



**Trabajo final de maestría**  
**Diseño de una unidad didáctica de astrobiología para**  
**niños del ciclo I en los colegios del municipio de**  
**Ramiriquí (Boyacá-Colombia)**

**CARLA ROCÍO GIL MEJÍA**

**Universidad Nacional de Colombia**  
**Facultad de Ciencias**  
**Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y**  
**Naturales**  
**Bogotá, Colombia**

**2023**

**Diseño de una unidad didáctica de astrobiología para niños del ciclo I en los colegios del municipio de Ramiriquí (Boyacá-Colombia).**

*Carla Rocio Gil M.*

**CARLA ROCIO GIL MEJIA**

**Trabajo de grado presentada(o) como requisito parcial para optar al título  
Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

**Directora:** *Jimena Sánchez Nieves*

**(Bacterióloga, candidata a Ph.D en Biología.) Jimena Sánchez Nieves**

**Codirectora:** *María Angelica Leal Leal*

**Bióloga (Ph.D. en Biología.) María Angelical Leal Leal**

**Línea de Investigación:**

**Aprendizaje de las ciencias**

**Grupo de Investigación:**

**Ciencias de ciencias planetarias y astrobiología**

**Universidad Nacional de Colombia**

**Facultad de ciencias Departamento de Biología**

**Bogotá, Colombia**

**2023**

Primero que todo a Dios quien me ha regalado sabiduría, paciencia, y disposición para realizar este trabajo. Y quien guía mi camino en todo momento.

A mi familia madre, hermano, cuñada y mis sobrinos quienes en todo tiempo me han apoyado

A mi esposo que gracias a su amor y comprensión me ha impulsado a no rendirme y a seguir adelante a pesar de las adversidades.

Para todos quienes me acompañaron a lo largo de este proceso pedagógico va dirigido este trabajo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la Universidad Nacional de Colombia, por la formación académica que me brindó durante los años de estudio, a la Maestría en Enseñanza de las ciencias, a los docentes, directivos, administrativos, compañeros y demás colaboradores, por haber hecho parte de mi formación a nivel de Maestría. un agradecimiento especial al cuerpo de docentes por sus enseñanzas, paciencia y ejemplo. Gracias a ellos estoy culminando esta etapa de estudiante para dar paso a una futura Magister en Enseñanza de las ciencias exactas y Naturales.

A los directivos de los colegios técnicos American School Alfonso Dunant, y José Ignacio de Márquez del municipio de Ramiriquí Boyacá, quienes me facilitaron los PEI de estas instituciones para realizar esta unidad didáctica.

Agradezco a las profesoras Jimena Sánchez mi directora y codirectora María Angélica Leal, por su paciencia, enseñanzas y colaboración para la consecución y finalización exitosa de este trabajo de grado.

También agradezco a mis compañeros quienes me acompañaron a lo largo de estos años, A mi familia, que fue en todo momento mi apoyo incondicional y el motor que me impulsó para salir adelante, a todos ellos: **MIL GRACIAS.**

## CONTENIDO

Resumen .....	6
1. Introducción.....	8
2. Planteamiento Del Problema.....	10
3. Justificación.....	12
4. Objetivos .....	14
5. Contexto .....	15
6. Antecedentes .....	18
7. Marco Teórico .....	20
8. Metodología.....	34
9. Resultados .....	37
10. Discusión.....	46
11. Conclusiones Y Recomendaciones.....	48
12. Referencias .....	49

## RESUMEN

La Astrobiología se presenta como una oportunidad para una enseñanza multidisciplinar y transdisciplinar contextualizada, con temas de actualidad que despiertan un gran interés en la sociedad en general. La fascinación por la Astrobiología se debe al propio objeto de estudio de este campo del conocimiento, que consiste en responder a las grandes preguntas sobre nuestro origen y las posibilidades de existencia de vida fuera de la Tierra. Aprovechando el interés que despierta, se sugiere incorporar su estudio en los primeros niveles educativos en diversos municipios de Colombia. Esto considerando que, en ciudades como Bogotá, desde hace ya varios años esta ciencia multidisciplinar se ha venido incorporando en los colegios; pero este tema aún no se ha explorado en muchos otros lugares. Este es el caso de Ramiriquí Boyacá, donde los colegios del municipio no tienen como eje de trabajo la astronomía, y menos la astrobiología. Es por eso que se hace necesario la elaboración de una unidad didáctica para los más pequeños, en este caso estudiantes del ciclo I. Y que por medio de unas rutinas de pensamiento y a partir de los conocimientos naturales de los niños, despierte la curiosidad, y un pensamiento crítico y científico por la astrobiología, y sirva como apoyo a los docentes como una estrategia innovadora en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales en estos cursos.

**Palabras clave:** Astrobiología, pensamiento crítico, pensamiento visible, conocimientos naturales.

## ABSTRACT

### **Design of an astrobiology teaching unit for children of cycle I in schools in the municipality of Ramiriquí (Boyacá-Colombia)**

Astrobiology emerges as a unique opportunity for contextualized multidisciplinary and transdisciplinary education, delving into contemporary themes that captivate society at large. The allure of Astrobiology lies in its pursuit of answers to profound questions surrounding our origins and the potential existence of life beyond Earth. Recognizing the widespread interest, it garners, this study proposes the integration of Astrobiology into the early stages of education across various municipalities in Colombia.

While cities like Bogotá have already embraced this multidisciplinary science in schools for several years, numerous regions, such as Ramiriquí Boyacá, remain unexplored in terms of incorporating astronomy and astrobiology into their educational framework. Particularly in Ramiriquí Boyacá, schools lack astronomy, let alone astrobiology, as a focal point of study. Therefore, there is a pressing need to develop a didactic unit tailored for younger students, specifically those in cycle I. This initiative aims to spark curiosity, foster critical thinking, and instill a scientific mindset regarding astrobiology. By leveraging children's natural knowledge through thought routines, this endeavor seeks to serve as an innovative teaching strategy supporting educators in the process of imparting natural sciences to these early education levels.

**Keywords:** Astrobiology, critical thinking, visible thinking, natural knowledge.

## 1. INTRODUCCIÓN

La astrobiología busca comprender las complejas relaciones de la vida con su entorno en la Tierra, teniendo en cuenta sus características físicas, químicas, geológicas y astronómicas. Este enfoque se expande al considerar estas condiciones en otros lugares del Sistema Solar, explorando la posibilidad de vida fuera de nuestro planeta (Leal et al., 2015). Diversas preguntas fundamentales orientan esta disciplina, tales como el origen de la vida, su evolución, el futuro de la vida en la Tierra y la viabilidad de la vida en otros rincones del universo (Plaxco & Gross, 2006).

La astrobiología se configura como un campo de conocimiento que integra diversas disciplinas para abordar sus complejas interrogantes (NASA, 2015). Aunque inicialmente se consideraba multidisciplinaria, en la actualidad se reconoce como un espacio de trabajo transdisciplinar, donde las diferentes áreas del conocimiento no solo se conectan y complementan, sino que también trascienden las fronteras de cada una (Santos et al., 2016; Leal et al., 2023).

Uno de los desafíos centrales de la astrobiología es la definición del concepto de vida, una tarea dificultada por la diversidad de perspectivas y la falta de consenso actual (Leal et al., 2015). La NASA propone entender la vida como un sistema químico autosuficiente capaz de sufrir evolución darwiniana (Luisi, 1998; Benner, 2010).

Esta conceptualización plantea retos en la enseñanza de conceptos científicos, especialmente en niveles de educación primaria y secundaria, donde las definiciones a menudo carecen de la profundidad necesaria (Leal et al., 2015). No obstante, las tecnologías espaciales actuales permiten abordar esta complejidad, estrechando la relación entre ciencia y tecnología (D'Antoni, 2005).

Además de estas cuestiones, se reconoce la necesidad de abordar otros conceptos relevantes en la educación, como la conexión del ser humano con su entorno y su papel como habitante de la Tierra. Esta perspectiva se remonta al siglo XIX, con la idea de un individuo libre y natural, consciente de su lugar en el cosmos

(Gatica, 2013), reconociendo la importancia del equilibrio y la sostenibilidad del planeta (García, 2019). Estos planteamientos subrayan la importancia de reconsiderar la enseñanza de las ciencias naturales y su evolución a lo largo de las décadas, poniendo a prueba la estructura de los contenidos desde el Ministerio de Educación Nacional (MEN).

Otra problemática crítica en educación es el acceso equitativo a la ciencia y la tecnología en Colombia, especialmente en áreas remotas (OCDE, 2016). La falta de recursos tecnológicos, culturales e informativos, junto con la formación autónoma de docentes, contribuye a la desinformación entre los estudiantes (Schulte & Walker, 2016). En lugares apartados, la falta de infraestructuras adecuadas, mobiliario funcional y materiales didácticos crea una brecha entre los ciudadanos de áreas urbanas y los de otras regiones (Carrero & González, 2016; Arias, 2017).

Dado este contexto, este trabajo se enfoca en la construcción de una unidad didáctica para abordar la astrobiología y sus campos de estudio. El objetivo es permitir que los estudiantes del ciclo I de los colegios en el municipio de Ramiriquí – Boyacá profundicen en su comprensión de la vida y su relación con el entorno. Se busca fomentar la integración de conocimientos en ciencias sociales, lenguaje y artes, desarrollando competencias científicas y habilidades multidisciplinares (Waltemathe & Hemminger, 2019; Leal et al., 2020; Santos et al., 2021).

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La enseñanza de la astronomía en Colombia se limita principalmente a la Universidad de Antioquia en el ámbito profesional. Sin embargo, el campo de la astrobiología ha experimentado un desarrollo considerable en todo el país, gracias a diversos grupos e investigadores universitarios. Lamentablemente, este progreso no se ha reflejado de manera significativa en la educación básica. Mientras algunos colegios privados en Bogotá, como en el caso de la región, incorporan propuestas en astronomía en sus currículos, y el Planetario de Bogotá impulsa procesos educativos y de apropiación de la astronomía, estas iniciativas son escasas en municipios más pequeños.

En la región de Bogotá, algunos colegios privados proponen programas en astronomía, y el Planetario de Bogotá, como parte del Instituto Distrital de las Artes (IDARTES), trabaja en la educación y apropiación de la astronomía. El Planetario ha desarrollado los Centros de Interés en Astronomía y el Programa Planetario para Profes (PPP) desde 2001, centrándose en desarrollar competencias científicas en los profesores. Desde 2021, la astrobiología se ha integrado como un eje transversal a estos programas, incluso en instituciones educativas como la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, donde se ha incorporado en carreras como Biología y Licenciatura en Biología (Leal et al., 2023).

Sin embargo, en municipios más pequeños, como Ramiriquí, provincia de Márquez en Boyacá, estas iniciativas educativas son prácticamente inexistentes. En este contexto, las instituciones educativas juegan un papel fundamental para desarrollar acciones educativas innovadoras que permitan a los estudiantes aproximarse a temáticas de vanguardia. Este vacío motivó la propuesta de elaborar una unidad didáctica en astrobiología para los estudiantes del ciclo I en los colegios técnicos José Ignacio de Márquez y American School Alfonso Dunant en Ramiriquí, Boyacá.

La elaboración de esta unidad didáctica se alinea con la filosofía del Proyecto Educativo Institucional (PEI) del colegio José Ignacio de Márquez, que busca formar personas capaces de mejorar sus condiciones de vida y adaptarse al conocimiento actual. Asimismo, coincide con el PEI de American School Alfonso Dunant, que

destaca la importancia de formar estudiantes capaces de enfrentar retos científicos e investigativos desde etapas tempranas (Instituto Técnico José Ignacio de Márquez, 2006; American School, 2011).

