para preservar estas características.
Asertos		Los casos consideran que el conocimiento sobre las condiciones que permiten la existencia de agua líquida en la Tierra ayudaría a las personas a valorar dichas condiciones y a comprometerse con actitudes de preservación y cuidado desde un sentimiento de admiración.

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



Matriz de análisis de datos instrumento 2-B

Objetivo: Identificar los modelos explicativos de los casos en cuanto a la relación de dependencia que establecen entre la vida y la presencia de CO₂, asumiendo esta última como una condición que permite la vida en un planeta.

Categoría: Reconocimiento de las condiciones que permiten la vida en un planeta y su importancia.

Subcategoría: Concentración adecuada de CO₂ como condición que permite la vida en un planeta.

Casos Vs Matriz del instrumento 2-B

Casos Vs Matriz del instrumento 2-B							
	P1- El CO ₂ es uno de los gases efecto invernadero que retiene parte de la radiación solar. Debido a esto en las noches a pesar de no recibir radiación solar, por una de sus caras, la Tierra mantiene una temperatura estable.		P3 - Según Kasting (1993) en escalas largas de tiempo, la concentración de CO ₂ en la atmósfera de la Tierra ha sido controlada por un proceso conocido como ciclo carbonato-silicato, el cual permite la estabilidad del clima. Sin embargo, como se observa en la gráfica anterior la concentración de CO ₂ ha incrementado en el último siglo (1993).				
Preg.	P-1	P-2	P-3	P-4a	P-4b	P-4c	Asertos
Casos	Teniendo en cuenta lo anterior imagina que se elimina todo el CO ₂ del planeta. ¿Sucedería algo con la vida en la Tierra? *Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Explica tu respuesta.	Observa la siguiente gráfica. ¿Encuentras alguna relación entre el incremento de CO ₂ y la temperatura terrestre? *SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Expón tus argumentos.	¿A qué factores crees que se debe ese aumento?	¿Crees que la tala de árboles afecta las concentraciones de O ₂ y CO ₂ en la atmósfera? *Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Explica tu respuesta.	¿Crees que esto afecta a los seres vivos? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Explica tu respuesta.	¿Crees que esto podría afectar de alguna manera a los seres humanos? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Explica tu respuesta.	
C1	Sí , ya que si el CO ₂ retiene	No , si el CO ₂ es uno de los que retienen la	*La tala de árboles. *La	Sí , ya que en la tala de árboles estamos	Sí , ya que la mayoría de los seres vivos	Sí , ya que nosotros los seres humanos	El Caso reconoce las plantas como



	parte de la radiación, si se elimina, toda la radiación solar se dirigirá al planeta y podría afectar la vida que se lleva en el planeta.	radiación solar no veo por qué su aumento haga que la temperatura aumente. Es más está tendría que bajar si el CO ₂ , quien la retiene, aumenta.	sobrepoblación humana. *La contaminación.	perdiendo a quienes transforman el CO₂ en oxígeno y si no tenemos esos “convertidores” el CO ₂ seguirá así o aumentará y las concentraciones de O ₂ disminuirán considerablemente.	consumen oxígeno y si éste va desapareciendo por ende los seres vivos también.	necesitamos el O ₂ para nuestra supervivencia y si desaparece y tal vez nosotros también.	reguladoras de CO ₂ y O ₂ ; considera además que este proceso de regulación permite la existencia de otros seres vivos. Factores de aumento de CO ₂ : *La tala de árboles. *La sobrepoblación humana. *La contaminación.
C2	Sí, El efecto invernadero afecta el planeta porque produce el calentamiento global este ha	Sí, El dióxido de carbono tiene relación con el ambiente o sea la temperatura terrestre. El aumento de CO₂ produce el calentamiento es decir el	En el texto incluye en el beneficio del CO ₂ pero viendo de manera perjudicial los factores que afectan el aumento	Sí, Los árboles son plantas es por esto que creo, que en la fotosíntesis se bota O₂ e ingresa CO₂ necesario para el equilibrio de la temperatura terrestre y O₂ es	Sí, Porque si no hay árboles no hay CO₂ y O₂ necesarios para mantener todo el equilibrio del planeta, en los seres vivos afectaría en todo, la temperatura	En la respiración por el O ₂ y nuevamente en la cosecha de frutos porque gracias a la temperatura terrestre se pueden	El caso reconoce que el CO ₂ influye en el equilibrio de la temperatura terrestre y es consciente que un aumento del mismo puede ser perjudicial para



