

Propuesta didáctica interdisciplinar para la enseñanza de la Astrobiología en el semillero de astronomía Astrobosanova del colegio Bosanova de Bogotá

Rafael Antonio Fonseca Rincón

**Trabajo de grado para optar al título de
Licenciado en Ciencias Naturales y Educación Ambiental**

Grupo de Investigación: Conocimiento Profesional del Profesor en Ciencias

Director: PhD Abelino Vargas Jiménez

**Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental
Departamento de Biología
Facultad de Ciencia y Tecnología
Universidad Pedagógica Nacional**

Bogotá 2025

DEDICATORIA

“Es posible, pues, explorar la vida de un universo que forme su orden y su organización en la turbulencia, la inestabilidad, la desviación, la improbabilidad, la disipación energética”.

E. Morin, El Método.

A mi madre, mis hermanas y todas las personas que me acompañaron en este bello camino.

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia quiero agradecer al cosmos, al crecimiento de la complejidad a partir de la autoorganización y a todas esas infinitas posibilidades y decisiones que se dieron para que aquel niño que, hace años, alzaba la vista al cielo maravillado por un infinito de estrellas que no comprendía, encontrara en ese trasegar por el mundo el camino que hoy lo ha llevado hasta este punto.

Agradezco a mi madre, quien con amor, disciplina y coraje me inspiró a formarme como docente. Su constante apoyo, su cariño, su respeto por la educación y su conciencia de clase me formaron como una persona que cree firmemente en la educación pública y en su poder transformador.

A mis hermanas, por su apoyo constante y por acompañarme siempre en este camino.

A Kiara, quien me acompañó y me brindó su amor durante más de diez años, estando presente a lo largo de toda mi formación profesional.

Agradezco al profesor Abelino Vargas por acompañarme y guiarme en el camino del trabajo de grado, por sus palabras de aliento, sus ideas y su gran conocimiento. De igual manera, a la profesora Irma Catherine Bernal, cuyas enseñanzas y maneras de enseñar han sido una fuente de inspiración para mi labor docente. A ambos profesores los admiro profundamente, tanto como maestros como por la calidad humana que los caracteriza.

A mis compitas del Aula Viva Itauasuca, compañeros de batallas, de aprendizajes, de conspire y de resignificación de la naturaleza; gracias por su amistad, por las risas y por todos los momentos compartidos.

A la profesora Alejandra Oliveros del Colegio Bosanova por brindarme la posibilidad de desarrollar mi proyecto en su semillero, por las enseñanzas durante el espacio de práctica y por mostrarme que un profesor de ciencias debe ir más allá de las clases y del aula, creando

escenarios que maravillen y permitan descubrir lo increíble que es la astronomía. Toda mi admiración por su labor docente.

Por último, pero no menos importante, agradezco a la Universidad Pedagógica Nacional por cambiarme la vida, por hacerme creer en algo más, por permitirme habitarla y ahondar en tanto conocimiento, y por enseñarme que la educación es liberadora y que enseñar es, en esencia, un verdadero acto político.

A todos y todas, muchas gracias.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
1.2. Objetivos	7
1.3. Objetivo General.....	7
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
2. JUSTIFICACIÓN.....	8
3. ANTECEDENTES.....	10
4. MARCO TEÓRICO	14
4. 1. TEORÍA DEL CONSTRUCTIVISMO.....	16
4.2. TEORÍA DEL APRENDIZAJE EXPERIENCIAL DE KOLB.....	17
4.3. FUNDAMENTOS DISCIPLINARES ABORDADOS DE LA ASTROBIOLOGÍA	18
4.3.1. DEFINICIÓN DE ASTROBIOLOGÍA.....	19
4.3.2. INTERDISCIPLINARIEDAD EN LA ASTROBIOLOGÍA	20
4.3.3. ORIGEN DE LA VIDA EN LA TIERRA.....	21
4.3.4 ZONAS HABITABLES GALÁCTICAS.....	24
4.3.5. EXOPLANETAS Y AMBIENTES EXTREMOS.....	24
4.3.6. PENSAMIENTO CIENTÍFICO EN LA ESCUELA	25
5. METODOLOGÍA	27
5.1. FASE DE INDAGACIÓN DOCUMENTAL Y SELECCIÓN DE TEMAS	29
5.2. GUÍA DE INDAGACIÓN Y ACCESO A CONOCIMIENTOS PREVIOS	32
5.3. FASE DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA	33
Sesión 2 - La vida un fenómeno emergente en el universo:	37
Tabla 3: Temas sesión dos.....	38
Sesión 3 ¿De dónde vienen los elementos químicos necesarios para la vida?	38
Tabla 4: Temas sesión 3	39
Sesión 4 - Guía de laboratorio: Observación de microorganismos	39
5.4. RÚBRICAS DE EVALUACIÓN	41
5.4.1. RÚBRICAS DE EVALUACIÓN ENFOQUE CUALITATIVO Y CUANTITATIVO.....	42
5.4.2. RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE LA HISTORIETA	44
Tabla 8: Rúbrica de evaluación de la historieta	44
5.4.3. RUBRICA DE EVALUACIÓN GUÍA DE LABORATORIO.....	45
Tabla 9: Rúbrica de evaluación de la guía de laboratorio	45
5.5. VALIDACIÓN DE LAS RÚBRICAS DE EVALUACIÓN	45