La unidad didáctica propuesta tiene como objetivo acercar a los estudiantes a conocimientos sobre formas de vida y ambientes extremos en el universo. Además, busca servir como guía de programación y actuación docente, estructurando un conjunto de actividades que se desarrollarán en un tiempo determinado para la consecución de objetivos didácticos (MEN, 1989). Este enfoque se alinea con el principio de construcción de saberes por parte de los estudiantes, quienes, en sus primeras etapas, exploran la naturaleza, los animales, las plantas, la reproducción, la alimentación, la supervivencia, la ecología, el clima, el agua y otros factores relevantes para el desarrollo de la vida. La unidad didáctica busca despertar la curiosidad y la construcción de aprendizajes significativos en los niños, fomentando el pensamiento crítico y creativo desde edades tempranas (MEN, 2017).

La pregunta de investigación que orienta este trabajo es: ¿Cómo debe ser una unidad didáctica de astrobiología que permita su integración en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales en el aula de los niños del ciclo I de las Instituciones educativas técnicas American School Alfonso Dunant y José Ignacio de Márquez del municipio de Ramiriquí, Boyacá (Colombia)?

### 3. JUSTIFICACIÓN

El presente estudio, basado en la astrobiología, se erige como un punto de partida fundamental para la implementación de estrategias curriculares y pedagógicas destinadas a la formación de docentes y estudiantes del ciclo I en los colegios del municipio de Ramiriquí (Boyacá, Colombia). Este municipio, hasta el momento, ha tenido un escaso acercamiento a temas de astronomía y, más aún, a la astrobiología. Ante esta realidad, resulta imperativo que los colegios técnicos José Ignacio de Márquez y American School Alfonso Dunant de Ramiriquí inicien la incorporación de estos temas desde edades tempranas en el pensum de ciencias naturales. Esta acción no solo evitará que estos centros educativos se queden rezagados en la vanguardia científica e intelectual actual, sino que también les permitirá competir y equipararse con instituciones de otros municipios, ciudades e incluso a nivel internacional, donde estos saberes ya son parte integral de sus currículos académicos.

En un contexto mundial en el que la astronomía se ha consolidado como una disciplina de importancia crucial, abordando áreas tan diversas como cosmología, astrofísica, mecánica celeste y geología planetaria, la astrobiología surge como una pieza clave en la integración de estas disciplinas. Su enfoque fundamental reside en explorar las posibilidades de vida en otros lugares del universo, desafiando nuestras percepciones sobre la existencia de vida más allá de nuestro propio planeta (Leal et al., 2023). La Unión Astronómica Internacional (IAU) destaca que la Astronomía y disciplinas relacionadas se encuentran en la vanguardia de la ciencia y la tecnología, abordando cuestiones fundamentales sobre nuestra existencia y el Universo en el que vivimos. El plan estratégico de la IAU para 2010-2020 identifica áreas clave como tecnología, ciencia e investigación, y cultura y sociedad, subrayando cómo los desarrollos científicos y tecnológicos en Astronomía impactan directamente en aspectos cotidianos, como computadoras, satélites, teléfonos móviles y dispositivos médicos (IAU, 2012).

En este contexto global dinámico, la creación de una unidad didáctica en astrobiología para el ciclo I se convierte en un imperativo educativo. Este nivel, que abarca desde primero hasta tercer grado de primaria y está destinado a niños de

aproximadamente 5 a 9 años, representa una fase crucial en el descubrimiento y conocimiento de la vida, la naturaleza, la flora, la fauna y fenómenos físicos básicos. La adopción de una unidad didáctica centrada en astrobiología no solo contribuirá a evitar la brecha educativa en el ámbito científico, sino que también cultivará habilidades críticas y científicas desde las primeras etapas del desarrollo cognitivo de los estudiantes. Además, preparará a los niños para enfrentar y comprender problemáticas relevantes de sus contextos locales desde una edad temprana, construyendo así una base sólida para su desarrollo académico y científico futuro.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo general**

Diseñar una unidad didáctica de astrobiología para ciclo 1, armonizada con la Propuesta Educativa Institucional de los colegios del municipio de Ramiriquí, Boyacá (Colombia); para su integración en los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales.

### **4.2 Objetivos específicos**

1. Armonizar los Proyectos Educativos Institucionales con los objetivos de la astrobiología, los derechos básicos de aprendizaje y los estándares básicos de competencias, para el ciclo I.

2. Generar una metodología de trabajo en el aula que permita el desarrollo de habilidades científicas por medio de postulados constructivistas y con la astrobiología como eje transversal.

3. Incorporar los elementos del proceso pedagógico en una unidad didáctica que sirva como guía en el aula para los procesos de enseñanza en los maestros.

## 5. CONTEXTO

### 5.1 Municipio de Ramiriquí

El municipio de Ramiriquí, enclavado en las estribaciones de la cordillera oriental de los Andes en el departamento de Boyacá, Colombia, posee una rica historia y un entorno geográfico que influyen en su desarrollo. Con una extensión de 146 kilómetros cuadrados y ubicado en las coordenadas geográficas de 5°24'14" de latitud norte y 73°20' de longitud oeste del Meridiano de Greenwich, presenta una topografía diversa y una altitud de 2325 metros sobre el nivel del mar, brindando un escenario propicio para la diversidad climática y una variada actividad agrícola (Joya, 2019).

La fundación de Ramiriquí en 1541, marcada por el bautizo del último cacique de Gacha, Felipe Ramiriquí, es un hito histórico que ha dejado una impronta en la identidad del municipio. Este proceso de evangelización, liderado por los doctrineros Fray Pedro Durán y Diego de Mancera, se llevó a cabo durante la Navidad de ese año, donde se ofició una misa campal y se celebraron festividades que generaron alegría entre los asistentes. La construcción de una capilla y la orden de establecer viviendas en el nuevo caserío marcaron el inicio de la presencia humana en este territorio (Joya, 2019).

La creación oficial del cantón de Ramiriquí en 1842, como parte de la provincia de Tunja, consolidó su estatus administrativo y estableció su cabecera con la inclusión de varios distritos parroquiales. Este decreto del Congreso de la República de la Nueva Granada evidencia la importancia histórica y geográfica de Ramiriquí en la configuración política y territorial de la región (Joya, 2019).

En el ámbito económico, Ramiriquí destaca por su actividad agrícola, centrada en cultivos frutales como uchuva, tomate de árbol, gulupa, mora, lulo, pepino, arveja, frijol, maíz y calabacín, junto con la producción de papa. Estas actividades agrícolas definen a Ramiriquí como un municipio agrícola por excelencia. Además, se involucra en actividades pecuarias, piscícolas y ganaderas de doble propósito (leche y carne). El sector secundario incluye industrias en desarrollo, como la ebanistería, la fundición y la fabricación de artículos de ornamentación. En cuanto al sector terciario, el comercio juega un papel crucial con

248 establecimientos, destacándose la comercialización de las famosas arepas regionales. La presencia de 10 empresas de transporte refleja la importancia de esta actividad en la movilidad municipal e intermunicipal (Joya, 2019).

El contexto geográfico y socioeconómico de Ramiriquí plantea desafíos y oportunidades para la implementación de una unidad didáctica de astrobiología en las instituciones educativas del ciclo I. La diversidad climática y geográfica del municipio puede servir como punto de conexión entre los contenidos académicos y la realidad local, enriqueciendo la experiencia educativa de los estudiantes. Además, la actividad agrícola predominante puede proporcionar ejemplos concretos para explorar conceptos relacionados con la astrobiología, como la adaptación de la vida a diferentes condiciones ambientales.

Es esencial considerar las características sociales y culturales del municipio al diseñar la unidad didáctica, asegurando que sea relevante y significativa para los estudiantes de Ramiriquí. La historia arraigada en la evangelización y la fundación del municipio puede ser incorporada de manera creativa en el proceso de enseñanza, estableciendo conexiones entre el pasado y los conceptos contemporáneos de astrobiología.

Las relaciones comerciales y el movimiento de transporte en el municipio también pueden influir en la perspectiva de los estudiantes sobre la relevancia y aplicaciones prácticas de la astrobiología en su vida cotidiana. Al contextualizar la investigación en la realidad de Ramiriquí, se busca establecer un puente entre la ciencia abstracta y la experiencia concreta de los estudiantes, fomentando un aprendizaje significativo y duradero.

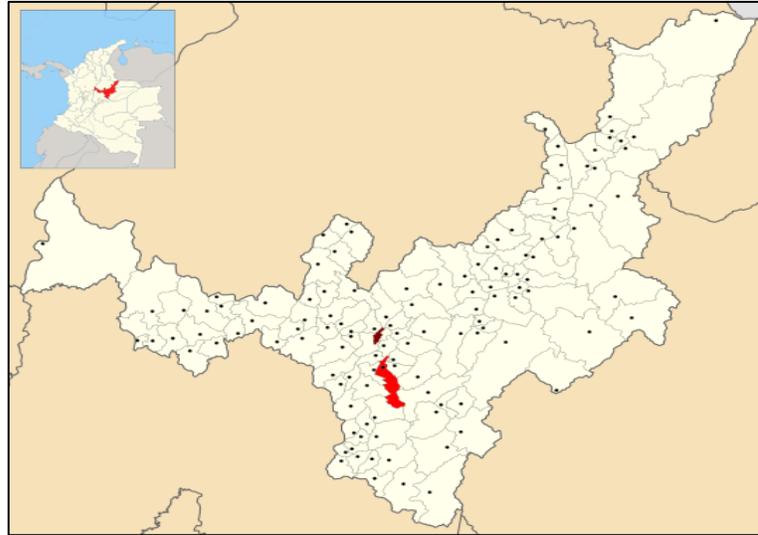


Figura 1. Localización departamental del municipio de Ramiriquí (Rodríguez, 2015)



Figura 2. División política administrativa y límites, Municipio de Ramiriquí (Alcaldía Municipal de Ramiriquí, 2018)

## 6. ANTECEDENTES

La integración de la Astrobiología en la educación formal es esencial para proporcionar una comprensión actualizada de los avances científicos y fomentar la alfabetización científica en la sociedad. Esta disciplina no solo contribuye al conocimiento sobre la vida extraterrestre sino que también puede ayudar a los estudiantes a distinguir entre la realidad y la ciencia ficción, desarrollando así un pensamiento crítico ante ideas pseudocientíficas sobre el origen de la vida o la existencia de vida en otros planetas (Solbes & Palomar, 2013).

Aunque existe consenso sobre la importancia didáctica de la Astrobiología, la investigación en este campo es limitada. Algunos autores destacan su valor para una enseñanza interdisciplinaria y contextualizada, señalando que puede despertar un gran interés entre los estudiantes al abordar temas de actualidad (Carrapiço et al., 2002; Rodríguez & Carrapiço, 2005). La Astrobiología también se presenta como una herramienta para mostrar la naturaleza de la ciencia y promover el pensamiento crítico (Solbes & Palomar, 2013).

La falta de interés por la ciencia entre los estudiantes, que a menudo resulta en el abandono de los estudios científicos, se atribuye a la enseñanza descontextualizada y la escasez de prácticas (Rocard et al., 2007). En este contexto, se propone la inclusión de temas de "ciencia para la ciudadanía", que aborden temáticas de interés actual y generen actitudes positivas hacia la ciencia (Díaz & Jimenez, 2012; Solbes & Vilches, 2004). La Astrobiología se presenta como una opción adecuada para esta estrategia, ya que su enfoque multidisciplinario y su conexión con la actualidad pueden despertar el interés de los estudiantes (Burchell & Dartnell, 2009; Leal et al., 2023). Aunque se reconoce la fascinación que esta ciencia genera, su integración enfrenta desafíos, como la preparación del profesorado, el desarrollo de materiales educativos y la colaboración entre científicos y educadores para elaborar un currículo (Staley, 2003).