	<p>realizado unos cambios en el ambiente y los seres vivos sufren las consecuencias. El CO₂ es uno de los gases de invernadero o si desapareciera, el ambiente sería menos perjudicial en los seres vivos y esto incluye su supervivencia y la del ecosistema.</p>	<p>aumento de la temperatura. Entonces esta es una relación que no solamente perjudica la temperatura, también es beneficiosa porque el CO₂ influye en el equilibrio de la temperatura terrestre.</p>	<p>son: *las fábricas *En la descomposición de las basuras. *Los motores o automotores.</p>	<p>necesario para la respiración.</p>	<p>podría ser fría (demasiado) y no permitiría la cosecha y el O₂ para respirar.</p>	<p>cosechar ciertas cosas necesarios para nuestra alimentación. Sería lo mismo que le pasaría a los seres vivos porque nosotros somos seres vivos y tendríamos condiciones en común para la vida.</p>	<p>la vida. Identifica a las plantas como reguladoras de CO₂ y O₂ necesarios en los procesos de respiración de muchos seres vivos. El caso expone que el aumento en las concentraciones de Co₂ se debe a: -Las fábricas -La descomposición de las basuras. -Los motores o automotores.</p>
C3	Sí, porque se supone	Sí, ya que aunque el CO ₂	Yo diría que la	Sí, porque los árboles son	Sí, porque ellos también	Sí, ya que nosotros	El caso reconoce una relación



	<p>que si este gas CO₂ mantiene un equilibrio en la temperatura a de noche aunque no reciba sol, entonces si llegará a no existir diría yo que la temperatura a colapsaría y empezaría un caos... Por ejemplo yo diría que un factor muy importante sería el que la</p>	<p>es un gas que ayuda a regular la temperatura el aumento de este puede llegar a afectar en cierto modo la estabilidad de la temperatura. Pero me genera la duda de si el CO₂ se supone que es un gas que ayuda a regular la temperatura, aún en ausencia del sol me parecería que si aumenta no debería afectar mucho el aumento de la temperatura.</p>	<p>actividad industrial, en fábricas y también en la producción de combustibles para hacer uso de ellos en los automóviles. Y como todo esto va generando unos gases dañinos me parece que el CO₂ va aumentando y afectando la atmósfera y la temperatura.</p>	<p>plantas y las plantas producen oxígeno, y si no estoy mal ellas en vez de usar el CO₂ como nosotros los humanos, ellas lo inhalan y lo convierten en O₂ y el O₂ lo inhalamos nosotros para poder respirar y mantenernos con vida.</p>	<p>dependen del oxígeno, y pues los árboles también son seres vivos que dependen de que todos los procesos se lleven a cabo correctamente, Y que todos los gases cumplan con su función.</p>	<p>dependemos de un factor que producen las plantas en general, qué es el oxígeno, y si los árboles, que son plantas, son talados, con ellos se va yendo ese gas primordial, diría yo.</p>	<p>entre las concentraciones de CO₂ y la temperatura. Este factor contribuye a la regulación y estabilidad, permitiendo de esta manera la existencia de vida. Establece relaciones de dependencia entre las actividades de las plantas como productoras de O₂ y sumideros de CO₂ con las posibilidades de vida para los seres humanos.</p>
--	--	--	---	---	--	--	---



	temperatura podría estar muy por encima de la normal o llegaría extremos de frío jamás vistos.						
C4	Por ahora no puedo elegir entre sí o no, ya que éste es sólo uno de los gases que producen el efecto invernadero o gases o sea en plural; aunque mayoritariamente creo que el	Sí , que el CO ₂ ha ido aumentando igual que la temperatura, en el último siglo se han mantenido casi iguales con una mínima diferencia en la que la temperatura es mayor que la concentración de CO ₂ , ya que el CO ₂ puede alterar muchos	Creo que este aumento se debe a la acción de los humanos, porque yo creo que puede controlar ese ciclo del carbonato silicato, pero quién va a controlar el humo producido por las industrias, el mismo que	Sí , es obvio que sí afecta, porque la mínima variación en un ecosistema puede afectar todo éste, con la tala de árboles estos van reduciendo el proceso del reciclaje del CO ₂ y va disminuyendo el proceso en que se libera el oxígeno haciendo una diferencia notable en el aumento de	Sí , sí nos afecta es como si a un pez se le sacará fuera del agua, se muere; el mismo destino tendríamos nosotros que alguna vez nos llegara a faltar el oxígeno; y como en su mayoría todos los seres vivos respiran O ₂ , no solo se conocería el fin de la especie humana,	Sí , como ya dije en las palabras anteriores se conocería el fin de la especie humana, ya que este gas es vital para poder respirar, y qué pasa si no respiramos, nos morimos y nuestra especie se iría disminuyendo	El caso establece una relación entre aumento en las concentraciones de CO ₂ y el aumento de temperatura. Además, se cuestiona sobre el impacto de las acciones humanas en las concentraciones de CO ₂ ; se pregunta sobre el control de los factores que lo