5.6. CONSIDERACIONES ÉTICAS Y MANEJO DE LA INFORMACIÓN.....	46
5.7. CONTEXTUALIZACIÓN DEL ESCENARIO Y LA POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	46
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
6.1. RESULTADOS FASE DE INDAGACIÓN.....	48
6.1.2. GUÍA DE INDAGACIÓN Y ACCESO A CONOCIMIENTOS PREVIOS.....	48
6.1.3. Análisis de las respuestas de la guía implementada en el curso 501.....	53
6.1.4. Reflexión comparativa de la guía de indagación a conocimientos previos.....	56
6.1.5 Discusión teórica.....	56
6.2. RESULTADOS DE LA FASE DE IMPLEMENTACIÓN.....	57
6.2.1. Sesión dos, guía #2 “la vida un fenómeno emergente en el universo”.....	57
6.2.3. Sesión tres, guía # 3 “Somos polvo de estrellas”.....	60
6.2.4. Sesión cuatro, guía # 4 Laboratorio de microscopia.....	63
6.2.5. Sesión cinco, guía # 5 Exoplanetas, Extremófilos.....	66
6.2.6. Sesión seis, guía # 6 Exoplanetas, Extremófilos y finalización de la historieta.....	69
6.3. Análisis de resultados de la fase de evaluación de la propuesta.....	71
6.3.1. Sesión # 2, Guía “La vida un fenómeno emergente”.....	72
6.3.2. Sesión # 3, Guía “Somos polvo de estrellas”.....	80
6.3.3. Sesión # 4, Guía de laboratorio.....	86
6.3.4. Guía # 5, Exoplanetas, Extremófilos, ¿Existe vida fuera de la Tierra?.....	93
6.3.5. Guía # 6 Exoplanetas, Extremófilos y finalización de la historieta.....	99
7. DISCUSIÓN.....	99
8. CONCLUSIONES.....	102
9. REFERENCIAS.....	105
10. ANEXOS.....	111
10.1 Guías Didácticas.....	111
Guía de acceso a conocimientos previos.....	111
Guía Sesión dos, guía #2 “la vida un fenómeno emergente en el universo”.....	113
Guía Sesión # 3, Guía “Somos polvo de estrellas”.....	115
Guía 4 Laboratorio de Microscopia.....	116
Sesión 5 Guía # 5, Exoplanetas, Extremófilos, ¿Existe vida fuera de la Tierra?.....	118
10.2 Evidencias Guías.....	119
Evidencia Guía 1 Acceso a conocimientos previos.....	119
Evidencia Guía Sesión dos, guía #2 “la vida un fenómeno emergente en el universo”.....	120
Evidencia Guía Sesión 3.....	121
Evidencia Guía sesión laboratorio.....	122
Evidencias Comics Exoplanetas.....	123

10.3 Consentimiento Informado.....	124
------------------------------------	-----

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 TEMAS SELECCIONADOS PARA LA PROPUESTA DIDÁCTICA	30
TABLA 2 CONTENIDO DE LA GUÍA DE INDAGACIÓN SABERES PREVIOS	36
TABLA 3 CONTENIDO SESION 2.....	37
TABLA 4 TEMAS SESIÓN 3.....	38
TABLA 5 TEMAS DE LABORATORIO.....	39
TABLA 6 TEMAS SESION 5 Y 6.....	40
TABLA 7 RUBRICA 1.....	43
TABLA 8 RUBRICA 2 HISTORIETA	44