En el contexto colombiano, algunos trabajos de grado han explorado la astrobiología en estudiantes de bachillerato, enfocándose en el desarrollo del pensamiento crítico y científico (García, 2019). Además, iniciativas en universidades, como charlas de divulgación y semilleros, buscan acercar la

astrobiología a estudiantes de diferentes carreras (Londoño, 2018; Planetario de Bogotá, 2018; Leal et al., 2023). A pesar de estos esfuerzos, la falta de contenido específico de astrobiología para niños de 5 a 9 años en Colombia indica una brecha en la enseñanza de esta disciplina en los niveles iniciales de la educación. La hipótesis de que la astrobiología no se ha incorporado adecuadamente en el currículo oficial refleja los desafíos existentes (Oreiro & Solbes, 2015). Esta revisión de antecedentes destaca la necesidad de llenar esta brecha y proporcionar contenido de astrobiología adecuado para el ciclo I, abordando así un vacío en la educación científica temprana en Colombia.

## **7. MARCO TEÓRICO**

### **7.1 Astrobiología**

El término "Astrobiología" fue acuñado por primera vez en 1953 por el astrónomo soviético Gabriel Tikhov (Tikhov, 1953). Posteriormente, en 1992, la NASA formuló la siguiente definición: "La vida es un sistema químico autosuficiente con la capacidad de experimentar evolución darwiniana". En términos más amplios, se define como el estudio del origen, evolución, distribución y futuro de la vida en el universo (Brack & Troublé, 2010).

La Astrobiología se presenta como un campo de investigación transdisciplinario, abarcando conocimientos desde cosmología, astronomía, ciencias planetarias, física, química, geología, paleontología hasta biología. Su objetivo es integrar esfuerzos de diversos ámbitos científicos para comprender el origen de la vida, la presencia de seres vivos en el universo y el destino de la vida (Hansson & Redfords, 2013).

Una pregunta central en la astrobiología es la definición de la vida desde sus orígenes, considerando las condiciones específicas en las que los organismos pueden surgir y desarrollarse. La Tierra es hasta ahora el único planeta conocido con vida, y su estudio revela la necesidad de condiciones químicas, biológicas, cosmológicas, físicas y geológicas, entre otras, para mantener y permitir el progreso de la vida. Esta certeza impulsa a las disciplinas científicas involucradas a colaborar en la investigación de la vida, desde lo microbiano hasta las formas que conocemos en la actualidad

### **7.2 Concepto de vida**

A lo largo de la historia, la humanidad ha buscado definir la vida, enfrentando la complejidad que surge de perspectivas religiosas, científicas, metafísicas, filosóficas y diversas disciplinas.

**Teoría Celular:** En biología, la célula es la unidad más pequeña capaz de vivir de manera autónoma, constituyendo todos los organismos y tejidos. Sus componentes esenciales incluyen la membrana celular, el núcleo y el citoplasma. La división celular da origen a tejidos y órganos, siendo la unidad fundamental de la

vida, con capacidad para realizar todas las actividades necesarias para su mantenimiento y reproducción (Alberts, 2006).

**Tipos de Células:** Se reconocen células procariotas y eucariotas, con la teoría de la endosimbiosis propuesta por Margulis y Sagan explicando la evolución de las células eucariotas a partir de células procariotas mediante procesos de simbiosis (Podadera & Carrión, 2018).

**Definiciones de Vida:** Diversas perspectivas han intentado definir la vida:

**Fisiológica:** Organismo compuesto por materia orgánica, capaz de realizar funciones como comer, metabolizar, excretar, respirar, moverse, crecer, reproducirse y responder a estímulos externos (Hall & Guyton, 2011).

**Metabólica:** Referente a procesos físicos y químicos del cuerpo que convierten o usan energía (Diéguez, 2008).

**Bioquímica:** Todo organismo vivo contiene información hereditaria reproducible codificada en ácidos nucleicos, controlando el metabolismo celular a través de enzimas (Margulis & Sagan, 2000).

**Genética:** Organismo capaz de evolucionar por selección natural (no aceptado por todos biólogos) (Romero, 2014).

**Termodinámica:** Sistemas vivos como organizaciones especiales de la materia, con un continuo aumento de orden sin intervención externa, basándose en el segundo principio de la termodinámica (Romero, 2014).

**Perspectiva de la NASA:** La NASA define la vida como un sistema químico autosuficiente, capaz de experimentar una evolución darwiniana. Las características particulares de la Tierra, como su inclinación axial, atmósfera y composición elemental (Portilla, 2011), han propiciado la vida tal como la conocemos (Cornare, 2020).

### **7.3 Microorganismos extremófilos**

En el ámbito de la astrobiología, surge una fascinante categoría de microorganismos conocidos como extremófilos. Principalmente procariotas, estos organismos exhiben una simplicidad estructural que se traduce en una mayor adaptabilidad y una flexibilidad metabólica distintiva. Los extremófilos se clasifican

en su mayoría en los dominios Archaea y Eukarya, y prosperan en entornos terrestres extremos, tales como regiones extremadamente frías o calientes, ambientes con elevada concentración de sal, escasez de nutrientes y altas presiones (Jorquera et al., 2019).

Estos microorganismos ostentan condiciones excepcionales que les confieren la capacidad de habitar ambientes inaccesibles para muchos otros seres vivos. Su resistencia extrema a condiciones adversas los convierte en valiosos análogos en la búsqueda de vida en el espacio (Jorquera et al., 2019). La investigación sobre extremófilos no solo ofrece perspectivas únicas sobre la adaptación de la vida en entornos extremos en la Tierra, sino que también suscita la posibilidad emocionante de que formas de vida similares puedan existir en otros lugares del universo. La exploración de estos microorganismos ha llevado a la identificación de procesos metabólicos novedosos y a la ampliación de nuestro entendimiento sobre los límites de la habitabilidad biológica.

Dentro de las clasificaciones específicas de extremófilos, se destacan los termófilos, que prosperan en altas temperaturas, y los halófilos, adaptados a ambientes con elevada concentración de sal. Estudios recientes han revelado adaptaciones genéticas y bioquímicas únicas en estos organismos (Thombre et al., 2020; Gómez & Parro, 2012), subrayando la diversidad biológica que puede surgir en condiciones extremas.

#### **7.4 Hidrotermales oceánicas**

En la búsqueda de vida, la astrobiología no solo ha explorado estrellas y galaxias distantes, sino que también ha dirigido la mirada hacia lugares más cercanos en nuestro Sistema Solar. En particular, se ha investigado la posibilidad de vida en hidrotermales oceánicas, entornos volcánicos submarinos donde la vida podría haberse originado y desarrollado, desafiando las condiciones convencionales (Martín et al., 2008). Hace aproximadamente 30 años, el descubrimiento de fumarolas submarinas, hábitats de microorganismos significativos (Leal et al., 2015), revolucionó la teoría del origen de la vida. Estos ambientes inhóspitos, inicialmente considerados incapaces de albergar vida, se revelaron como ricos

ecosistemas. Los hidrotermales activos de aguas profundas, similares a la Tierra primitiva, han existido desde hace más de 4.200 millones de años (Leal et al., 2015).

Estos ecosistemas se desarrollan en conductos hidrotermales alimentados principalmente por vulcanismo en dorsales centrooceánicas. Chimeneas de sulfuros a 360°C, análogas a la Tierra primitiva, proporcionan gases reactivos, elementos disueltos y energía térmica (Martin et al., 2008). Con una amplia distribución global en zonas de expansión como las dorsales, estos sistemas hidrotermales son fundamentales para entender la historia geológica, geoquímica y ecológica de la Tierra (Salado, 2012).

El descubrimiento de hidrotermales ha transformado nuestra comprensión del medio marino, demostrando que incluso en ambientes extremos, la vida puede florecer. Las chimeneas son fuentes cruciales de elementos y compuestos orgánicos transferidos a la hidrosfera. Los organismos que las habitan aprovechan la energía química de reacciones de óxido-reducción, aceleradas por su actividad enzimática (Salado 2012).

En la búsqueda de vida extraterrestre, es esencial considerar condiciones específicas. Los exoplanetas rocosos en la zona habitable, donde el agua puede existir en estado líquido, son de particular interés (Funes et al., 2023). Sin embargo, la mayoría de los exoplanetas conocidos son Júpiter calientes, inadecuados para la vida tal como la conocemos (Funes et al., 2023). Los planetas potencialmente habitables asociados a estrellas enanas rojas presentan desafíos, ya que algunos están atrapados en rotación sincronizada, con una cara permanentemente expuesta a la estrella, lo que genera contrastes extremos de temperatura (Driscoll & Barnes, 2015).

Además, en nuestro propio sistema solar, las lunas Europa y Encélado, con océanos subterráneos y fuentes hidrotermales, representan intrigantes objetivos para la búsqueda de vida (Valdivia, 2016). Titán, satélite de Saturno, con una atmósfera y características geológicas similares a la Tierra, ofrece un entorno único con posibilidades de vida basada en metano (Simakov, 2012; Lunine & Atreya, 2008). Las nubes densas de Venus, aunque cíclicas y permanentes, también se contemplan como posibles hábitats para organismos en la atmósfera (Cockell,

1999). Estos escenarios, aunque especulativos, resaltan la diversidad de lugares donde la vida podría surgir y prosperar más allá de la Tierra.

### **7.5 Astromap: Hoja de ruta de la astrobiología Europea**

La hoja de ruta de astrobiología europea, propuesta por Horneck et al. (2016), se estructura en torno a cinco temas de investigación fundamentales, abordando los aspectos principales que la astrobiología explora en la búsqueda de entornos propicios para la vida en el universo, considerando características específicas de habitabilidad en todos los niveles de organización de la vida. Aborda diversos temas de investigación:

**Origen y evolución de los sistemas planetarios:** Se centra en comprender cómo se formaron y evolucionaron los sistemas planetarios, utilizando el sistema solar como modelo de referencia.

**Orígenes de los compuestos orgánicos en el espacio:** Explora la presencia de compuestos orgánicos, como aminoácidos, detectados en el sistema solar por telescopios o sondas espaciales. Se analizan lunas como Encélado y Europa, donde la existencia de agua líquida y compuestos orgánicos sugiere la posibilidad de vida, similar a los análogos de las fuentes hidrotermales en la Tierra.

**Interacciones roca-agua-carbono, Síntesis orgánica en la Tierra y pasos hacia la vida:** Investiga procesos de serpentización, presentes en la Tierra y posiblemente en otros cuerpos celestes como Europa y Encélado. Estas interacciones roca-agua-carbono podrían ser fundamentales para la vida microbiana, siendo la serpentización reconocida como precursora de reacciones esenciales para la vida.

**Vida y habitabilidad:** Aborda el origen de la vida en la Tierra, destacando la aparición de estromatolitos hace aproximadamente 3.400 millones de años, generando ambientes propicios para la vida. Examina escenarios en la Tierra donde organismos extremófilos prosperan en condiciones extremas, así como posibles lugares fuera del planeta donde podrían existir microorganismos.

**Las biofirmas como facilitadores de la detección de vida:** Se enfoca en el concepto de biomarcadores, moléculas relacionadas con componentes orgánicos de la vida, incluso cuando están degradadas. Explora firmas biológicas en sus

diversas manifestaciones, morfológicas, geoquímicas y orgánicas, como posibles indicadores de vida en el universo.

Estos cinco temas de investigación representan pasos cruciales para alcanzar el objetivo último: una comprensión más profunda de la vida, su origen y evolución, en el contexto de la evolución cósmica (Horneck et al., 2016).

## **7.6 Constructivismo**

El aprendizaje es el proceso de adquirir conocimiento, habilidades, actitudes o valores, a través del estudio, la experiencia o la enseñanza; dicho proceso origina un cambio persistente, cuantificable y específico en el comportamiento de un individuo y, según algunas teorías, hace que él mismo formule un concepto mental nuevo (Trenas, 2009).