	<p>efecto invernadero o está compuesto en la mayor parte de dióxido de carbono, pero es que si solamente sería eso, el ambiente presentaría cambios favorables, pero como también hay otros gases en la composición de este fenómeno llamado efecto invernadero, creo que otro lo</p>	<p>factores incluyendo en este la temperatura.</p>	<p>sale de los autobuses y automotores, quién está llevando la cuenta de cuántos árboles se talan y se vuelven a sembrar, factores como estos han incrementado o la concentración del CO₂.</p>	<p>CO₂ y cómo va disminuyendo el O₂.</p>	<p>sino de todo organismo que necesita o respira, oxígeno, fundamental para su supervivencia.</p>	<p>poco a poco, para luego su total extinción; Además no estoy segura o no conozco otro gas que podría reemplazar a este, tomando su lugar como fundamental para nuestra supervivencia, pero si no, es un adiós a todo lo que conocemos.</p>	<p>incrementan y de las acciones para mitigarlo. Establece una relación de dependencia entre las plantas y los demás factores de un ecosistema, entre ellos las concentraciones de CO₂ y Oxígeno, cuando afirma: “porque la mínima variación en un ecosistema puede afectar todo esté, con la tala de árboles estos van reduciendo el proceso del reciclaje del CO₂ y va disminuyendo el proceso en que</p>
--	---	--	---	--	---	--	--



	reemplazaría ya sea más dañino o de menor grado.						se libera el oxígeno”. El caso reconoce, asimismo, el O ₂ como un gas fundamental para la existencia de seres vivos.
Asertos	Los casos reconocen la influencia de las concentraciones de CO ₂ en la temperatura terrestre. Los casos 2 y 3 se refieren al CO ₂ como un gas perjudicial, no logran identificar, en un	Los casos 1, 2 y 4 reconocen que el CO ₂ influye en el equilibrio de la temperatura, y si se alteran sus concentraciones se altera el clima. El caso 4 en particular establece una relación de proporcionalidad entre el aumento de temperatura y el incremento en las	Los casos plantean que los factores que producen incremento en las concentraciones de CO ₂ son: La tala de árboles, la, sobrepoblación humana, la contaminación industrial y el uso de combustibles para	Los Casos coinciden en que la tala de árboles genera un desequilibrio en las concentraciones de CO ₂ y O ₂ pues reconocen a las plantas como reguladores de estos gases. Los casos 2 y 4 relacionan la tala de árboles con el incremento de la T° debido a que disminuyen los sumideros de	Los casos establecen relaciones de dependencia entre las plantas y concentraciones de CO ₂ y O ₂ . El caso 2 afirma que la tala de árboles influye en estas concentraciones afectando la temperatura y disponibilidad de oxígeno para los seres vivos.	Los casos reconocen la dependencia entre plantas concentraciones de oxígeno y posibilidades de vida para los seres humanos. El caso 2 identifica que muchos organismos incluidos los seres humanos requieren unas condiciones comunes para la vida.	Los Casos coinciden en afirmar que la tala de árboles genera desequilibrio en las concentraciones de CO ₂ afectando la temperatura terrestre y por tanto el equilibrio climático. Reconocen las plantas como agentes reguladores de



	<p>primer momento, su papel dentro de la regulación del clima. Los casos 1 y 3 por su parte reconocen el papel del CO₂ en el equilibrio del clima en la Tierra.</p>	<p>concentraciones de CO₂. El Caso 1 piensa que el CO₂ impide la entrada de radiación solar a la Tierra y por eso manifiesta que no comprende por qué el CO₂ influye en el aumento de T°.</p>	<p>automotores, descomposición de las basuras. El caso 4 hace énfasis en que el incremento de las concentraciones de CO₂ se debe a la acción antrópica.</p>	<p>CO₂. El caso 4 parece tener una visión sistémica cuando afirma: “la mínima variación en un ecosistema puede afectar todo esté”.</p>	<p>Los casos reconocen que la tala de árboles provoca cambios en las concentraciones de oxígeno. Dichos cambios afectan las posibilidades de vida de los organismos que dependen de este gas.</p>	<p>Los casos argumentan que la tala de árboles reduce la cantidad de oxígeno necesario para la respiración de los seres humanos y en consecuencia a largo plazo se podría llegar a la extinción de la especie.</p>	<p>CO₂ y O₂ que permiten además disponibilidad de oxígeno para otros seres vivos.</p> <p>Los casos plantean que los factores que producen incremento en las concentraciones de CO₂ son: La tala de árboles, la sobrepoblación humana, la contaminación industrial y el uso de combustibles para automotores, descomposición de las basuras. *Se identifica en las respuestas de</p>
--	--	--	--	---	---	--	--



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

							los casos 1, 2 y 4 que asumen el CO ₂ como un gas perjudicial. Se requiere avanzar en la comprensión del papel del CO ₂ en la regulación del clima.
--	--	--	--	--	--	--	---

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Matriz de análisis de datos instrumento 3-A: Actitudes

Facultad de Educación **Objetivo:** Identificar la relación que establecen los casos entre el conocimiento sobre las condiciones que permiten la vida en la Tierra y las actitudes del ser humano.

