



RECONTEXTUALIZACIÓN DEL CONCEPTO DE HABITABILIDAD PLANETARIA DESDE UNA PERSPECTIVA AMBIENTAL

RECONTEXTUALIZAÇÃO DO CONCEITO DE HABITABILIDADE PLANETÁRIA SOB UMA PERSPECTIVA AMBIENTAL

RECONTEXTUALIZING THE CONCEPT OF PLANETARY HABITABILITY FROM AN ENVIRONMENTAL PERSPECTIVE

Jhon Daniel Pabón Rúa 1 ^{*} , Zayda Yaneth Sandoval Peña 2 ^{**} 
Yirsén Aguilar Mosquera 3 ^{***} 

Pabón, D.; Sandoval, Z.; Aguilar, Y. (2023). Recontextualización del concepto de habitabilidad planetaria desde una perspectiva ambiental. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, Número especial, v18, pp.1-12

Resumen

Se presentan algunos resultados de la investigación titulada: Recontextualización del concepto de Habitabilidad Planetaria a partir de un análisis histórico epistemológico de los planteamientos de J. Kasting. Se asumen los desafíos del mundo actual que señalan la necesidad de una enseñanza de las ciencias orientada a la formación de ciudadanos comprometidos ética y sociopolíticamente, sensibles 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. La investigación tuvo como objetivo recontextualizar el concepto de habitabilidad planetaria a partir de un análisis histórico epistemológico de los planteamientos J. Kasting. Se realizó un estudio con enfoque cualitativo mediante un estudio de caso con un grupo de estudiantes de básica secundaria. Se analizaron las relaciones entre el concepto de habitabilidad planetaria y la sensibilidad ambiental. Se tuvo en cuenta la emergencia de reflexiones y actitudes a partir del reconocimiento de condiciones que hacen posible la vida en el planeta, como la ubicación de la Tierra en el sistema solar y en la galaxia, la concentración adecuada de dióxido de carbono en la atmósfera y la importancia del estado del agua en estado líquido. Se encontró que la habitabilidad planetaria, por su entramado conceptual, ofrece elementos para la formación de ciudadanos sensibles ante el cuidado del ambiente, dado que permite reconocer el equilibrio necesario tanto a nivel astronómico como geológico para la existencia de vida en la Tierra y, en consecuencia, reflexionar

* Magister en Educación en Ciencias. Universidad de Antioquia, Colombia, jhon.pabon@udea.edu.co, dirección de ORCID. <https://orcid.org/0000-0001-5050-4125>

** Licenciada en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Universidad de Antioquia. Colombia. zayda.sandoval@udea.edu.co- ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5459-2676>

*** Magister en Educación en Ciencias. Universidad de Antioquia. Colombia. yirsén.aguilar@udea.edu.co- ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5159-7917>

acerca de las actitudes y acciones del ser humano frente a la preservación de dicho equilibrio. Los resultados dan cuenta de que la aproximación a este concepto favorece una comprensión sistémica del ambiente y la toma de conciencia sobre aquellas actividades antrópicas que pueden alterar las condiciones que sustentan la vida en el Planeta.

Palabras-Clave: Astronomía, habitabilidad planetaria, educación ambiental.

Abstract

Some results of the research entitled: Recontextualization of the concept of Planetary Habitability from a historical epistemological analysis of J. Kasting's approaches are presented. The challenges of today's world that point out the need for a science education oriented to the formation of ethically and socio-politically committed citizens, sensitive to environmental issues, capable of building new forms of relationship among human beings, with other forms of life and with nature in general, are assumed. The objective of the research was to recontextualize the concept of planetary habitability from a historical epistemological analysis of J. Kasting's approaches. A qualitative study was carried out through a case study with a group of high school students. The relationships between the concept of planetary habitability and environmental sensitivity were analyzed. The emergence of reflections and attitudes based on the recognition of conditions that make life on the planet possible, such as the location of the Earth in the solar system and in the galaxy, the adequate concentration of carbon dioxide in the atmosphere and the importance of the state of water in liquid form, were taken into account. It was found that planetary habitability, because of its conceptual framework, offers elements for the formation of citizens sensitive to the care of the environment, since it allows recognizing the necessary balance both at an astronomical and geological level for the existence of life on Earth and, consequently, reflecting on the attitudes and actions of human beings regarding the preservation of this balance. The results show that the approach to this concept favors a systemic understanding of the environment and awareness of those anthropic activities that can alter the conditions that sustain life on the planet.