El aprendizaje no es un hecho, se trata de una serie de pasos concatenados que conducen a la integración y organización de ciertos contenidos, que van configurando una identidad profesional (Ortíz, 2015). Se puede observar que el aprendizaje implica la totalidad de habilidades y destrezas de un ser humano en todos los ámbitos que lo caracterizan. Además, también se puede entender el aprendizaje como un “Proceso mediante el cual una persona adquiere destrezas o habilidades prácticas (motoras e intelectuales), incorpora contenidos formativos o adopta nuevas estrategias de conocimiento y/o acción” (Pulgar, 2005).

Estas definiciones señalan algunos aspectos que cabe resaltar: el desarrollo, puesto que todo proceso de aprendizaje pretende la ampliación, consolidación e integración de contenidos, habilidades y destrezas para llevar a cabo una tarea de manera diferente a lo largo del proceso. El aprendizaje no es un hecho, se trata de una serie de pasos concatenados que conducen a la integración y organización de ciertos contenidos que van configurando una identidad profesional (Ortíz, 2015). Esta asimilación, integración y organización llevan, necesariamente, a un cambio, es decir, debe existir una diferencia entre la situación inicial y la final. El aprendizaje no es el mismo para todas las personas, es tan diverso como lo son ellas, por lo que tendrá diferentes resultados dependiendo también de las condiciones de la persona

que aprende por: conocimientos conceptuales como actitudes o valores (Trenas, 2009).

Cabe destacar que no basta con desarrollar una propuesta sobre los métodos y las técnicas de aprendizaje, sino que resulta imperativo usarlas de forma apropiada, y para ello es necesario tener en cuenta que cada estudiante es diferente, cada uno es particularmente característico, es decir, heterogéneo. Estas afirmaciones sugieren que el estudiante en la actualidad amerita de unos métodos y estrategias de aprendizajes novedosas, interactivas que contribuyan a desarrollar habilidades y competencias cognitivas y no seguir estancados en los mismos métodos de hace diez o veinte años. Las nuevas generaciones requieren de metodologías educativas que se adhieran a sus necesidades reales, contribuyan a su desarrollo pleno y al desarrollo del pensamiento lógico matemático para que puedan hacer frente a las situaciones que debe afrontar en su cotidianidad (Bolaño, 2020).

Es así como en pro de una mejor calidad educativa han surgido teorías aceptadas desde la epistemología de las ciencias tales como es el constructivismo, el cual enfatiza una enseñanza contextualizada desde las experiencias y conocimientos que el estudiante posee que pueden ser el puente para asimilar nueva información. En este sentido la teoría de Vygotsky (1978), sostiene que el aprendizaje es el resultado del proceso histórico y social donde el lenguaje desempeña un papel esencial. La idea del autor enfatiza la importancia que tiene el entorno social para que se produzca un aprendizaje en los estudiantes. Además, el autor sostiene que el aprendizaje es un acto activo, donde la nueva información que se recibe se incorpora a las experiencias previas y a las propias estructuras mentales.

Por su parte Piaget (1978), en su teoría, explica que las personas son capaces de aprender y comprender el mundo que los rodea, describiendo cómo la inteligencia, el ambiente e incluso los genes influyen en las formas de percibir el mundo. Cabe destacar que esta teoría se fundamenta en los procesos de asimilación y acomodación; la asimilación tiene como función interiorizar la información que se recibe del entorno, profundizando para que el cerebro la

decodifique y comprenda la realidad vivida; la acomodación consiste en modificar los esquemas previos, es decir, perfeccionar las ideas preconcebidas mediante la nueva información.

Desde la perspectiva de Ausubel (1983), surge lo que se conoce como aprendizaje significativo que no es más que buscar la forma de generar un conocimiento mediante la relación de información nueva con la que ya se posee, es decir, con una estructura cognitiva existente. De allí que el acto educativo debe considerar la experiencia de los estudiantes como mecanismo de anclaje para la nueva información, de manera que los estudiantes puedan establecer un vínculo entre el conocimiento nuevo con sus propias experiencias, lo que puede verse como llevar el aprendizaje de los contenidos curriculares a su propia vida.

Al respecto Bolaño (2020), señala que el constructivismo visto desde el enfoque educativo, se concibe como un proceso mediante el cual el estudiante tiene mayor libertad y se le proporciona más autonomía. El docente lo apoya y dirige en la construcción del conocimiento; se trata de ir de lo simple (conocimiento intuitivo) a lo complejo (conocimiento formal, científico), de allí que las experiencias y el entorno social del estudiante sean crucial en el proceso educativo. Esto indica que el conocimiento surge de un saber previo.

Desde el constructivismo, se puede pensar en dicho proceso como una interacción dialéctica entre los conocimientos del docente y los del estudiante, que entran en discusión, oposición y diálogo, para llevar a una síntesis productiva y significativa: el aprendizaje (Ortíz, 2015) Sin embargo, hay que recordar que éste y la forma en que se realice, aun cuando sean constructivistas, están determinadas por un contexto específico que influye en ambos participantes: docente y estudiantes, debido a sus condiciones biológicas, psicológicas, sociales, económicas, culturales, incluso políticas e históricas. Existen muchas y variadas formas de definir el aprendizaje; se van a tomar las siguientes como referencia: “Desarrollo armónico e integral de las capacidades intelectuales, psicomotoras, aptitudinales, actitudinales, etc., del ser humano” (Pulgar, 2005). En consecuencia, para poder hablar de un aprendizaje es necesario que: “haya un cambio apreciable

en las personas, sea duradero en el tiempo y tenga resultados diversos” (Lamata & Domínguez, 2003).

El constructivismo cognitivo parte esencialmente de la teoría piagetiana y postula que el proceso de construcción del conocimiento es individual. En primer lugar, para Piaget, efectivamente, el proceso de construcción de los conocimientos es un proceso individual que tiene lugar en la mente de las personas que es donde se encuentran almacenadas sus representaciones del mundo. El aprendizaje es, por tanto, un proceso interno que consiste en relacionar la nueva información con las representaciones preexistentes, lo que da lugar a la revisión, modificación, reorganización y diferenciación de esas representaciones.

Ahora bien, aunque el aprendizaje es un proceso intramental, puede ser guiado por la interacción con otras personas, en el sentido de que "los otros" son potenciales generadores de contradicciones que el sujeto se verá obligado a superar.

En segundo lugar, con el redescubrimiento de Piaget por la psicología estadounidense empieza a romperse el cerco conductista sobre el estudio de los procesos de pensamiento y se empieza a concebir el sistema humano en términos de Procesamiento de la Información. Esta concepción parte del presupuesto de que la mente humana es un sistema que opera con símbolos, de manera que la información se introduce en el sistema de procesamiento, se codifica y, parte de ella, se almacena para poderla recuperar con posterioridad. (Serrano & Pons, 2011).

Es así que la asimilación, se refiere al contacto que el individuo tiene con los objetos del mundo a su alrededor; de cuyas características, la persona se apropia en su proceso de aprendizaje. Y posteriormente entender lo que sucede con los aspectos asimilados: son integrados en la red cognitiva del sujeto, contribuyen a la construcción de nuevas estructuras de pensamientos e ideas que, a su vez, favorecen una mejor adaptación al medio. Cuando se ha logrado la integración, aparece un nuevo proceso de equilibrio gracias al cual el individuo utiliza lo que ha aprendido para mejorar su desempeño en el medio que le rodea.

El aprendizaje significativo de Ausubel afirma que el sujeto relaciona las ideas nuevas que recibe con aquellas que ya tenía previamente, de cuya combinación

surge una significación única y personal. Este proceso se realiza mediante la combinación de tres aspectos esenciales: lógicos, cognitivos y afectivos (Lamata & Domínguez, 2003). El aspecto lógico implica que el material que va a ser aprendido debe tener una cierta coherencia interna que favorezca su aprendizaje. El aspecto cognitivo toma en cuenta el desarrollo de habilidades de pensamiento y de procesamiento de la información. Finalmente, el aspecto afectivo tiene en cuenta las condiciones emocionales, tanto de los estudiantes como del docente, que favorecen o entorpecen el proceso de formación.

El aprendizaje social de Vygotsky sostiene que el aprendizaje es el resultado de la interacción del individuo con el medio. Cada persona adquiere la clara conciencia de quién es y aprende el uso de símbolos que contribuyen al desarrollo de un pensamiento cada vez más complejo en la sociedad de la que forma parte. Para Vygotsky (Papalia, Wendkos y Duskin, 2007) es esencial lo que ha denominado como la zona de desarrollo próximo; es decir, la distancia entre lo que una persona puede aprender por sí misma y lo que podría aprender con la ayuda de un experto en el tema. Es en esta zona en donde se produce el aprendizaje de nuevas habilidades, que el ser humano pone a prueba en diversos contextos.

Es así como, desde el punto de vista constructivista, se puede pensar que el aprendizaje se trata de un proceso de desarrollo de habilidades cognitivas y afectivas, alcanzadas en ciertos niveles de maduración. Este proceso implica la asimilación y acomodación lograda por el sujeto, con respecto a la información que percibe. Se espera que esta información sea lo más significativa posible, para que pueda ser aprendida. Este proceso se realiza en interacción con los demás sujetos participantes, ya sean compañeros y docentes, para alcanzar un cambio que conduzca a una mejor adaptación al medio. Un buen docente es capaz de organizar sus actividades de tal forma que se promocióne el aprendizaje para todos los involucrados en el proceso; la tarea fundamental de un docente es educar tal y como lo señalan los Lineamientos para la Educación Media en Colombia (Ministerio de Educación Nacional, 2010). Debido a este papel preponderante del docente, es necesario que demuestre coherencia entre lo que dice y lo que hace, ya que los estudiantes se vuelven muy sensibles en este aspecto. Si un profesor tiene cierto

discurso, sus actos deben ser el fiel reflejo de sus ideas. Caso contrario, los estudiantes perciben la incoherencia y se vuelven los críticos más duros de ella. Razón por la cual, es necesario que el docente tenga una continua práctica reflexiva sobre su propio discurso y sus acciones, siendo ejemplo, con su propia vida de que es posible siempre mejorar en credibilidad y así, convertirse en una persona en la cual los estudiantes pueden confiar.

De esta manera, se han planteado en forma sucinta ciertos aspectos importantes del constructivismo en la enseñanza. Cuando un docente ya ha optado por una referencia teórica, como es el caso del constructivismo en este artículo, es necesario que reflexione acerca de los objetivos del proceso. La obra de Jean Piaget es una de las que más impacto ha tenido en el desarrollo de la psicología evolutiva del siglo XX. Es el creador de un sistema teórico complejo que analiza de una manera abarcadora prácticamente todas las facetas del desarrollo cognitivo humano, superando las múltiples teorías que pretenden explicar únicamente dominios muy concretos de comportamientos que tenemos a mano.

Describe el desarrollo casi espontáneo de una inteligencia práctica que se sustenta en la acción sensorial y motriz, así como la interacción con el medio sociocultural. Sus estudios acerca de la epistemología genética o teoría del conocimiento válido, tratan de dar una explicación de cómo llegamos a conocer el mundo externo por medio de los sentidos. Por la integralidad de su teoría se convirtió en un importante referente para los estudios de investigación psicológica y para el desarrollo de las diferentes teorías del aprendizaje (Piaget, 1969) Aun cuando no analiza el proceso de aprendizaje de manera detallada, elabora una teoría del aprendizaje que se sustenta en sólidas bases filosóficas, donde entiende el aprendizaje como una reorganización de las estructuras cognitivas existentes en cada momento. Es decir, los cambios en nuestro conocimiento, visto como el proceso donde a partir de la experiencia se incorporan nuevos conocimientos, se explican por una recombinaión que actúa sobre los esquemas mentales que describe el desarrollo casi espontáneo de una inteligencia práctica que se sustenta en la acción sensorial y motriz, así como la interacción con el medio sociocultural.