Categoría: Relación entre el conocimiento de las condiciones que permiten la vida y las actitudes del ser humano.

	1. El ser humano a lo largo de la historia se ha preguntado acerca de su ubicación en el universo y ha emprendido diversas exploraciones espaciales en busca de vida fuera de la Tierra. Teniendo presente lo anterior:			
Preg Casos	P-1a a. ¿Por qué crees que hasta ahora no se ha encontrado vida en otros planetas?	P-1b De las siguientes palabras o frases selecciona aquellas que describen mejor lo que sientes al pensar en la capacidad hasta ahora única que tiene la Tierra para sustentar la vida:	P-1b Explica la razón de tu elección:	Asertos
C1	No se tiene la suficiente tecnología como para emprender un largo viaje de miles de millones de años luz hacia otro lugar o en busca de un lugar con vida o que se pueda habitar.	*Curiosidad	Me parece muy curioso que un planeta, un lugar que tiene sus límites siga proporcionándonos tanto como el agua que es una prioridad para vivir, y que estemos en la distancia exacta con relación al sol para que se de la vida.	El caso 1 parece pensar que las probabilidades de encontrar vida en el entorno cercano a la Tierra son bajas. La búsqueda de vida en otros lugares del universo está condicionada por la tecnología disponible y las distancias. Le causa curiosidad el hecho de que la Tierra siendo un lugar con bienes finitos nos siga proporcionando



				condiciones necesarias para la vida, como el agua y una distancia adecuada a la estrella.
C2	<p>Hasta ahora no ha encontrado vida en otro planeta, porque actualmente lo necesario requerido para las condiciones de vida no se han visto en ningún otro lugar. La Tierra es un lugar el cual tiene condiciones de vida inigualables, desde su temperatura por la cercanía al sol y sus recursos naturales como son el agua, aire, entre otros, estos son los que permiten la vida en este.</p>	<p>*Asombro *curiosidad</p>	<p>Las opciones por las cuales he optado son asombro y curiosidad, porque no todos los planetas del sistema solar tienen la capacidad para sustentar la vida y curiosidad por dar una explicación razonable acerca de cómo sucede y cuáles son los factores que permiten esta capacidad de sustentar la vida. Qué pasa con estos factores, cómo es que la Tierra tiene una ubicación tan beneficiosa para los seres que habitan en ella, cómo fue su formación, cuándo sucedió, cómo podría desaparecer, cómo está actualmente, estas son preguntas curiosas que parten de -la vida en la tierra-.</p>	<p>El caso 2 evidencia que las condiciones favorables a la vida que posee la Tierra hasta ahora no se han encontrado en otros lugares. Le causa asombro que del sistema solar la Tierra sea, hasta el momento, el único planeta en el que se puede comprobar la existencia de vida. Además, expresa que le causa curiosidad saber más sobre algunas cuestiones acerca de “cómo es que la Tierra tiene una ubicación tan beneficiosa para los seres que habitan en ella, cómo fue su formación, cuándo sucedió, cómo podría desaparecer, cómo está actualmente”.</p>
C3				