Keywords: Astronomy, planetary habitability; environmental education.

Resumo

Apresentam-se alguns resultados da pesquisa intitulada: Recontextualização do conceito de Habitabilidade Planetária, a partir de uma análise histórico-epistemológica das abordagens de J. Kasting. Os desafios do mundo atual que apontam para a necessidade de uma educação científica orientada para a formação de cidadãos comprometidos ética e sociopoliticamente, sensíveis às problemáticas ambientais. Que sejam capazes de construir novas formas de relacionamento entre os seres humanos, com outras formas de vida e com a natureza em geral. A pesquisa teve como objetivo recontextualizar o conceito de habitabilidade planetária, tendo por base uma análise histórico-epistemológica das abordagens de J. Kasting. Um estudo qualitativo foi realizado através de uma avaliação de caso com um grupo de alunos do ensino médio. As relações entre o conceito de habitabilidade planetária e a sensibilidade ambiental

foram analisadas. Levou-se em conta a emergência do surgimento de reflexões e atitudes baseadas no reconhecimento de condições que tornam possível a vida no planeta, como a localização da Terra no sistema solar e na galáxia, a concentração adequada de dióxido de carbono na atmosfera e a importância do estado da água em seu estado líquido. Constatou-se que a habitabilidade planetária, devido a sua estrutura conceitual, oferece elementos para a formação de cidadãos sensíveis aos cuidados com o meio ambiente, já que lhes permite reconhecer o equilíbrio necessário, tanto a nível astronômico, quanto geológico para a existência da vida na Terra e, conseqüentemente, refletir sobre as atitudes e ações dos seres humanos em relação à preservação desse equilíbrio. Os resultados mostram que a abordagem deste conceito favorece uma compreensão sistêmica do meio ambiente e a conscientização das atividades antrópicas que podem alterar as condições que sustentam a vida no planeta.

Palavras-Chave: Astronomia, habitabilidade planetária; educação ambiental.

1. Introducción

Los procesos formativos tienen valor en la medida que contribuyen a que los estudiantes adquieran capacidades que permitan lograr un buen vivir. Autores como Hodson (2003), Lemke (2006), Gil y Vilches (2004), Pujol (2003) señalan la necesidad de una enseñanza de las ciencias orientada hacia la formación de ciudadanos comprometidos ética y sociopolíticamente, sensibles 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. Estos desafíos señalan la necesidad de una enseñanza de las ciencias contextualizada, que permita comprometerse con la toma de decisiones de manera crítica y responsable.

En la actual situación de emergencia planetaria, es necesario que la enseñanza de las ciencias desarrolle un sentido de pertenencia con la Tierra, que propicie actitudes de respeto y cuidado de la biósfera. Al respecto, 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 y ayudarles a pensar en futuras alternativas. Por tanto, es importante que los estudiantes sean conscientes de las condiciones que permiten la vida

en la Tierra y de las consecuencias 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).

Como tentativa para abordar estas situaciones, se plantea una recontextualización del concepto de habitabilidad planetaria, a partir de un análisis histórico epistemológico, por considerarlo un concepto potente en la generación de actitudes éticas y responsables ante el planeta.

Se presentan algunos resultados de la investigación titulada: Recontextualización del concepto de Habitabilidad Planetaria a partir de un análisis histórico epistemológico de los planteamientos de J. Kasting, la cual tuvo como propósito Recontextualizar el concepto de habitabilidad planetaria, para su enseñanza, a partir de un análisis histórico – epistemológico de los planteamientos de J. Kasting. Aquí se entiende la recontextualización como el proceso de situar en nuevo contexto los modos de significar y de proceder que hicieron posible las teorías y conceptos de la ciencia, a fin de construir nuevos sentidos y modos de significar.

Para este propósito se propicia un escenario de discusión alrededor de la habitabilidad planetaria que, a juicio de los investigadores, favorece el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y la toma de decisiones responsables e informadas cuando se establece relación con el ambiente. Se presentan relaciones entre el concepto de habitabilidad planetaria y la sensibilidad ambiental. Estas relaciones se establecen a partir del reconocimiento de las condiciones que hacen posible la vida en el planeta: la ubicación de la Tierra en el sistema solar y en la galaxia, la concentración adecuada de dióxido de carbono en la atmósfera y la importancia del estado líquido del agua.