LISTA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1, GRÁFICO 1	50
ILUSTRACIÓN 2 GRÁFICO 2:	50
ILUSTRACIÓN 3 GRÁFICO 3:	51
ILUSTRACIÓN 4 FOTO DE LA GUÍA, RESPUESTA DE ESTUDIANTE DEL SEMILLERO DE GRADO 5°	52
ILUSTRACIÓN 5 CUADRO PARA COMPLETAR INFORMACIÓN DEL SOL	53
ILUSTRACIÓN 6 CUADRO PARA COMPLETAR INFORMACIÓN DE PLANETAS.....	53
ILUSTRACIÓN 7 CAPTURA DE PANTALLA PLATAFORMA WEB	53
ILUSTRACIÓN 8 GRÁFICO 5:	55
ILUSTRACIÓN 9 CAPTURA DE PANTALLA	59
ILUSTRACIÓN 10 FOTO DEL EXPERIMENTO REALIZADO POR ESTUDIANTE DEL SEMILLERO SEGUNDA SESIÓN SEMILLERO.	60
ILUSTRACIÓN 11 FIGURA 12 PANTALLAZO SESIÓN DOS DEL SEMILLERO.....	60
12 FIGURA 13 PANTALLAZO SESIÓN 3 SEMILLERO	¡Error! Marcador no definido.
ILUSTRACIÓN 13 FOTO ACTIVIDAD SESIÓN 4 SEMILLERO 28 DE OCTUBRE DE 2024. ...	65
ILUSTRACIÓN 14 FOTO ACTIVIDAD SESIÓN 4 SEMILLERO 28 DE OCTUBRE DE 2024. ...	66
ILUSTRACIÓN 15 FOTO ACTIVIDAD SESIÓN 4 SEMILLERO 17 DE MARZO DE 2025.....	68
ILUSTRACIÓN 16 FOTO ACTIVIDAD SESIÓN 6, NUEVE DE ABRIL DE 2025.	70
ILUSTRACIÓN 17 EVIDENCIA GUÍA #2 VERSIÓN SECUNDARIA PARTICIPANTE UNO	73
ILUSTRACIÓN 18 EVIDENCIA GUÍA #2 VERSIÓN PRIMARIA, PARTICIPANTE DOS	75
ILUSTRACIÓN 19 EVIDENCIA GUÍA #2 VERSIÓN PRIMARIA, PARTICIPANTE TRES.	77
ILUSTRACIÓN 20 GRÁFICO 6	79
ILUSTRACIÓN 21, EVIDENCIA GUÍA #3 GRUPO UNO.....	80
ILUSTRACIÓN 22 EVIDENCIA GUÍA #3 GRUPO DOS.....	83
ILUSTRACIÓN 23 EVIDENCIA GUÍA #3 GRUPO TRES	84
ILUSTRACIÓN 24 EVIDENCIA GUÍA LABORATORIO MUESTRA 1.....	87

ILUSTRACIÓN 25 EVIDENCIA GUÍA LABORATORIO MUESTRA 2.....	88
ILUSTRACIÓN 26 EVIDENCIA GUÍA LABORATORIO MUESTRA 3.....	90
ILUSTRACIÓN 27 GRÁFICO 7, GUÍA 4, LABORATORIO	91
ILUSTRACIÓN 28 GRÁFICO 8, GUÍA 4, LABORATORIO	92
ILUSTRACIÓN 29 EVIDENCIA DE MUESTRA 1, GUÍA 5	93
ILUSTRACIÓN 30 EVIDENCIA DE MUESTRA 2, GUÍA 5	95

RESUMEN

El presente escrito describe un proyecto cuyo objetivo principal es desarrollar una propuesta didáctica que, mediante un enfoque holístico y basado en la comprensión de conceptos básicos de astrobiología, promueva una comprensión integral del cosmos. El público al que se dirige este proyecto de métodos mixtos, que combina enfoques cualitativos y cuantitativos, son los estudiantes del semillero de astronomía Astrobosanova del Colegio Bosanova de Bogotá.