<p>C4</p>	<p>Yo creo que no se ha encontrado vida en otros planetas porque en estos no se ha dado la posibilidad de albergar vida porque no reúnen las características suficientes que necesitan los ecosistemas para poder sustentarse en un medio, Así que nuestro planeta aún sigue siendo único, porque por ahora no se ha encontrado otro que lo iguale.</p>	<p>*Admiración. *Sentido de pertenencia. *asombro. *curiosidad</p>	<p>Me asombra que nuestro planeta hasta ahora es el único que tiene la posibilidad de albergar vida, de tantos en los que se ha buscado y se han explorado, aún posee sus características únicas que lo diferencia entre los demás, Pero ¿por qué será? porque todavía no hay otros planetas que tengan dicha posibilidad, a veces creo que esto no se trata de buscar otros planetas que poblar e ir destruyendo poco a poco, sino de aprender. Aprender a valorar y cuidar lo que tenemos, pero hasta que nuestra especie no esté al borde de la extinción no comprenderá que sólo tenemos una opción aprender o aprender, pero, ¿aprender a qué? aprender a cuidar lo que tenemos.</p>	<p>El caso 4 reconoce que para la existencia de vida es necesario que interactúen una serie de características suficientes para el sustento de los ecosistemas y estas características hasta ahora se han evidenciado únicamente en la Tierra, lo cual le causa asombro. En este sentido, el caso hace una llamado a aprender a valorar y a cuidar estas posibilidades de vida que ofrece la Tierra.</p>
<p>Asertos</p>	<p>El caso uno expone que actualmente no se tiene la suficiente tecnología para viajar a miles de millones de años luz y poder explorar</p>	<p>Los casos manifiestan que al pensar en la capacidad hasta ahora única que tiene la Tierra para sustentar la vida les</p>	<p>Los casos sienten curiosidad de que la Tierra siendo un planeta con bienes limitados, siga proporcionándonos factores necesarios para la</p>	<p>Los casos manifiestan que al pensar en la capacidad hasta ahora única que tiene la Tierra para sustentar la vida les surgen sentimientos de curiosidad, asombro, sentido de</p>



	<p>otros planetas habitables. El caso 2 y 4 plantean que hasta ahora no se ha visto un planeta, aparte de la Tierra, que reúna las características suficientes para la existencia de los ecosistemas.</p> <p>Los casos se refieren a la Tierra como un lugar de “condiciones de vida inigualables” que hasta ahora lo hacen “único” por sus características.</p>	<p>surgen sentimientos de curiosidad, asombro, sentido de pertenencia y admiración.</p>	<p>vida como el agua. Y además causa asombro que se encuentre ubicada a la distancia justa al sol, entre otras condiciones que permiten la vida.</p> <p>El caso 4 por su parte hace una invitación de forma enfática a la acción responsable frente al cuidado de las condiciones que permiten la vida en la Tierra: “hasta que nuestra especie no esté al borde de la extinción no comprenderá que sólo tenemos una opción aprender o aprender, pero, ¿aprender a qué? aprender a cuidar lo que tenemos”.</p> <p>A partir del acercamiento al concepto de habitabilidad planetaria, el caso 2 muestra curiosidad por dar una explicación razonable a la forma en que se constituyeron las condiciones que permiten la vida en la Tierra y a cómo podrían desaparecer.</p>	<p>pertenencia y admiración.</p> <p>Los casos manifiestan curiosidad frente a cómo se dieron o cómo se mantienen las condiciones que permiten la vida en la Tierra.</p> <p>El caso 4 por su parte hace una invitación de forma enfática a la acción responsable frente al cuidado de las condiciones que permiten la vida en la Tierra: “hasta que nuestra especie no esté al borde de la extinción no comprenderá que sólo tenemos una opción aprender o aprender, pero, ¿aprender a qué? aprender a cuidar lo que tenemos”.</p> <p>Tener en cuenta citar en los hallazgos los planteamientos del caso 2.</p>
--	--	---	--	---



Matriz de análisis de datos instrumento 3-A: Acciones

Objetivos: Comprender la relación que establecen los casos entre conocimiento sobre las condiciones que permiten la vida en la Tierra y sus acciones.

Categoría: Relación entre el conocimiento de las condiciones que permiten la vida y las acciones del ser humano.

		1. Vídeo de Carl Sagan: Un punto azul en el universo.		
Preg.	Casos	P-1a	P-1b	Asertos
		¿Qué te hace pensar lo que acabas de ver en relación con las acciones del ser humano frente al cuidado de la vida en la Tierra?	¿Crees que los seres humanos con sus acciones podrían alterar el equilibrio que permite la existencia de vida en la Tierra? Sí ___ No ___ Explica tu respuesta	
C1	Creo que los seres humanos no se han percatado de los privilegiados que somos y que estamos destruyendo el único lugar donde podemos vivir.		Si, se nos ha dado la tierra, es el único lugar conocido donde hay vida o puede haber y al estarlo destruyendo no me sorprendería si en un futuro cercano se agota el oxígeno, se contamine tanto el planeta que ya no sea propicio para la vida humana animal y las plantas.	El caso 1 cree que a los seres humanos les falta conciencia frente a las condiciones de habitabilidad que tiene la Tierra y por esta razón sus acciones son irresponsables frente al cuidado de la vida.
C2	El ser humano se comporta ignorante ante el desperdicio y el mal que realiza en la Tierra., pareciera que no se enterara de la manera en que perjudica al planeta con su contaminación y guerras por un postulado momentáneo, es decir por un poder momentáneo.		Si, con la producción excesiva de CO2 alteran la temperatura terrestre y con ella el equilibrio de la vida no sería lo mismo, porque junto con el calentamiento global viene el “desgaste de las capas de ozono” las cuales nos protegen de	El caso afirma que el ser humano ignora y no se da cuenta del impacto de sus acciones sobre las condiciones de vida el planeta. Además, considera que las acciones humanas como la producción excesiva de CO2 han alterado el equilibrio que permite la