Considerando los aspectos del constructivismo en la pedagogía, es posible plantearse en consecuencia que el objetivo de la enseñanza, desde esta postura es el de que los estudiantes construyan un conocimiento significativo alcancen la comprensión cognitiva para favorecer el cambio conceptual, considerando las condiciones emocionales, tanto del educador como del estudiante, para lograr niveles satisfactorios de adaptación al contexto y un adecuado bienestar.

Desde la concepción constructivista se asume que en la escuela los alumnos aprenden y se desarrollan en la medida en que pueden construir significados adecuados en torno a los contenidos que configuran el currículum escolar. Esta construcción incluye la aportación activa y global del alumno, su disponibilidad y los conocimientos previos en el marco de una situación interactiva, en la que el profesor actúa de guía y de mediador entre el niño y la cultura, y de esa mediación depende en gran parte el aprendizaje que se realiza. Este aprendizaje no limita su incidencia a las capacidades cognitivas, sino que afecta a todas las capacidades y repercute en el desarrollo global del alumno.

## **7.7 Unidad didáctica**

Una unidad didáctica es "una unidad de trabajo relativa a un proceso de enseñanza y aprendizaje articulado y completo" (MEN, 1989). De manera general la unidad didáctica se puede reducir a un conjunto de conocimientos organizados y estructurados en torno a un eje central que determina su durabilidad y eficiencia, por tanto, allí se encuentra la relación existente entre todos los elementos que intervienen en el proceso de aprendizaje entendiendo la correlación interna de nivel metodológico dentro de un lapso específico de tiempo (Ibáñez, 1992). Es decir, es una estructura planificada, funcional y versátil del conocimiento que según Escamilla y colaboradores (2017) regula las experiencias de enseñanza-aprendizaje necesarias para perfeccionar proceso pedagógico. Así la unidad didáctica se establece con secciones en interdependencia y de cuya relación depende la eficacia de esta.

Es Unidad de programación y actuación docente configurada por un conjunto de actividades que se desarrollan en un tiempo determinado para la consecución

de unos objetivos didácticos. Da respuesta a todas las cuestiones curriculares (Ibáñez, 1992) al qué enseñar (objetivos y contenidos), cuándo enseñar (secuencia ordenada de actividades y contenidos), cómo enseñar (actividades, organización del espacio y del tiempo, materiales y recursos didácticos) y a la evaluación (criterios e instrumentos para la evaluación), todo ello en un tiempo claramente delimitados (MEN, 1992).

La Unidad Didáctica, como momento para la preparación y planeación de las prácticas educativas, es un escenario para la concreción y puesta en escena de todas las ideas e intenciones que se tienen al llegar al aula (Sanmartí, 2003). De allí, la importancia de que en el marco de una investigación de corte pedagógico la Unidad Didáctica sea el resultado de un proceso de reflexión e investigación, donde el docente se pone en la tarea de analizar su propia práctica y proyectarse sobre las múltiples posibilidades que tiene al llegar al escenario escolar. De esta forma la Unidad Didáctica se entendió en este proceso como un medio para materializar los objetivos de la investigación y llevarlos a cabo de forma didáctica y planificada al aula de clase.

Para Astudillo (2015) una unidad didáctica permite comprender de manera compleja el ejercicio docente en el aula de clase en tanto da respuesta a las cuestiones que, dentro del currículo, refieren al qué enseñar, en lo cual se encuentran tanto contenidos como los objetivos que con estos se persiguen; cuándo enseñarlo, comprendiéndolo como la necesaria secuencia de actividades y contenidos; el cómo enseñar que comprende desde la organización de los materiales, los recursos, el espacio y el tiempo, hasta las actividades que tienen lugar y la evaluación, con sus criterios e instrumentos que se enmarcan en un proceso general donde todo tiene tiempos claramente delimitados. La unidad didáctica tiene un criterio de flexibilidad que permite los cambios en la marcha del proceso, y que advierte que el diseño no sea arbitrario, improvisado o rutinario (Sanmartí, 2003).

Fernández y colaboradores (2005) muestran cómo la Unidad Didáctica parte de “una “hipótesis de trabajo” con la que se espera, mediante una secuencia de actividades, alcanzar un aprendizaje de las “habilidades, actitudes y conceptos que

se consideran deseables “(...) para que los alumnos adquieran el conocimiento en un tema específico en un momento determinado motivados y orientados por el docente”. La unidad didáctica surge como un conjunto de actividades, estrategias, o momentos pedagógicos a través de los cuales el profesor busca que sus estudiantes aprendan algo en el aula. En su estructura la Unidad Didáctica busca integrar una propuesta que contenga una secuencia clara de actividades que permitan al docente el suministro de información y el aporte de textos representativos para la formación del estudiante.

### **Características de una unidad didáctica**

En resumen, podemos extraer algunas ideas sobre las **características de una Unidad Didáctica**:

1. Las unidades didácticas son un medio de concreción de la programación didáctica.
2. Una Unidad Didáctica integra los elementos de la programación docente para periodos pequeños de tiempo.
3. La Unidad Didáctica desarrolla las actividades de enseñanza-aprendizaje que se ejecutarán en clase.
4. Toda Unidad Didáctica se subdivide en sesiones y se orienta hacia la consecución de objetivos y competencias.
5. El diseño de cualquier Unidad Didáctica está adherido al contexto del aula.
6. El conjunto de unidades didácticas aporta coherencia y significado al proceso de enseñanza-aprendizaje.

## 8 METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la Unidad didáctica, se realizó de manera inicial un reconocimiento de las instituciones educativas del Municipio de Ramiriquí. Una vez identificadas, se realizó una aproximación a cada una de ellas, para así poder conocer cada uno de los proyectos educativos institucionales. Con dichos documentos, se procedió a identificar cuáles aspectos fundamentales de la propuesta educativa podían ser potenciados a través del desarrollo de una Unidad Didáctica en astrobiología.

Así mismo, se realizó una búsqueda bibliográfica para identificar las temáticas relevantes de la astrobiología a ser abordadas en la Unidad Didáctica, así como los estándares básicos de competencias de ciencias naturales, ciencias sociales, lenguaje y artísticas, correspondientes al ciclo I. Esto con el fin de articular temáticas que permitieran el desarrollo de competencias coherentes con el ciclo de aprendizaje.

Adicionalmente, se realizó una búsqueda bibliográfica en torno al constructivismo y en particular en torno al enfoque de pensamiento visible, para de allí poder trabajar con la metodología de las rutinas de pensamiento como una base para la implementación de la unidad didáctica, ya que esta favorece la identificación de momentos, así como la recolección de evidencias sujetas de ser evaluadas. De la revisión realizada, se seleccionaron cuatro rutinas que eran pertinentes al ciclo propuesto y a cada una de las competencias a trabajarse.

Posteriormente se estructuró la Unidad Didáctica incorporando los elementos disciplinares, pedagógicos, metodológicos y evaluativos. Estos últimos a la luz de los estándares básicos de competencias que se querían alcanzar con los estudiantes en el municipio de Ramiriquí.

Finalmente, la Unidad Didáctica fue sometida a una valoración por pares académicos, donde se encuentran profesionales que trabajan en el campo de la astrobiología, así como docentes y docentes en formación, que han tenido experiencia en el trabajo con el ciclo I. Para lo cual se desarrolló el instrumento de validación que se presenta en la Tabla 1. Lo pares académicos fueron pares académicos doble ciego y se seleccionó una muestra que fuera equivalente a

mínimo el 50% del número de docentes que imparten clases en el ciclo I en las instituciones de interés.

**Tabla 1.** Instrumento de validación por pares Unidad didáctica

<b>Validación Unidad Didáctica – Pares</b>
El presente formulario tiene como objetivo recoger las valoraciones de los diferentes pares evaluadores de la unidad didáctica de astrobiología, en el marco del desarrollo de un trabajo de grado de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia.
Por favor indique el área de conocimiento de su formación: <ul style="list-style-type: none"><li>• Biología</li><li>• Geología</li><li>• Física</li><li>• Ciencias Naturales</li><li>• Educación</li></ul>
En relación a la pertinencia de la unidad didáctica de astrobiología para el ciclo I, usted considera que es: <ul style="list-style-type: none"><li>• Pertinente</li><li>• No pertinente</li><li>• Parcialmente pertinente</li></ul>
Basado en la pregunta anterior, justifique su respuesta:
¿Considera que los estándares básicos de competencias planteados para la evaluación se pueden alcanzar en función de las actividades planteadas en la unidad didáctica? Por favor seleccione un indicador de 1 a 5. <ul style="list-style-type: none"><li>• 1. No alcanzables</li><li>• 2. Probablemente no se alcancen</li><li>• 3. Pueden alcanzarse algunos</li><li>• 4. La mayoría son alcanzables</li><li>• 5. Son alcanzables</li></ul>
Segun su experiencia en implementaciones con este ciclo ¿Considera que las actividades están acorde al ciclo propuesto?

- Si
- No
- Parcialmente

De acuerdo a la pregunta anterior, por favor justifique su respuesta:

De acuerdo a sus conocimientos sobre astrobiología ¿Considera que los contenidos permiten cumplir los objetivos de la Unidad Didáctica?

- Si
- No
- Parcialmente

De acuerdo a su respuesta anterior, por favor justifique:

## 9 RESULTADOS

Como resultado del presente trabajo se desarrolló la unidad didáctica que se presenta en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Unidad didáctica de astrobiología


<b>UNIDAD DIDÁCTICA DE ASTROBIOLOGÍA</b>
<b>Ciclo I:</b> Grados 1-3 de primaria
<b>Objetivo didáctico general:</b> Reconocer los campos de estudio de la astrobiología y su relación con otras áreas del conocimiento.
<b>Objetivos didácticos específicos:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Relacionar las características de los ambientes del planeta Tierra donde es posible la vida, con otros lugares del Sistema Solar.</li><li>2. Reconocer los organismos extremófilos y sus características.</li><li>3. Analizar el concepto de vida y su relación con la astrobiología.</li></ol>
<b>Contenidos:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Astrobiología</li><li>2. ¿Qué es la vida?</li><li>3. Organismos extremófilos</li><li>4. Nuestro Sistema Solar</li></ol>
<b>Metodología:</b> Para el desarrollo de la Unidad Didáctica se trabajará a partir de una metodología activa, donde por medio de rutinas de pensamiento, se guiarán los diferentes momentos de cada una de las sesiones, teniendo como referencia a Ritchart y colaboradores (2014),
<b>Actividades y metodología:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. <b>Astrobiología:</b> Para esta sesión se trabajará a partir de la rutina 1,2,3 puente, desarrollando los siguientes momentos:<ol style="list-style-type: none"><li>a. Los estudiantes observarán un video previamente preparado y denominado “Astrobiología: la vida en el universo”.</li></ol></li></ol>

- b. Luego de ver el video, cada uno de los estudiantes creará una historia con dibujos, sobre cómo se imaginan la vida en otros lugares diferentes al planeta Tierra.
- c. Se desarrollarán preguntas a los estudiantes sobre el tamaño de esos seres vivos y sus características. Los estudiantes modelarán con plastilina cómo se imaginan que pueden ser esos seres vivos microscópicos ¿Se mueven? ¿Qué formas tienen? ¿Conocen algún ser vivo microscópico? ¿Saben si estos microorganismos son beneficiosos o no para el ser humano?
- d. Finalmente, el docente conversará con los estudiantes sobre cómo estas preguntas pueden ser respondidas por diferentes ciencias y como la integración de estas aporta al desarrollo de la astrobiología.