Igualmente, se señala que, la habitabilidad planetaria, por su entramado conceptual, ofrece elementos para la formación de ciudadanos sensibles ante el cuidado del ambiente, dado que permite reconocer el equilibrio necesario tanto a nivel astronómico como geológico para la existencia de vida en la Tierra y, en consecuencia, reflexionar acerca de las actitudes y acciones del ser humano frente a la preservación del equilibrio. Los resultados dan cuenta de que la aproximación a este concepto favorece una comprensión sistémica del ambiente y la toma de conciencia sobre aquellas actividades antrópicas que pueden alterar las condiciones que sustentan la vida en el Planeta.

2. Marco de Referencia

Este marco se estructura a partir de algunos aspectos planteados por Kasting que hacen posible la vida en la Tierra: ubicación en la galaxia y en Sistema Solar, la importancia del estado líquido del agua, la masa de la Tierra, el Ciclo del carbono y, la habitabilidad planetaria y conciencia ambiental.

2.1 Recontextualización del concepto de habitabilidad planetaria desde la perspectiva de James Kasting

Kasting es un reconocido profesor de Geociencias en la Universidad Estatal de Pensilvania. Es experto en la evolución atmosférica planetaria y junto a la NASA

trabaja activamente en la búsqueda de planetas habitables fuera de nuestro sistema solar. 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. 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, emplea distintos modelos astronómicos y climáticos a fin de recrear condiciones y realizar predicciones que posteriormente son confrontadas a nivel experimental y observacional (Walker y Kasting, 1991; Kasting et al., 1993; Kasting, 2010).

Entre las condiciones clave para la vida en el planeta se destacan:

2.2 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, el no estar 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 y Brownlee, 2001, p. 60).

2.3 Ubicación en el Sistema Solar

En 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, 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.

2.4 El agua: requisito fundamental para la vida

Kasting (2010) hace una interesante descripción de las características del agua en la que destaca razones por las que la biología depende del agua líquida. Analiza su geometría molecular y 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.

Otra propiedad 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, para producir aumentos de temperatura se requiere más energía térmica. Esta propiedad del agua es uno de los factores que permiten un equilibrio térmico en nuestro planeta.

2.5 Masa del planeta

Un planeta habitable debe tener una corteza sólida y ser capaz de mantener agua gravitacionalmente (Huang, 1960). 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.

2.6 Ciclo del Carbono

El ciclo del carbono se divide en dos partes: el ciclo del carbono orgánico que regula las concentraciones de O₂ en la atmósfera (ciclo rápido) y el ciclo del carbonato silicato que regula el clima (ciclo lento); “el CO₂ 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 O₂ y exhalan CO₂. Las plantas son 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.

2.7 Habitabilidad planetaria y conciencia ambiental

Vivimos en un planeta que ofrece un ambiente ideal y hospitalario para la vida, no obstante, tenemos poca comprensión de los factores que la posibilitan o que la ponen en peligro. Por ejemplo, el proceso de industrialización causó 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.

3. Metodología

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

El interés de la investigación estuvo orientado a comprender la manera cómo se pueden vincular los saberes disciplinares con la vida de los estudiantes. En este contexto se pretendía 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. Como método se optó por el estudio de caso instrumental (Stake, 2010), puesto que el interés de los investigadores se centró en analizar los discursos de los casos, a fin de identificar sus modelos explicativos respecto a la relación del concepto de habitabilidad planetaria y la responsabilidad ambiental.

3.1 Recolección de la información

La investigación se llevó a cabo en la Institución Educativa San Juan Bosco del municipio de Medellín, Colombia. Se seleccionaron cuatro Casos (en adelante C) con edades que oscilaban entre los 12 y los 13 años. El proceso de recolección de la información se desarrolló en siete sesiones, cada una con una duración de dos horas. Las técnicas para recolectar la información fueron: entrevistas semiestructuradas, observación participante y talleres. Como instrumentos se utilizaron los protocolos de entrevistas, los diarios de campo, talleres prácticos y una guía de video foro.

3.2 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 párrafos y frases como unidades de análisis a fin de identificar las categorías tanto apriorísticas como emergentes.