	<p>El cuidado de la vida en la Tierra no lo consideran; poco a poco destruye y contaminan el mundo y junto con él los seres vivos. Su misma forma de vida, las plantas se acaban y junto con ellas el oxígeno.</p>	<p>las radiaciones solares que como todos experimentamos son cada vez más fuertes, con ellas vendrían las enfermedades como el cáncer de piel. Estas acciones también podrían ser las bombas atómicas las cuales traen consecuencias como la alteración de los genes y la destrucción de una buena porción de la Tierra.</p>	<p>vida generando consecuencias dañinas que afectan a los seres vivos..</p>
C3			
C4	<p>Me hace pensar que somos muy desconsiderados, dañinos, que nos deleitamos ver como suceden las cosas, sin hacer nada para que estas no terminen en un caos, me hace ver la crueldad humana, aunque no creo que todos seamos así, pero a veces hacemos cosas inconscientemente afectando la vida de todo lo que nos rodea, pero a la vez haciendo mucho daño a nosotros mismos porque estamos destruyendo nuestro hogar, pero a la vez librando al resto del universo de uno de los mayores peligros, o tal vez en mayor peligro que ha visto el universo: Nosotros Mismos.</p>	<p>Si, los seres humanos hemos hecho mucho daño y tal vez algunas características no podríamos alterar, pero me preocupa una: el CO2, porque durante años hemos estado alterando la cantidad que hay de este gas y de otros muchos otros gases contaminantes y esto se llevaría consigo muchos otros factores, haciendo un notable desequilibrio en el medio, alterando el ecosistema, a la vez alterando nuestro modo de vida, ocasionando un bajón enorme en nuestra calidad de vida.</p>	<p>El caso 4 tiene califica a algunos seres humanos de desconsiderados, dañinos crueles y peligrosos pues con sus acciones alteran las condiciones de habitabilidad de la Tierra. Plantea que las acciones irresponsables del ser humano, debido a su inconsciencia, afectan los ecosistemas y por tanto a él mismo, al respecto afirma que: “a veces hacemos cosas inconscientemente afectando la vida de todo lo que nos rodea, pero a la vez haciendo mucho daño a nosotros mismos porque estamos destruyendo nuestro hogar”.</p>



<p>Asertos</p>	<p>Los casos expresan que el ser humano, ante las condiciones que permiten la vida en la Tierra, en muchas ocasiones actúa inconscientemente o de forma ignorante causando daños al hábitat que compartimos con los otros seres vivos.</p> <p>El caso 2 lo expresa en los siguientes términos: “El ser humano se comporta ignorante ante el desperdicio y el mal que realiza en la Tierra, pareciera que no se enterara de la manera en que perjudica al planeta con su contaminación y guerras”. El Caso 4 considera además que los seres humanos “hacemos cosas inconscientemente afectando la vida de todo lo que nos rodea, pero a la vez haciendo mucho daño a nosotros mismos porque estamos destruyendo nuestro hogar”.</p> <p>Además en el discurso de los casos sobresalen actitudes de sentido de pertenencia y privilegio por las condiciones que ofrece la Tierra para la vida.</p>	<p>Los casos reconocen la incoherencia entre el conocimiento de la Tierra como el único lugar conocido para sustentar vida y las acciones irresponsables del ser humano que ponen en peligro sus condiciones de habitabilidad para el futuro.</p> <p>Los casos identifican que para la existencia de vida se deben presentar unas condiciones de equilibrio en los ecosistemas y los seres humanos lo hemos estado alterando poniendo en peligro a muchas especies y la misma calidad de vida humana.</p>	<p>Los casos reconocen las condiciones de habitabilidad, hasta ahora únicas, que posee la Tierra y la alteración de las mismas que ha estado causando el ser humano. Afirman que sus acciones inconscientes e irresponsables ponen en peligro la continuidad de estas condiciones en un futuro.</p>
-----------------------	---	---	---