## **2. ¿Qué es la vida?**

Para la sesión se trabajará a partir de la rutina de pensamiento “veo, pienso y me pregunto”, desarrollando los siguientes momentos:

- a. Se realizará un recorrido con los estudiantes por los jardines o plantas que estén disponibles en el colegio. Con ayuda de una lupa tratarán de observar pequeños animales que no se pueden distinguir a simple vista, así como partes de las plantas, tales como hojas, flores, frutos y semillas.
- b. Se les formularán preguntas a los estudiantes ¿Cuáles son las características de los seres vivos? ¿Cómo influye el agua en los seres vivos? ¿Puede haber seres vivos en una gota de agua? Las cuales detonarán reflexiones en torno a qué es la vida y sus características.
- c. Finalmente, con ayuda de un microscopio, se pondrá una gota de agua y se realizará una observación, donde los estudiantes plantearán preguntas sobre lo que observan.

## **3. Organismos extremófilos**

Para la sesión se trabajará en torno a la rutina el juego de la explicación, donde se desarrollarán los siguientes momentos:

- a. Se presentarán imágenes a los estudiantes donde se puede observar una persona asoleándose y con la piel enrojecida, una persona en la nieve con muchas capas de ropa, una persona cocinando en una olla de agua caliente y una persona comiendo algo muy salado.

- b. Los estudiantes darán explicaciones de lo que observan y por qué ocurre cada situación de la imagen.
- c. Luego de las explicaciones se mostrarán imágenes de seres vivos que soportan o necesitan alta radiación, alta temperatura, baja temperatura y alta salinidad, contándoles qué tipo de condiciones ambientales pueden tolerar los diferentes seres vivos que se están presentando.
- d. A continuación, los estudiantes explicarán cuales son las posibles características que tienen los diferentes seres vivos que les permite tolerar esas condiciones extremas.

#### 4. **Nuestro Sistema Solar**

Para el trabajo de la sesión, se abordará la rutina de pensamiento “conectar, extender y desafiar”, donde se tendrán los siguientes momentos:

- a. Se presentarán descripciones de algunos planetas y lunas del Sistema Solar, donde los estudiantes podrán identificar las características de cada uno de estos lugares.
- b. Los estudiantes, usando material reciclado, realizarán una maqueta para compartir cómo sería una nave espacial o un traje que pueda llegar y protegerlos en las condiciones de uno de los planetas o lunas.
- c. Posteriormente se narra una historia, donde los estudiantes deberán completar y contar cuales son las características que tendrían unos posibles seres vivos en dicho planeta o luna.

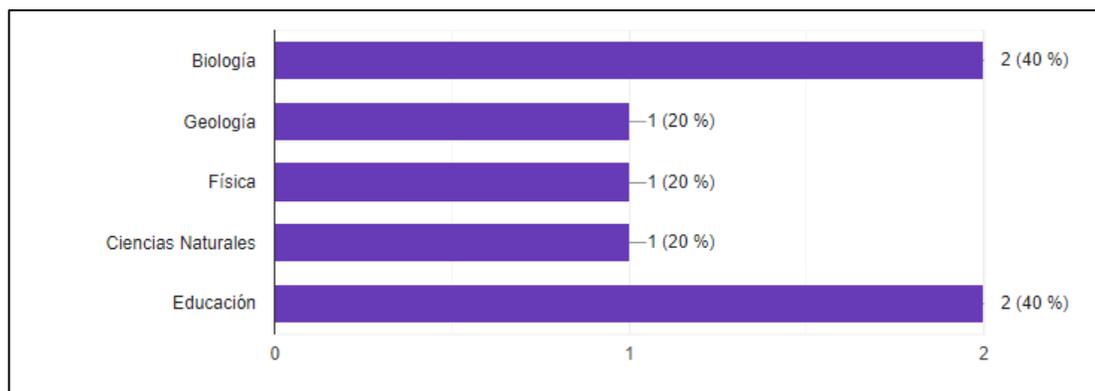
#### **Evaluación:**

Para la evaluación se realizará una hetero evaluación cualitativa, donde, por medio de las evidencias recolectadas en las implementaciones de cada sesión, se revisará acorde a los estándares básicos de competencias, los niveles alcanzados así:

Competencias en ciencias naturales:		Competencias en Ciencias Sociales:		Competencias en lenguaje:		Competencias artísticas:	
Nivel	Descriptor	Nivel	Descriptor	Nivel	Descriptor	Nivel	Descriptor
1	Identifico y describo la flora, la fauna, el agua y el	1	Me ubico en el entorno físico y de representación, utilizando referentes	1	Utilizo, de acuerdo con el contexto, un vocabulario adecuado	1	Disfruto al relacionarme con las obras artísticas y ejercicios

	suelo de mi entorno		espaciales como arriba, abajo, dentro, fuera, derecha, izquierda		para expresar mis ideas		realizados en clase
2	Explico adaptaciones de los seres vivos al ambiente	2	Reconozco y describo las características físicas de las principales formas del paisaje	2	Describo personas, objetos, lugares, etc., en forma detallada	2	Relaciono y exploro las formas expresivas con proyecciones emotivas o anecdóticas propias o procedentes de mi entorno
3	Identifico patrones comunes a los seres vivos	3	Establezco relaciones entre paisajes naturales y paisajes culturales	3	Expongo y defiendo mis ideas en función de la situación comunicativa	3	Apropio los ejercicios de sensibilización como forma de analizar, comprender y refinar mi percepción.

Como resultado de la evaluación por cinco pares de la Unidad Didáctica en astrobiología se obtuvo que algunos de los pares marcaron más de una opción a la pregunta uno y que adicionalmente se tuvo representación de los campos de conocimientos abordados en la unidad didáctica, tal y como se puede observar en la Figura 4.



**Figura 4.** Área de conocimiento de la formación de los pares evaluadores

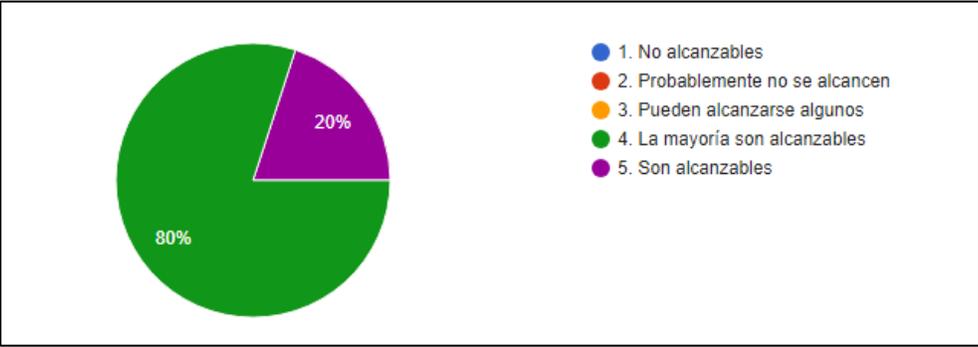
En relación a la pertinencia de la Unidad Didáctica de astrobiología para el ciclo 1, se consideró por la totalidad de los pares que era pertinente. Teniendo en cuenta la justificación que se presenta en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Pertinencia de la Unidad Didáctica de astrobiología para el ciclo I

#Par evaluador	Justificación de la pertinencia
1	Debido a que los conceptos básicos de astrobiología que se trabajaron con los estudiantes están orientados a comprender los principios fundamentales de esta disciplina, considero que la Unidad Didáctica es pertinente y adecuada para el tipo de público objetivo para la cual dicha unidad está pensada.
2	Traer la astrobiología en estos grados resulta pertinente, debido a que se recogen diferentes disciplinas y áreas de los conocimientos que permiten el desarrollo de competencias de forma transversal en los niños y niñas, además de plantear conversaciones relevantes y trascendentales sobre el concepto de la vida y lo vivo.
3	Los objetivos planteados son adecuados, los contenidos son adecuados y las rutinas de pensamiento se ajustan al enfoque de pensamiento visible. Las actividades son coherentes con los objetivos.
4	El tema permite explorar desde una base muy simple un mundo complejo por partes.
5	La línea temática, actividades asociadas y dinámicas propuestas, son pertinentes dada la relevancia de los temas, los cuales son de gran importancia para los ciclos propuestos por su impacto para los niños, la forma en cómo pueden relacionar todo lo visto con su vida cotidiana, su entorno y por supuesto las preguntas y pensamientos que pueden surgir. Fomentando, de esta forma, la curiosidad y la participación de los grupos en un tema de interés, el cual es la vida y su relación con el universo, una

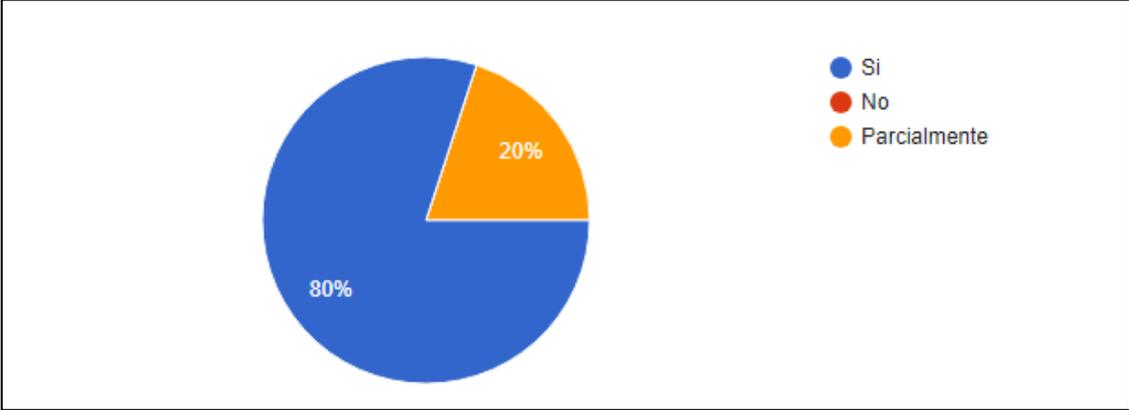
	temática inter y transdisciplinar que propiciará un entorno experiencial e integral para todos los participantes.
--	---

Acerca de la pregunta sobre si los estándares básicos de competencias planteados en la evaluación son alcanzables con lo planteado en la Unidad Didáctica, se obtuvieron las respuestas que se presentan en la Figura 5.



**Figura 5.** Posibilidades de alcance de los estándares básicos de competencia con el planteamiento de la unidad didáctica.

Sobre la pregunta de si las actividades se encuentran acorde al ciclo en el cual se está planteando, se obtuvieron las respuestas de la Figura 6 y la Tabla 4.



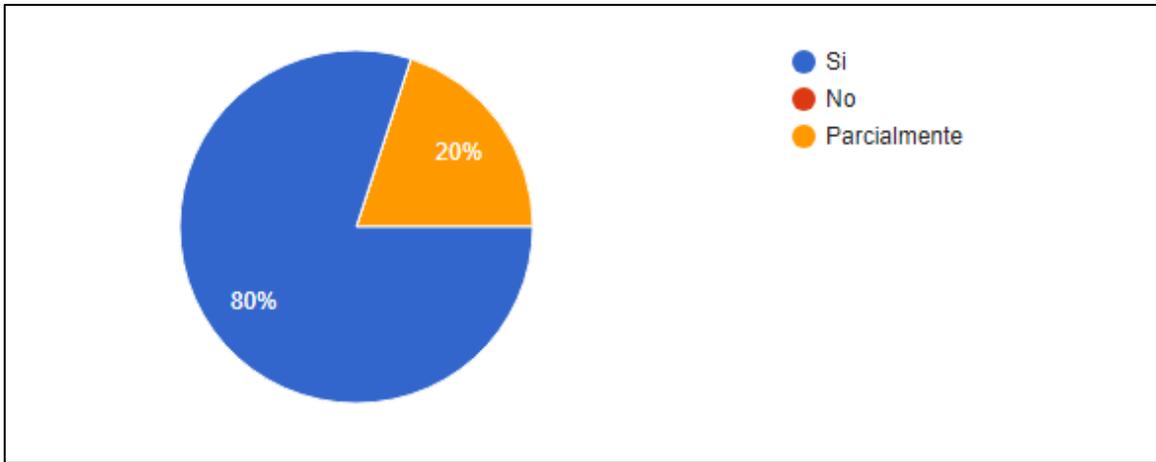
**Figura 6.** Las actividades están acorde al ciclo para el cual se propone.