El campo de la astrobiología, que se encuentra en pleno desarrollo dentro de las ciencias naturales, es fundamentalmente interdisciplinario y transdisciplinario. La interdisciplinariedad en este campo de conocimiento implica una estrecha colaboración e intercambio de metodologías entre las diferentes disciplinas científicas (física, química, biología, geología y astronomía) con el fin de ampliar nuestra comprensión de los fenómenos relacionados con la vida en el universo. Esta integración permite desarrollar marcos analíticos más amplios que los que se pueden crear dentro de los límites de una sola disciplina. El carácter transversal trasciende las fronteras disciplinares, vinculando las ciencias naturales y las humanidades. La astrobiología plantea cuestiones que van más allá de la investigación científica, involucrando otras dimensiones tales como: la filosófica, la educativa y la humana que enriquecen nuestra contemplación de la vida y la existencia. Además, ofrece un enfoque amplio que puede abordarse desde la formación inicial en la escuela, con el propósito de formar estudiantes con pensamiento crítico y científico, conscientes del valor intrínseco de la vida como propiedad emergente del universo, y que, desde las ciencias, exploren la posibilidad de la vida más allá de la Tierra.

Palabras clave: astrobiología, didáctica, holístico, interdisciplinar, semillero

ABSTRACT

This document presents a project whose main objective is to develop a didactic proposal that contributes to the understanding of the universe from a holistic perspective, based on the comprehension of the fundamental concepts of astrobiology. This proposal is designed using a mixed methodology with both qualitative and quantitative approaches and is directed toward the students of the *Astrobosanova* astronomy research group at Colegio Bosanova, in the city of Bogotá. It is based on the idea that astrobiology, as an emerging branch of the natural sciences, has an interdisciplinary and transdisciplinary character. On the one hand, interdisciplinarity implies deep cooperation and the transfer of methods among various scientific disciplines such as physics, chemistry, biology, geology, and astronomy in order to broaden the understanding of phenomena related to life in the universe. This integration of disciplines makes it possible to construct broader analytical frameworks than those that each field could generate separately. In turn, transdisciplinarity expands this horizon by transcending disciplinary boundaries and establishing bridges between the natural and human sciences, since the questions posed by astrobiology go beyond the scientific dimension and touch upon philosophical, educational, and human aspects. Furthermore, it offers a broad approach that can be addressed from early school education, with the purpose of fostering in students a critical and scientific mindset, an awareness of the intrinsic value of life as an emergent property of the universe, and the exploration through science of the possibility of life beyond Earth.

Keywords: astrobiology, didactic, holistic, interdisciplinary, research group

1. INTRODUCCIÓN

La astrobiología es una disciplina científica emergente que estudia el origen, evolución, distribución y futuro de la vida en el universo. Sus áreas de investigación incluyen el desarrollo de conceptos fundamentales acerca de la vida y entornos habitables que ayudan a reconocer biosferas extraterrestres que podrían llegar a ser muy distintas a la de la Tierra. (Lemarchand, G., 2010). Esta se encuentra en la intersección de diversas ciencias, como la astronomía, la biología, la química, la geología y la física; además de establecer vínculos con la filosofía y la ética. En este sentido, Andrade (2024) afirma que la astrobiología no solo amplía los límites de la ciencia, sino que también promueve la reflexión moral sobre la vida y la muerte, proporcionando nuevas perspectivas sobre cómo los seres humanos encajan en un marco cósmico más amplio. Numerosos campos del conocimiento deben interactuar e integrarse para abordar las cuestiones básicas que plantea la astrobiología, muchas de las cuales traspasan las fronteras académicas convencionales. El carácter multidisciplinario y transdisciplinario inherente a la astrobiología se deriva de esta interacción dinámica, donde se integra la investigación científica con puntos de vista filosóficos y humanísticos para mejorar nuestra comprensión de la vida en el cosmos (Leal *et al.*, 2023). Debido a este enfoque, se permite abordar preguntas fundamentales sobre la existencia de vida más allá de la Tierra y el papel de la humanidad en el cosmos, entre otras.

Dado el creciente interés por la exploración espacial y el descubrimiento de exoplanetas en zonas habitables, surge la necesidad de reconocer la importancia y la potencialidad de esta disciplina desde la escuela, ya sea desde un proyecto transversal al currículo, como los semilleros y clubes de astronomía, o directamente relacionan temáticas de la astrobiología en el plan de estudios.

No obstante, es preciso mencionar que la enseñanza de la astrobiología se presenta como una oportunidad especial para promover el pensamiento holístico, frente a la enseñanza tradicional del conocimiento de forma fragmentada. Mientras esta visión fraccionada tiende a dividir y presentar conocimientos de manera individual y parcelada, el enfoque interdisciplinar que ofrece la astrobiología integra los campos de conocimiento, así como, las perspectivas y formas de investigar y aprender; esta visión fomenta el pensamiento crítico y científico, al promover el pensamiento sistémico en los estudiantes, lo cual incentiva el cuestionamiento permanente, la relación entre conceptos de diferentes áreas y la construcción de explicaciones de lo aprendido que traspasan los límites de una sola disciplina.