Matriz de análisis de datos instrumento 3-B: Acciones

3. Después de ver la película Wall-e comenta:						
Pregunta	P 3-a	P3-b	P3-c	P3-d	4. Si alguien te pide explicación sobre por qué es importante reciclar, sembrar árboles y utilizar energías alternativas que preserven el equilibrio ambiental ¿Qué le dirías?	Asertos
Casos	<p>¿Crees que existen posibilidades de que lo que ocurre en el film le suceda a la Tierra? Si ___ No ___ Explica.</p> <p>Pregunta modificada para las actividades ¿Crees que la Tierra podría llegar a perder sus condiciones de habitabilidad como sucede en la película?</p>	<p>¿Por qué crees que los seres humanos le dieron tanta importancia a la última planta que quedaba?</p>	<p>En la película Wall-e los seres humanos no previeron lo que sucedería si seguían aprovechándose de las plantas, pensando que eran un recurso inagotable. ¿Estás dispuesta a comprometerte para que esto no suceda en la Tierra? Si ___ No ___ ¿Cómo?</p>	<p>¿Crees que el ser humano puede vivir por largos periodos de tiempo, en una nave espacial con condiciones que permitan la vida, Sí ___ No ___</p> <p>¿De dónde extraería los recursos para vivir como el agua, el alimento y el O2?</p>		
C1	<p>Si, con todo el daño que le estamos haciendo al planeta es posible que lleguemos a tales extremos como los que se muestra en la película.</p>	<p>Porque era la demostración que en la tierra puede haber vida, y era habitable para los humanos.</p>	<p>Sí, concientizando a los de mi alrededor lo importante que son las plantas para nuestra supervivencia.</p>	<p>Sí, lo crearían todo científicamente.</p> <p>?</p>	<p>Le diría una sola cosa salvar el planeta.</p>	<p>El caso1 reconoce que las plantas desempeñan un papel fundamental para la vida humana y que las acciones antrópicas pueden alterar las condiciones de habitabilidad en la Tierra.</p>



<p>C2</p>	<p>No, pienso que podría haber falla durante el proceso de vida en una nave debido a que si viviéramos en el espacio no tendríamos alimentos necesarios que nos proporcionan fibra y carbohidratos, entre otros. También en la película nos muestran algo parecido de las consecuencias del sedentarismo en nosotros los humanos.</p>	<p>Porque gracias a esta podrían regresar a la tierra para así cambiar su modo de vida el cual era muy monótono y sedentario, durante la película el capitán quería ir a ver la tierra porque al darse cuenta de que la vida era sustentable se convenció de volver a casa.</p>	<p>Sí, plantando cada vez más y ayudando con la no contaminación al planeta Tierra; pienso que podría realizar un proyecto para animar personas a recoger los residuos y clasificarlos para así ayudar a la Tierra y sus recursos.</p>	<p>No, porque sería muy difícil tener reservas de agua, alimento y O2. La Tierra tiene muy buenas capacidades de sustentar la vida y para que esto perdure nosotros debemos contribuir al medio ambiente.</p>	<p>Mi respuesta sería relacionada a lo que está sucediendo en este momento qué es el calentamiento global. Es importante reciclar, sembrar árboles y utilizar energías alternativas no tanto destructivas para el planeta porque debemos preservar las condiciones de vida que hay actualmente en la tierra las cuales no son muy comunes en los otros planetas de nuestro Sistema Solar como lo son la temperatura, por el agua, por la</p>	<p>El caso 2 reconoce a la Tierra como el lugar que posee los factores que permiten la vida humana a largo plazo. En este sentido identifica que las plantas cumplen un papel esencial y argumenta que es importante comprometerse con acciones como sembrar árboles y utilizar energías alternativas para preservar las condiciones de vida que tiene la Tierra actualmente.</p>
-----------	---	--	---	---	---	---



					tierra (suelo fértil) entre otros.	
C3	<p>Sí, ya que podríamos llegar a hacerle tanto daño a la tierra que tendríamos que abandonarla. Y esta película es una inspiración para todos a que cuidemos nuestro planeta ya que podríamos llegar a tal extremo de casi acabar el planeta.</p>	<p>Porque era su última esperanza de poder encontrar la manera de volver a la Tierra, y empezar de nuevo una vida sana y sin y sin tantas cosas superficiales, y le encontraron el valor de vida, porque esa planta les enseñó el verdadero significado de la vida.</p>	<p>Sí, tratando de crear conciencia y para eso hay que alentar a la gente a tratar bien el planeta es la mejor alternativa que tenemos y la más sana y adecuada para todos.</p>	<p>Si, yo diría que las cosas así como el agua y el oxígeno sería el mismo espacio, y pues lo relacionado con alimento no lo sé.</p> <p>?</p>	<p>Yo le diría que hoy en día hemos estado gastando todos los recursos que nos brinda la madre Tierra o bueno el mismo ambiente creyendo que son infinitos... Que jamás se agotarán. Pero lo cierto es que sí sabemos cómo reutilizar lo que ya no necesitamos, ese reciclaje se convierte en algo provechoso para todos y así no sólo gastamos, sino que volvemos a utilizar una parte</p>	<p>El caso 3 reconoce el daño que causa el ser humano a la Tierra y la necesidad de cambiar hacia un estilo de vida más responsable frente al ambiente. El caso está dispuesto a comprometerse en acciones que contribuyan a crear conciencia y a alentar a la gente a cuidar el planeta. La razón que da para cuidar las condiciones de habitabilidad de la Tierra es que lograríamos disminuir la sobreexplotación de los bienes que ella ofrece.</p>