**Tabla 4.** Pertinencia de las actividades propuestas con el ciclo en el cual se propone

#Par evaluador	Justificación de la pertinencia
1	Las actividades y rutinas de pensamiento propuestas para afianzar los conocimientos en temas de astrobiología y el manejo básico de los conceptos

	asociados, tiene un objetivo claro y están bien estructuradas, por lo que la implementación de dichas actividades contribuyen al fin último de un ambiente de aprendizaje.
2	Teniendo en cuenta que esta unidad didáctica se plantea Ciclo 1 (grados 1 - 3 de primaria), algunas de las experiencias pedagógicas plantean momentos que podrían tornarse pasivos para la población objetivo.
3	Las rutinas de pensamiento son una buena herramienta para abordar temas complejos con los estudiantes, especialmente en edades tempranas. Es recomendable manejar muy bien algunos conceptos que pueden llegar a ser muy abstractos por lo que se necesitan muy buenas explicaciones y ejemplos cotidianos y cercanos.
4	La actividad de los extremófilos podría no llegar a entenderse.
5	Los grupos de ciclo 1 presentan de forma general una curiosidad activa, interés por la exploración y el descubrimiento además de una imaginación propia de los niños. Dada esta premisa, las actividades propuestas son adecuadas para ser implementadas con los niños de primero a tercero de primaria, las cuales fomentarán el uso de las habilidades e intereses de los participantes.

En relación a la pregunta sobre si los contenidos seleccionados permiten el cumplimiento de los objetivos de la Unidad Didáctica, se obtuvo como resultado de los pares lo que se observa en la Figura 7 y en la Tabla 5.



**Figura 7.** Pertinencia de los contenidos en el cumplimiento de los objetivos de la Unidad Didáctica.

**Tabla 5.** Pertinencia de los contenidos en el cumplimiento de los objetivos de la Unidad Didáctica

#Par evaluador	Justificación de la pertinencia
1	Tal como se plantea la unidad didáctica, los conceptos a trabajar y la metodología propuesta aporta a que los estudiantes, e incluso, otro tipo de público asistente a espacios no convencionales, puedan apropiar los conceptos más fundamentales de la astrobiología y comprenderlos.
2	Siendo el reconocimiento de los campos de estudio de la astrobiología y su relación con otras áreas del conocimiento el objetivo general de la Unidad Didáctica, considero que los contenidos y la metodología planteada permiten construir relaciones profundas con el concepto de la vida y reconocer características de su presencia en el planeta Tierra en diferentes condiciones. Por lo tanto es posible que el desarrollo de esta unidad puede cumplir con los objetivos planteados.
3	Las diferentes actividades permiten cumplir uno por uno los objetivos didácticos específicos. Se destaca que el alcance que proponen los objetivos son de reconocimiento en su mayoría, lo que es pertinente con el ciclo de implementación y los estándares básicos de competencias.

4	Considero que el concepto de extremófilo es algo complejo para alguien tan pequeño y que podría no entenderse la actividad frente a reconocer la vida extrema.
5	La astrobiología es un área del saber inter y transdisciplinar que se integra con diferentes ciencias y disciplinas para cumplir sus objetivos, los cuales giran en torno al estudio de la vida en el universo, su origen y distribución. Dado lo mencionado anteriormente, los temas propuestos están alineados de forma directa con la astrobiología y sus bases, dando alcance al cumplimiento de los objetivos propuestos en la Unidad Didáctica.

## 10 DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta el planteamiento de la Unidad Didáctica y la retroalimentación recibida por parte de los pares académicos, es necesario considerar la forma como la metodología se puede dinamizar en función de la transposición didáctica de los contenidos por parte del docente a implementarla, así como los demás recursos naturales propios del contexto local de Ramiriquí, tales como el paisaje del municipio, las montañas que lo rodean, así como las especies vegetales que se pueden encontrar en la plaza principal.

En relación a la transposición didáctica de contenidos, Pellón y colaboradores (2009) plantean que el mayor obstáculo para que esta se pueda desarrollar de manera efectiva, corresponde a que en la mayoría de los casos los docentes se apartan del reconocimiento de los contextos de los estudiantes. Por su parte, Beltrán y colaboradores (2018), afirman que en la mayoría de los casos la transposición didáctica de los contenidos no se logra ya que los docentes asumen una postura conductista y descontextualizada.

Es así que, si bien el concepto de extremófilo puede parecer complejo para el abordaje con los estudiantes de ciclo I, el reconocimiento de los contextos de los estudiantes, así como permitir los espacios de diálogo, favorecerían la transposición didáctica de contenidos. Es por esto que las actividades incorporan elementos que les son fácilmente reconocibles, como lo son fotografías de personas en contextos claros, lo cual favorece el auto reconocimiento como ser vivo y las adaptaciones que se pueden lograr a los diferentes entornos naturales.

Por otro lado, y atendiendo a que la temperatura promedio del municipio es de 15°C, es posible dar discusiones contextualizadas con los estudiantes, si se tiene en cuenta que los organismos psicrófilos (aquellos que necesitan de bajas temperaturas para crecer) tienen como límite superior de crecimiento esta temperatura. Esto, por incorporar un ejemplo de las posibles contextualizaciones que permite la ubicación geográfica.

De igual manera, Ramírez (2005), habla de la necesidad de saberes previos y necesidades de los aprendizajes, donde la astrobiología tiene la fortaleza de estar integrada con varias áreas del conocimiento, con lo cual los saberes que el

estudiante ha podido desarrollar en las clases de ciencias naturales, lenguaje y ciencias sociales, podrían favorecer los procesos de accesibilidad y comprensibilidad de los contenidos complejos por parte de los estudiantes.

En relación a la observación recibida sobre los momentos que podrían tornarse pasivos para estudiantes de ciclo I, se reconoce que algunos de los momentos planteados en las sesiones podrían presentar un ritmo más lento que otro. No obstante, este cambio de ritmo en las dinámicas de la sesión no implica que no se esté permanentemente trabajando desde una metodología activa, toda vez que la unidad didáctica está planteada a partir de una rutina de pensamiento que guía la sesión en su totalidad. Por el contrario, los momentos que se podrían tornar pasivos, corresponden a momentos intencionados donde los estudiantes pueden compartir sus saberes y realizar ejercicios colaborativos, los cuales favorecen el afianzamiento de conceptos (Murillo, 2007).

## **11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En este trabajo de grado se realizó el planteamiento de una unidad didáctica de astrobiología y se recibió la retroalimentación de pares académicos, que identificaron que, efectivamente, la unidad es pertinente. Se hace necesario pensar a futuro en la posible implementación, que permita identificar si la unidad, efectivamente permite el desarrollo de las competencias planteadas. No obstante, al no ser un objetivo del presente trabajo se deja a discreción de los docentes que podrían estar interesados en implementar la unidad.

## 12 REFERENCIAS

Aguilera, J. (2017) Libro el origen de la vida, la aparición de los primeros microorganismos RBA libros, Barcelona España

Alberts, B., Bray, D., & Hopkin, K. (2006). Introducción a la biología celular. Ed. Médica Panamericana.

Alcaldía Municipal de Ramiriquí, Boyacá (2022) Nuestro municipio. Gobierno de Colombia.

American School Alfonso Dunant (2011) Proyecto Educativo Institucional. Ramiriquí.

Arias, J. (2017). Problemas y retos de la educación rural colombiana. Educación y ciudad (33), 53-62.

Astudillo López, S. (2015). Diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del inglés como lengua extranjera utilizando el storytelling para el desarrollo de la competencia comunicativa y del pensamiento crítico en niños de grado transición (Doctoral dissertation).

Ausubel, D.P. (1968). Educational Psychology: A cognitive view. New York: Holt, Rinehart and Winston - Ausubel, D.P; Novak, J.D. y Hanesian, H. (1978). Educational Psychology: A cognitive view. (2ª ed). New York: Holt, Rinehart and Winston. Traducción castellana: Ausubel, D.P; Novak, J.D. y Hanesian, H. (1997). Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo. Méjico: Trillas.

Ausubel, D.P., Novak, J.D. y Hanesian, H. (1983). Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. México: Trillas

Barreto C, Ramírez P, y Romero Y (2019), Articulación entre estilos de aprendizaje y el desarrollo de estrategias de enseñanza en profesores en el ejercicio de la ciencia en la Guajira- Colombia, escritos sobre la Biología y su enseñanza 420, 430.

Beltrán Véliz, J., Aburto, B., & Peña, S. (2018). Prácticas que obstaculizan los procesos de transposición didáctica en escuelas asentadas en contextos vulnerables: Desafíos para una transposición didáctica contextualizada. Revista Educación, 42(2), 335-355.

Benner, S. A. (2010). Defining life. *Astrobiology*, 10(10), 1021-1030.

Bolaño (2020) El constructivismo: modelo pedagógico para la enseñanza de las matemáticas. *Revista Educare Volumen 24* (3).

Brack, M. Troublé (2010) Defining life: connecting robotics and chemistry. *Orig. Life Evol. Biosph.*, 40 (2) (2010), pp. 131-136

Builes, C. (2017). Hacia una cultura ecosófica, una propuesta desde el pensamiento de agosto ángel maya. Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín.

Burchell, M., Dartnell, L. (2009). *Astrobiology in the UK*. *Astronomy & Geophysics*, 50(4), 27-30. DOI : 10.1111/j.1468-4004.2009.50427.x

Carrapico, F. J., Lourenço, A., Fernandes, L., & Rodrigues, T. (2002, February). Journey to the origins: the astrobiology paradigm in education. In *Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology IV* (Vol. 4495, pp. 295-300).

Carrero, M. & González, M. (2016). La educación rural en Colombia: experiencias y perspectivas. *Revista Praxis Pedagógica*. Vol. 16, N° 19, pp. 79-89.

Disponible en:

<https://revistas.uniminuto.edu/index.php/praxis/article/view/1377/1312>.

Recuperado el 07 de mayo de 2023.

Cockell, C. S. (1999). Life on venus. *Planetary and Space Science*, 47(12), 1487-1501.

Cornare 2020. Cátedra para la educación para la cultura ambiental, grado 2. Modulo Aire, apoyada por EPM.

Dávila Newman, G. (2006). El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales. *Laurus*, 12, 180-205.

D'Antoni, H. L. (2005). Astrobiología, el origen de la vida y el cambio global. *Acta bioquímica clínica latinoamericana*, 39(3), 381-394.

Díaz Moreno, N., & Jiménez-Liso, M. R. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9, 54-70.

Diéguez, A. (2008). ¿ Es la vida un género natural? Dificultades para lograr una definición del concepto de vida.

Dinov, I. (2008). Integrated, Multidisciplinary and Technology Enhanced Science Education: The Next Frontier. *Journal of Online Learning and Teaching*, 4(1), 84-93

Driscoll, P. E., & Barnes, R. (2015). Tidal heating of Earth-like exoplanets around M stars: thermal, magnetic, and orbital evolutions. *Astrobiology*, 15(9), 739-760.

Escamilla, A. A., Peñaloza, N. P., & Rodríguez, E. M. (2017). Estrategia de enseñanza para favorecer la comprensión del valor posicional. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 6(1), 1-31.

Fernández, J., González, G., & Moreno Jiménez, T. (2005). La modelización con analogías en los textos de ciencias de Secundaria.

Funes J, Lares M, Abrevaya X (2023) Libro La búsqueda de la vida extraterrestre inteligente: un enfoque interdisciplinario. Universidad Católica de Córdoba Argentina.