En el contexto del Semillero de Astronomía Astrobosanova del Colegio Bosanova, la astrobiología se convierte en un eje articulador que permite integrar saberes de diferentes áreas del conocimiento en torno a preguntas comunes sobre la vida, el cosmos y el papel de la humanidad en el universo. Establecido en 2023 como un entorno de aprendizaje colaborativo extracurricular, este espacio de investigación, formado por niños de tercero a undécimo grado, fomenta la investigación escolar y el desarrollo científico a través de la indagación. Su objetivo principal es desarrollar la curiosidad y el pensamiento científico de los estudiantes, al tiempo que mejora su capacidad para elaborar hipótesis basadas en investigaciones grupales y en el aula, comparar y contrastar conceptos, y presentar sus hallazgos a través de ejercicios narrativos, gráficos y experimentales.

Los participantes toman la iniciativa en cada sesión del enfoque didáctico sugerido, que emplea una técnica activa y constructivista. Con el fin de integrar la astronomía, la biología y la química con situaciones del mundo real y el pensamiento crítico, algunas estrategias incluyen el empleo de guías interdisciplinarias, laboratorios exploratorios, observaciones astronómicas, la producción de tiras cómicas científicas y conversaciones facilitadas sobre hipótesis astrobiológicas. Esta idea estimula la curiosidad científica desde una edad temprana y promueve

un aprendizaje significativo de acuerdo con los criterios del Ministerio de Educación Nacional (2017).

Al reconocer que los grupos de investigación científica y astronómica son entornos en los que la interdisciplinariedad y la investigación formativa mejoran las habilidades científicas, comunicativas y éticas, este método también ayuda a redefinir la función de estos grupos en las instituciones educativas. En el caso del Grupo Astrobosanova, la educación en astrobiología fomenta un enfoque contemplativo hacia el conocimiento, el medio ambiente y la responsabilidad humana en el mantenimiento de la vida, además de profundizar en la comprensión del cosmos y la vida como fenómenos emergentes.

Así mismo, esta propuesta se desarrolla en el marco de mi práctica pedagógica y didáctica en la Institución Educativa Bosanova, de la localidad de Bosa en Bogotá, como parte del proceso de formación en el programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, lo que permite vincular la teoría con la experiencia educativa real, fortaleciendo mi desarrollo profesional y aportando a la consolidación de espacios de innovación pedagógica en la enseñanza de las ciencias.

De este modo, la propuesta constituye un aporte tanto a la formación científica de los estudiantes como al fortalecimiento de los semilleros escolares como escenarios de aprendizaje interdisciplinar, pensamiento complejo y cultura investigativa. Así mismo promueve la reflexión sobre la práctica docente y la experiencia de estos espacios extracurriculares en la escuela, y que representan también una oportunidad para el desarrollo profesional del profesor en ciencias, al favorecer la innovación didáctica, la reflexión crítica sobre la enseñanza y la construcción de saber pedagógico desde la investigación y la práctica educativa.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro del marco formativo de las ciencias naturales en los niveles educativos de básica primaria y bachillerato, la enseñanza de la astronomía y la astrobiología se ve relegada fuera de los currículos, esto siguiendo la ruta y obedeciendo a los lineamientos dados desde los documentos oficiales del Ministerio de Educación Nacional (MEN). Que a través de los Estándares Básicos de Aprendizaje y los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA), fungen de derroteros para determinar la vía de enseñanza de los contenidos en ciencias naturales en la que los estudiantes en estos niveles de formación inicial son instruidos.

A partir de una revisión de dichos documentos, se evidencia que para grado tercero a quinto de primaria, se han planteado los manejos de conocimientos de entorno físico desde la descripción, ubicación y caracterización de fenómenos físicos presentes en el universo, como es el caso de los Estándares Básicos de Aprendizaje determinados para grado cuarto de primaria a quinto “Me ubico en el universo y en la Tierra e identifico características de la materia, fenómenos físicos y manifestaciones de la energía en el entorno” (MEN, 2004, p.17) en donde se evidencia la desarticulación de conocimientos básicos de astronomía con la articulación de la visión compleja que busca ofrecer la astrobiología, desde el carácter interdisciplinar que la caracteriza, propiciando la comprensión del origen, fenómenos y dinámicas del cosmos y la vida como propiedad emergente del universo.