					de lo que ya habíamos utilizado.	
C4	<p>Sí, yo creo que sí es posible que la Tierra quede devastada por el mal cuidado que los seres humanos le propician a esta y el mal desechamiento de los residuos y que si no se genera un cambio será inminente la destrucción y el acabamiento de los recursos naturales limitando la vida en el planeta.</p>	<p>Ellos le dieron mucha importancia porque además de ser la última planta era necesaria para volver al planeta Tierra y poder volver a recolonizar la Tierra y tratar de volver a hacer habitable de nuevo la Tierra, aunque ya lo era porque la planta lo demostraba, pero ellos querían</p>	<p>Si, haciendo lo posible para evitar dañar el medio ambiente, evitar desperdiciar agua y el resto de recursos naturales que nos brinda la tierra, reciclar, sembrar árboles y reutilizar lo que pueda para evitar el mal desaprovechamiento de los recursos que aún tenemos.</p>	<p>No creo porque hasta ahora el planeta Tierra es único porque tiene todas las características que hace que se pueda sustentar la vida y si el planeta perdiera estas características ¿de dónde las obtendríamos?; Pero si el planeta todavía tendría sus características las podríamos obtener de la Tierra, pero para desarrollar una tecnología así tendría que pasar mucho</p>	<p>Que sus cuidados son importantes para preservar un equilibrio que posibilite la vida en la Tierra y eso se lo debemos a la Tierra porque además que es nuestro hogar nos ha dado los recursos necesarios para vivir, además de que nosotros somos los que más le hemos hecho daño a la Tierra, que la tierra estaría mejor sin nosotros y debemos cambiar ese aspecto.</p>	<p>El caso 4 resalta la necesidad de generar un cambio para preservar los recursos y está dispuesta a llevar un estilo de vida que contribuya al cuidado de las condiciones de habitabilidad del planeta.</p> <p>El caso expone que es importante que las personas se comprometan con acciones responsables frente al planeta ya que esto ayudará a preservar la vida en la Tierra, a la cual califica como el hogar que nos da los bienes necesarios para vivir.</p>



		volver a su hogar y enmendar el error que ellos un día cometieron.		tiempo para poder reunir todas las características necesarias y encontrar una forma de extraerlas de la tierra y depositarlas en una nave.		
Asertos	Los casos reconocen que las acciones irresponsables del ser humano pueden deteriorar las condiciones de habitabilidad, limitando la existencia de vida.	Los casos relacionan la presencia de plantas con condiciones de habitabilidad para el ser humano.	Los casos están dispuestos a comprometerse con estrategias de concientización de otras personas sobre el cuidado de las condiciones de habitabilidad, a sembrar árboles, reciclar, no desperdiciar los bienes de la Tierra y reutilizar cuando sea posible.	Los casos 1 y 3 consideran que es posible recrear las condiciones de habitabilidad fuera de la Tierra, por el contrario los casos 2 y 4, afirman que esto no es posible puesto que la Tierra es el único planeta que hasta ahora la tierra provee	Los casos argumentan que es importante reciclar, sembrar árboles y utilizar energías alternativas que preserven el equilibrio ambiental para salvar el planeta, resolver el problema de calentamiento global y de sobreexplotación de los bienes de	Los casos identifican que las plantas son un factor primordial para la habitabilidad humana de un planeta. Además son conscientes de que las acciones antrópicas como la siembra de árboles, el reciclaje y el uso de energías alternativas pueden contribuir en la preservación de las condiciones que permiten la vida en la Tierra, por esto hacen



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

				las características que posibilitan la vida y resaltan la necesidad de cuidarlas.	la Tierra, así como preservar las condiciones de vida que tiene el planeta. El caso 3 quisiera hacer saber a los demás que sus cuidados son importantes para preservar el equilibrio que posibilita la vida.	un llamado a la acción a través de un proceso de concientización sobre el cuidado de la biósfera , reconociéndola como el hogar que nos brinda los bienes necesario para nuestra existencia.
--	--	--	--	---	--	---

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803