3.3 Sistema de categorías

La identificación de las categorías (ver tabla 1), subcategorías e indicios, fue resultado del análisis documental y conceptual, el cual 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. Para dar cuenta de los propósitos de la investigación, se integró la información a partir del análisis categorial, lo que configuró un corpus coherente que reflejó lo que se denominó hallazgos (resultados). Las estrategias para lograr confiabilidad en el proceso de obtención de la información fueron los pilotajes del cuestionario y las entrevistas, así como la triangulación entre estamentos, instrumentos e investigadores.

Tabla 1. Categorías y subcategorías para el análisis de la información.

Categorías de análisis		
Apriorísticas	Subcategorías	Emergente
Reconocimiento de las condiciones que permiten la vida en un planeta y su importancia	La ubicación de la Tierra en el universo como una condición que limita el desarrollo de la vida en el planeta	Indicios de una visión sistémica de la vida en el universo
	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	
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

Categorías de análisis. **Fuente:** Los Autores.

4. Resultados

4.1 Condiciones que hacen a un planeta apto para la vida

En la búsqueda de planetas que puedan albergar vida, los científicos plantean interrogantes como: ¿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 et al., 2009, p. 183).

Es importante resaltar que los Casos (informantes) presentan algunas coincidencias con los planteamientos del teórico en cuanto a las características que debe tener un planeta para sustentar vida. En concordancia con los planteamientos de Kasting (2010), el C1, logra establecer una relación entre el hecho de que el planeta tenga agua en estado líquido y su posición respecto a la estrella que orbita. Sobre esto argumenta que es importante “ya que su posición 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 de dicha condición, cuando afirman: “usaremos la presencia de agua líquida como nuestro criterio de habitabilidad (...) nos referiremos a la región con agua líquida como Zona de Habitabilidad (HZ), reconociendo que no todos los planetas en esta región serían adecuados para hogares humanos” (Kasting et al., 1993, p. 109).

Por su parte, el C4 considera que el ser humano está alterando dichas condiciones e invita a ejercer actitudes de cuidado. Considera que, en un nuevo plante, la habitabilidad es el primer elemento que se

investiga 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). 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. En términos generales, se puede decir que entre las condiciones que hacen a un planeta apto para la vida, y que pueden relacionarse con las acciones ambientalmente responsables de los seres humanos, se destacan la ubicación y posición del planeta, la presencia de agua líquida en el planeta y las adecuadas concentraciones de dióxido de carbono para la regulación del clima planetario.

4.2 La ubicación del planeta en el universo: un factor clave para la existencia de vida

Para que un planeta sea habitable debe contar con la ubicación adecuada alrededor de la estrella y la galaxia. Al indagar sobre este aspecto, los participantes destacan la importancia de la zona en la que se encuentra la Tierra respecto a la galaxia, describiéndola como un lugar apropiado para el desarrollo de la vida. Al respecto dicen: “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.

En relación con la zona de habitabilidad galáctica el C3 afirma: “Me parece que nuestro Sistema Solar está como en la mejor parte de la galaxia” (C3). Lo anterior concuerda con 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)

En este sentido el C2 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 las 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 en el que, utilizando un termómetro y una lámpara de luz infrarroja se observaba la variación de la temperatura con la distancia. A partir de esta experiencia los participantes hicieron algunos análisis básicos que coinciden con estudios actuales en el tema. El C4, al hablar de la ubicación del planeta en el Sistema Solar como condición 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)

El conocimiento del lugar que ocupa la Tierra en el universo permitió a los casos ampliar el espectro de argumentos para dar cuenta de la existencia de vida en el planeta y establecer relaciones de interdependencia entre la posición de la Tierra, su estrella y la existencia de agua líquida.

4.3 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 requisitos. A partir de la presencia de agua 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 (Citado en Kasting, 2010). Con lo anterior estaba reconociendo que el agua líquida es de vital importancia para todas las formas de vida conocidas (Kasting, 2010).

Ante esto, C3 afirma:

...todos los seres vivos dependemos de una fuente vital o sea de algún líquido 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 C3 reconoce el agua como una necesidad común para los 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.

Los casos reconocen el agua como factor indispensable para la vida y también señalan que 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, se afecta el alimento, el suelo y la producción de cosas sumamente importantes para nosotros” (C2).

Esto cobra gran interés en la enseñanza de las ciencias sí, 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.