En un intento de articular los contenidos de la astronomía desde una visión holística de la vida en el universo al currículo educativo del colegio IED Bosanova, se crea el semillero de astronomía Astro Bosanova, un universo por descubrir, producto de la iniciativa de una de las docentes del área de ciencias, Alejandra Oliveros Prada en el año 2023, integrando estudiantes desde los grados tercero a quinto de primaria y de sexto a undécimo de secundaria. Donde el objetivo de este semillero es, fomentar la curiosidad por el cosmos en los estudiantes desde

edades tempranas de escolarización, también crear espacios de encuentro entre diferentes disciplinas donde confluyan las artes, la filosofía y la ciencia a partir de didácticas que desarrollen diferentes habilidades y destrezas en los estudiantes.

Es por eso por lo que, la elaboración de esta propuesta didáctica surge como respuesta a una necesidad latente en el contexto curricular de la Institución Educativa Distrital Bosanova, donde los conceptos relacionados con la astrobiología terminan siendo estudiados en escenarios de semilleros de ciencias, seminarios de astronomía y espacios de enseñanza no convencionales, como planetarios y museos de ciencia. Esta carencia priva a los estudiantes de la oportunidad de explorar y comprender fenómenos cósmicos y biológicos fundamentales, esenciales para una comprensión holística del universo, la vida y nuestro lugar en él.

Por lo tanto, a partir de este contexto se plantea la pregunta de investigación:

¿Cómo contribuir a la enseñanza del universo, a partir del surgimiento de la vida, desde la visión holística que plantea la astrobiología con los estudiantes del semillero Astrobosanova?

Entonces, para dar respuesta a esta pregunta se proponen los siguientes objetivos:

1.2. Objetivos

1.3. Objetivo General

Implementar una propuesta didáctica, que contribuya a la comprensión del universo desde una visión integral, a partir del entendimiento de los conceptos fundamentales de la astrobiología, con los estudiantes del semillero de astronomía Astrobosanova.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Fortalecer en los estudiantes la capacidad de análisis y de relación entre conceptos científicos a partir de contenidos propios de la astrobiología.
- Establecer relaciones entre conceptos asociados a la astrobiología mediante herramientas de dibujo y narración de historias, a partir de la construcción de historietas y del desarrollo de un cómic como instrumento didáctico.
- Generar elementos para una reflexión inicial sobre el cuidado del planeta Tierra como único lugar conocido para la vida, mediante el estudio de conceptos relacionados con la astrobiología.

2. JUSTIFICACIÓN

La enseñanza de las ciencias naturales, el cuidado de la vida en la Tierra y la construcción del pensamiento científico desde una perspectiva de la astrobiología no solo enriquecería el currículo escolar, sino que también ayudaría en el fortalecimiento de habilidades críticas y analíticas en los estudiantes. Al fomentar la curiosidad, la investigación y el pensamiento crítico sobre los misterios del cosmos y las posibilidades de vida más allá de nuestro planeta. Esta propuesta pedagógica busca formar ciudadanos con una comprensión más profunda y reflexiva de los fenómenos presentes en el universo, preparándolos para enfrentar los desafíos científicos y sociales del futuro con un conocimiento de la importancia del cuidado de la vida y lo vivo.

La astrobiología como disciplina científica propicia el desarrollo de conocimientos propios de las ciencias naturales, generando curiosidad e interés por temas de estudio, tales como, el origen, evolución y distribución de la vida en el universo, exoplanetas y satélites potencialmente

habitables, búsqueda de biofirmas extraterrestres, vida en ambientes extremos, zonas de nacimientos de estrellas, supernovas y reciclaje de elementos químicos, necesarios para la vida, etc.

No obstante, una propuesta didáctica para la enseñanza de la astrobiología debe sopesar la misma naturaleza interdisciplinar y multidisciplinar que la caracteriza, ya que va más allá de la simple suma de disciplinas (multidisciplinariedad) y de la integración parcial entre ellas (interdisciplinariedad). Su complejidad exige un nivel superior: la transdisciplinariedad, que trasciende los límites de las áreas del conocimiento y genera una comprensión más profunda de los fenómenos relacionados con la vida en el universo. Como señalan Chon (2015) y Santos *et al.* (2016), citados en (M. A. Leal, *et al.*, 2023.) esta disciplina “trasciende fronteras y proporciona un nivel más elevado de comprensión, desarrollando conexiones sin puentes ni límites fijos entre disciplinas”, lo que convierte a la astrobiología en un campo único para fomentar visiones holísticas en la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela.