García C (2011) Unidades didácticas como apoyo a la enseñanza de las ciencias naturales el caso de la dinámica de poblaciones en grado noveno. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

García Tuberquia, L. A. (2019). Aportes a la enseñanza de la astrobiología desde un enfoque CTSA: reflexiones desde mi práctica pedagógica en la Institución Educativa América. Universidad de Antioquia, Medellín.

Gatica, O. F. El aprendiz del hechicero: crítica de Henry Thoreau al positivismo. *Compilación de textos jornadas de investigación de profesores de sociología*, 2013, 98.

Gómez, F., & Parro, V. (2012). Applications of extremophiles in astrobiology: habitability and life detection strategies. In *Adaption of Microbial Life to Environmental Extremes: Novel Research Results and Application* (pp. 199-229). Vienna: Springer Vienna.

Hall, J. & Guyton, A. (2011). *Textbook of medical Physiology*. Saunders Elsevier: Philadelphia (Twelfth Edition edición). p. 9

Hansson Lena, Redfors Andreas (2013). Lower Secondary Students' Views in Astrobiology. Kristhian University Sweden, Springer Science Business Media Dordrecht

Harvard (2019), Proyecto Zero, Visible Thinking, Universidad de Harvard, USA

Horneck G, Walter N, Westall F (2016). AstRoMap European Astrobiology Roadmap. Astrobiology Volume 16, Number 3, 2016 Mary Ann Liebert, Inc. DOI: 10.1089/ast.2015.1441.

Ibáñez, G. (1992). Planificación de unidades didácticas: una propuesta de formalización. Aula de innovación educativa, (1), 13-15.

Instituto Nacional del cáncer USA (2023) desde internet: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/celula>

Instituto Técnico José Ignacio de Márquez (2006) Proyecto Educativo Institucional. Ramiriquí.

IAU (International astronomical Union) (2012) About the IAU. Paris.

Jorquera, M. A., Graether, S. P., & Maruyama, F. (2019). Editorial: Bioprospecting and Biotechnology of Extremophiles. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, <https://doi.org/10.3389/fbioe.2019.00204>

Joya, S. C. M. (2019). Gastronomía: patrimonio cultural de Ramiriquí como promotor del turismo. Revista Vinculando.

Krasimirova L (2020) Los microorganismos extremófilos y sus aplicaciones biotecnológicas, Trabajo de grado para optar el título de Biólogo Universidad de salamanca. España.

Lamata, R., Domínguez, R. (2003) La construcción de procesos formativos en educación no formal. Madrid: Narcea.

Leal, M., Escobar, J., Amaris, A., Saavedra, F., Tovar, D., Delgado, C., . . . Álvarez, N. (2015). Temas selectos en Astrobiología. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Leal, M. A., Tovar, D., Valbuena, M., Guerra, Y., Sánchez, J., & Molina, C. A. (2023). The Transdisciplinary Nature of Astrobiology as a Transversal Axis of the

Educational Processes at the Planetarium of Bogota. *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica Serie de Conferencias (RMxAC)*, 55, 29-34.

Londoño, G. (2018). La astrobiología como estrategia didáctica para generar actitudes positivas hacia las ciencias experimentales y sociales. Corporación universitaria Minuto de Dios. Pag 145 a 152. Bogotá.

Luisi, P. L. (1998). About various definitions of life. *Origins of Life and Evolution of the Biosphere*, 28, 613-622.

Lunine, J. I., & Atreya, S. K. (2008). The methane cycle on Titan. *Nature Geoscience*, 1(3), 159-164.

Margulis, L., & Sagan, D. (2000). *What is life?*. Univ of California Press.

Martin, W., Baross, J., Kelley, D., & Russell, M. J. (2008). Hydrothermal vents and the origin of life: *Nature Reviews Microbiology*, v. 6.

MEN (Ministerio de Educación Nacional). (1989). *Ley General de Educación*. Gobierno de Colombia.

MEN (Ministerio de Educación Nacional). (2004). *Estándares de ciencias naturales*. Santa fe de Bogotá.

MEN (Ministerio de Educación Nacional). (2017), *Mallas de aprendizaje en ciencias naturales*, Documento para la implementación de los DBA, Gobierno de Colombia.

MEN (Ministerio de Educación Nacional). (2017). *Derechos Básicos de Aprendizaje de Ciencias Naturales*. Santa Fe de Bogotá.

Murillo Estepa, P. (2007). *Nuevas formas de trabajar en la clase: metodologías activas y colaborativas*. El desarrollo de competencias docentes en la formación del profesorado.

National Aeronautics and Space Administration-NASA. (2015). *Astrobiology strategy*. Washington D.C.: National Aeronautics and Space Administration-NASA.

OCDE. (2016). *Education in Colombia, Reviews of National Policies for education*. París: OCDE Publishing.

Oreiro, R. & Solbes, J. (2015). Evaluación de la enseñanza de la Astrobiología en Secundaria: análisis de libros de texto y opiniones de profesores en formación. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (29), 247-274.

Ordoñez C, (2010) desempeño auténtico de la educación. En Ordoñez C, y Castaño A, Pedagogía y didáctica (pág. 151-160) Quito: Ministerio de Educación

Ortiz, D. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophia*, (19), 93-110.

Papalia, D., Wendkos, S., Duskin, R. (2007) Desarrollo humano. México D.F.: McGraw-Hill Interamericana.

Pellón Arcaya, M., Mansilla Sepúlveda, J., & San Martín Cantero, D. (2009). Desafíos para la transposición didáctica y conocimiento didáctico del contenido en docentes de anatomía: obstáculos y proyecciones. *International Journal of Morphology*, 27(3), 743-750.

Proyecto Zero, (2021) Pensamiento Visible. [http://www.pz.gse.harvard.edu/visible\\_thinking.php](http://www.pz.gse.harvard.edu/visible_thinking.php)

Piaget, J (1969) Psicología y pedagogía Barcelona, Ariel.

Piaget, J. (1978). La equilibración de las estructuras cognitivas. Madrid: Siglo XX

Planetario de Bogotá (2018). Convocatoria para participar en el programa de semilleros de astronomía. IDARTES. Bogotá

Plaxco, K. W., & Gross, M. (2006). *Astrobiology: A brief introduction*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore.

Podadera G, Carrión L (2018) Lynn Margulis, Su vida y obra. Junta de Andalucía.

Portilla, J. G. (2011). El planeta tierra como un receptáculo de vida: ¿ un planeta corriente o una rareza en el universo?. *Acta Biológica Colombiana*, 16(3), 3-14.

Pulgar, J. (2005) Evaluación del aprendizaje no formal. Recursos prácticos para el profesorado. Madrid: Narcea.

Ramírez, R. (2005). Aproximación al concepto de transposición didáctica. *Revista Folios*, (21), 33-45.

Redfors, K., Hansson, L., Rosberg, M. (2009). Socio-scientific collaborative inquiry in Astrobiology. European Science Education Research Association 2009 Conference

Ritchhart, R., Church, M., & Morrison, K. (2014). Hacer visible el pensamiento. Cómo promover el compromiso, la comprensión y la autonomía de los estudiantes.

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walweg-Henriksson, H., Hemmo, V. (2007). Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe. Belgium: European Communities.

Rodrigues, T., & Carrapiço, F. (2005). Teaching astrobiology: a scientific and a cultural imperative. In *Astrobiology and Planetary Missions* (Vol. 5906, pp. 146-149). DOI: 10.1117/12.617594.

Rodrigues, T. Y Carrapiço, F. (2006). How can we teach astrobiology and survive? *Proceedings of SPIE*, 6309. DOI: 10.1117/12.681950

Rodríguez J, (2015) Localización departamental, Departamentos de Colombia, por los caminos de Colombia.

Romero V, 2014 Termodinámica, recuperado desde internet el 29 de junio de 2023: <https://www.fisica.unam.mx/personales/romero/TERMO2014/TERMO-NOTAS-2014.pdf>

(Romero Y, Pulido G, 2017) Incidencia de las rutinas de pensamiento en el fortalecimiento de habilidades científicas: observar y preguntar en los estudiantes de grado cuarto, ciclo II Institución Educativa Colegio Rural José Celestino Mutis, desde internet: [https://repositorio.idep.edu.co/bitstream/handle/001/2281/Premio\\_Innovacion\\_2015\\_p\\_59-74.pdf?sequence=1](https://repositorio.idep.edu.co/bitstream/handle/001/2281/Premio_Innovacion_2015_p_59-74.pdf?sequence=1)

Salado N (2012) Artículo Ambientes termales: evidencias de actividad biológica en sistemas termales fósiles (vetas epitermales) y actuales en la laguna Incachule, Puna Salteña. IBIGEO-CONICET, Museo de Ciencias Naturales y Facultad de Ciencias Naturales-UNSa

Sanmartí, N. (2003). La unidad didáctica en el paradigma constructivista. En: *Didáctica de la disertación en la enseñanza de la Filosofía* (pp. 13–57). Bogotá D.C: Magisterio editorial.

Santos, C. M. D., Alabi, L. P., Friaça, A. C., & Galante, D. (2016). On the parallels between cosmology and astrobiology: a transdisciplinary approach to the search for extraterrestrial life. *International Journal of Astrobiology*, 15(4), 251-260.

Schulte, A., & Walker, B. (2016). *Self studies in rural teacher education*. Heidelberg: Springer.

Serrano, J., Pons, R. (2011) El Constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación, Artículo, *Revista Electrónica de investigación educativa*.

Simakov, M. (2012). Astrobiology of Titan. In *Life on Earth and other Planetary Bodies* (pp. 323-344). Dordrecht: Springer Netherlands.

Solbes, J., Vilches, A. (2004). El papel de las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente en la formación ciudadana. *Enseñanza de las Ciencias*, 22, 337-348.

Solbes, J., Palomar, R. (2013). Dificultades del aprendizaje de la astronomía en secundaria. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 35(1), 1004-1-1004-12.

Staley, J.T. (2003). Astrobiology, the transcendent science: the promise of astrobiology as an integrative approach for science and engineering education and research. *Current opinion in Biotechnology*, 14, 347-354. DOI: 10.1016/S0958-1669(03)00073-9

Thombre, R. S., Vaishampayan, P. A., & Gomez, F. (2020). Applications of extremophiles in astrobiology. In *Physiological and biotechnological aspects of extremophiles* (pp. 89-104). Academic Press.

Thoureau, H. (2011). *Sobre la desobediencia civil*. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín.

Tikhov, G. A. (1953). *Astrobiology*. Molodaya gvardia (Young Guard) Moscow: Publishing House.

Torres, N., Solbes, J. (2014). Pensamiento crítico y cuestiones socio-científicas. Un estudio en escenarios de formación docente. *Enseñanza de las Ciencias*, 32, 701-702. DOI: <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1507>.

Trenas F (2009) temas para la educación. *Revista digital para profesionales de la enseñanza*.

Universidad Veracruzana (2018) La célula Veracruz, México.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas 2022, programa de Licenciatura en Biología, desde internet: [licbiologia.udistrital.edu.co:8080/plan-de-estudios1](http://licbiologia.udistrital.edu.co:8080/plan-de-estudios1)

Valdivia Julio (2016). La microgravedad y la Astrobiología: un enfoque multidisciplinario Revista Peruana de Divulgación Científica en Genética y Biología Molecular.

Varki, Ajit, ed. (2009). Essentials of Glycobiology (2nd edición). Cold Spring Harbor Laboratory Press.

Vygotsky, L. (1978). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Primera edición. Editorial Crítica del grupo Editorial Grijalbo. Barcelona.

Waltemathe, M., & Hemminger, E. (2019). Astrobiology in teacher training. Addressing research methodology and epistemology in humanities and social science classes. EPJ Web of Conferences, 200, 1-11.