4.4 El ciclo del carbono y la regulación del clima terrestre

La atmósfera 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 se encuentran los llamados efecto invernadero. Si bien son varios los gases que proporcionan estabilidad térmica y que contribuyen a las condiciones de habitabilidad del planeta, en esta ocasión, la atención se centró 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.

Los Casos reconocen que las plantas desempeñan un papel importante como agentes reguladores de CO₂ y O₂. Especialmente, el C1 dice que con “la tala de árboles estamos perdiendo lo que transforma 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 C4 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 de liberación del oxígeno, haciendo una diferencia notable en el aumento de CO₂ y cómo va disminuyendo el O₂” (C4).

El CO₂ es un gas efecto invernadero, tiene una función como regulador del clima planetario al

retener parte de la radiación solar y proporcionar 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 directamente el clima de la Tierra. Sabemos que, por medio del ciclo orgánico del carbono, las plantas y los descomponedores contribuyen en la regulación de los niveles de CO₂ y O₂; sin embargo, el carbono tiene también un ciclo inorgánico, el cual es poco conocido, pese a desempeñar un papel fundamental en la estabilidad climática de la Tierra.

Según las consideraciones anteriores y a fin de propiciar actitudes y acciones responsables frente al ambiente, se hace necesario que las personas reconozcan el papel que desempeña el CO₂ como agente regulador del clima.

4.5 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 contradicciones, dado que en muchos casos ha faltado el proceso formativo que ofrezca al sujeto las herramientas necesarias para llevar a cabo de manera coherente aquellas ideas y convicciones que posee.

Una de estas herramientas es el conocimiento, en la medida que permite al ser humano fundamentar sus acciones y, por tanto, la capacidad de desenvolverse en la sociedad de forma coherente.

Es necesario reflexionar sobre el hecho de que hace millones de años la Tierra ha ofrecido las condiciones que posibilitan la existencia vida. En un proceso extenso y complejo se ha establecido un equilibrio tal que permite a los organismos disfrutar 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 poseer siempre agua líquida disponible 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.

La Tierra ofrece un ambiente ideal y hospitalario para la vida, no obstante, usualmente se tiene poca comprensión de los factores que la posibilitan o que la ponen en peligro. Con respecto a esto, 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 C1 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 C2 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)

No obstante, la humanidad parece no ser consciente de la serie de factores que hacen posible la vida en la tierra. 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 ecosistémico.

5. Consideraciones finales

Durante la 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 estos factores en el desarrollo de la vida en la Tierra permitió reflexionar acerca de las relaciones que el ser humano establece con su entorno, encontrando 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.

En un mundo en el que continuamente se hacen evidentes los impactos negativos del ser humano sobre el ambiente y 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 a partir de la formación en ciencias, pretende ofrecer elementos que contribuyan a generar compromiso desde la convicción y la adquisición de argumentos sólidos, que a su vez, motiven y fundamenten actitudes y acciones de cuidado de las condiciones que permiten la vida en la Tierra.

De igual manera, cabe resaltar el aporte que hicieron los casos al presente trabajo; su disposición, interés, criticidad y apertura facilitaron que los investigadores lograran explicitar aquellos significados que las estudiantes habían construido, en torno a la relación entre los imaginarios de vida en el universo y las acciones del ser humano con la naturaleza.

Igualmente se pudo establecer que la perspectiva histórico epistemológica de las ciencias, ofrece herramientas valiosas para resignificar el conocimiento científico con una intención pedagógica, a fin de llevarlo al campo de la enseñanza, mediante procesos de recontextualización, en el que la ciencia es comprendida como una construcción cultural. Además, otorga la posibilidad al maestro de cuestionarse, y en este caso pensar la enseñanza de las ciencias como una oportunidad para favorecer el debate y la reflexión sobre los límites que tiene la Tierra y sobre la responsabilidad ética que tiene el sujeto frente a la biósfera.

6. Referencias

- Gil D., Vilches A. (2004). Contribución de la ciencia a la cultura ciudadana. *Cultura y Educación* 16(3), 259-272.
- Hernández R., Fernández C., Baptista P. (2010). *Metodología de la Investigación*. 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.
- 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*. 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.
- 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.
- Pujol R.M. (2003). Un marco educativo para la escuela primaria en la sociedad actual. *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*, 15 - 43.
- Stake R. E. (2010). *Investigación con estudio de casos* (5ª ed.). Ediciones Morata.
- Walker, J., & Kasting, J.F., (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*. Copernicus Books.