Pueden permitir la construcción de un pensamiento complejo en los estudiantes, por esta razón, es importante plantearse el cómo articular los objetos de estudio de la astrobiología a los currículos de la educación básica primaria y secundaria desde una fase inicial y que esta se pueda dar desde una visión compleja mediada por el diálogo de saberes, donde confluyen varias ramas de las ciencias naturales. Esta integración no puede ocurrir de manera aleatoria, lo que plantea la necesidad de la interdisciplinariedad (Des Marais *et al.*, 2008), (M. A. Leal, *et al.*, 2023.) Entendiendo que es necesario construir puentes metodológicos que conecten los conceptos que aportan dichas ramas a ese conocimiento dado de la convergencia interdisciplinar desde la cual emerge la astrobiología.

3. ANTECEDENTES

Para una apropiada elaboración de la base de antecedentes, de manera inicial se hace un reconocimiento de los trabajos que se han hecho en torno a la construcción de escenarios educativos enfocados en la astrobiología, como disciplina principal de estudio, desde el contexto nacional hasta lo internacional. Teniendo en cuenta materiales académicos como artículos, trabajos de grado y propuestas didácticas pedagógicas, adicionalmente se hace una revisión de artículos, investigaciones, libros y revistas relacionadas con este campo de estudio que puedan aportar en los componentes epistemológicos, metodológicos y teóricos de este trabajo.

García Tuberquia, (2019) propone el diseño de un **Seminario académico “Astrobiología para educadores” “Un aporte a la Formación Docente del Ciclo de Profundización del Departamento de Biología de la UPN”** donde el autor problematiza el proceso de formación de los maestros en biología de la UPN y cómo este seminario puede fortalecer sus bases conceptuales de manera interdisciplinaria, partiendo de la pregunta ¿cómo formar licenciados en biología desde la astrobiología sin pretender formar profesionales en dicha disciplina, sino establecer puntos de unión que fortalezcan a los profesores de biología con dichos conocimientos propios del área en cuestión. Esto aportaría al campo metodológico de la presente propuesta de investigación, al momento de establecer líneas temáticas conceptuales de las cuales parte la astrobiología como tema a impartir dentro del contexto de un semillero de astronomía del colegio Bosanova.

Oliveros Prada, A. (2021) en su tesis de grado **Desde el materialismo dialéctico a la comprensión de la vida, su origen y posibilidades a partir de la astrobiología y la astroquímica con estudiantes de grado cuarto de primaria del colegio Bosanova I.E.D.** Desarrolla una investigación donde aborda temáticas propias de la astrobiología y la astroquímica, desde el método materialista dialéctico integrando el pensamiento filosófico con el científico, a partir de una metodología que contiene cuestionamientos sobre la vida, sus orígenes

y las posibilidades de esta fuera de la Tierra, en lugares aun inexplorados del universo. Adicionalmente, centra un antecedente importante con la población de estudio donde implementa la investigación, la cual se desarrolló con estudiantes de grado cuarto de primaria de la institución educativa distrital Bosanova, lo que llevaría un par de años después a la creación del semillero de astronomía, Astro Bosanova, el cual se pretende fortalecer implementando conocimientos desde la astrobiología, aportando ideas y metodologías que amplíen el rango educativo de la población estudiantil de dicho semillero.

Es importante agregar también, dentro de los antecedentes el primer trabajo de grado que se desarrolla con el semillero Astro Bosanova titulado **Fomento de habilidades investigativas desde el semillero de investigación escolar a partir de la enseñanza de la astronomía**, elaborado por Rangel Parra Camilo durante el 2024. Donde propone un trabajo basado en una metodología de investigación-acción cualitativa, que buscó fortalecer en los estudiantes del semillero habilidades investigativas como la observación, la argumentación, la búsqueda bibliográfica y la comunicación científica, a través del diseño y aplicación de una **secuencia didáctica** centrada en la astronomía, donde se articulan actividades como la observación del movimiento solar, el uso de simuladores astronómicos y la divulgación en ferias de ciencia, con procesos de reflexión e investigación escolar. Este antecedente aporta de manera significativa a esta propuesta, al consolidar una base metodológica y pedagógica con la población, desde la cual se puede ampliar la enseñanza hacia la astrobiología, integrando ahora nuevas perspectivas interdisciplinarias que vinculan las ciencias naturales, la astronomía y la reflexión sobre la vida en el universo.

Augusto, C, y Martínez, A. (2019). En su **Propuesta didáctica para la enseñanza de la astronomía para estudiantes con discapacidad visual**, resaltan inicialmente la necesidad de crear material didáctico multisensorial para que dicha población pueda acceder al conocimiento de la astronomía dentro de lo que sus condiciones lo permiten. Enfocándose en la astronomía de posición. Dentro de esta propuesta se tuvieron en cuenta elementos didácticos propuestos por Augusto, C y Martínez.

Siguiendo por la línea del ámbito pedagógico nacional, el trabajo de investigación **El Objeto virtual de aprendizaje (OVA) para la enseñanza de los microorganismos extremófilos con la astrobiología mediante la metodología ABP para estudiantes de secundaria**. Muñoz Cruz, Juan Sebastián (2020), presenta una propuesta didáctica tecnológica enfocada en la línea de astrobiología relacionando el estudio de microorganismos extremófilos, que está pensada a partir de la recolección de información, desde una metodología cualitativa, usando la entrevista y la encuesta a profesores para recoger las necesidades latentes relacionadas a la enseñanza de las ciencias, presentes en el Colegio República de Panamá IED, de Bogotá. Aportando a la propuesta herramientas didácticas y metodológicas que ayudan a la construcción e implementación del proyecto.

Para continuar en la revisión de antecedentes en torno a la didáctica de la astrobiología se encontró el artículo **Astrobiology as a didactic strategy to develop academic competences and skills** de Ramírez, S. Jiménez, Universidad, Col. Chamilpa, Cuernavaca, México, (2019). Donde se explora la astrobiología diseñando un seminario, como herramienta para el desarrollo de habilidades y competencias dentro de la educación en ciencias en el contexto educacional de México. Este espacio académico es optativo dentro de los cursos de posgrados de Biología y Química, en el cual los asistentes desarrollan competencias y habilidades necesarias en áreas de investigación básica.

Coincidiendo con el campo didáctico de la astrobiología el artículo **Recursos Didácticos para comunicar aspectos Metodológicos y Conceptuales tanto de la Exploración Planetaria como de la Astrobiología**, Alcibar, M. (2016). Desarrolla una guía de recursos didácticos para facilitar el aprendizaje de distintos aspectos de la exploración planetaria y en concreto, de la Astrobiología haciendo énfasis en la transdisciplinariedad de esta ciencia, así como también ofrece la comprensión de métodos científicos-tecnológicos usados comúnmente dentro de la investigación de la astrobiología aplicada, que pueden cruzar esa brecha a lo pedagógico y ser usados beneficiosamente en el aula de clase.

The transdisciplinary nature of astrobiology as a transversal axis of the educational processes at the planetarium of Bogotá. Leal, M. *et al.*, (2023,) Este artículo presentado en el congreso latinoamericano de astrobiología propone abordar la naturaleza transdisciplinar e interdisciplinar de la astrobiología como eje de construcción de conocimiento sobre el tema en cuestión, entendiendo que la integración de las ciencias, el arte y la tecnología es fundamental para atender un contexto donde confluyen poblaciones flotantes con diversidad de edades, saberes problemáticos y necesidades. En este sentido el artículo no solo aporta luces sobre metodologías a la enseñanza de la astrobiología, sino que también, establece un punto de partida a la discusión del porqué hablar de interdisciplinariedad y transdisciplinariedad en la astrobiología.

Continuando con el planteamiento y la concepción de la astrobiología como ciencia de naturaleza transdisciplinar se revisó el artículo, **On the parallels between cosmology and astrobiology: a transdisciplinary approach to the search for extraterrestrial life**, Santos, D. *et al.*, (2016). El cual aborda ese paralelismo existente entre la cosmología y la astrobiología, desde la complejidad de la transdisciplinariedad aplicado a la búsqueda de la vida extraterrestre. Lo que continúa sumando a ese corpus conceptual, dada la complejidad intrínseca de los estudios astrobiológicos, con sus evidencias y enfoques teóricos/experimentales, requiriendo

perspectivas interdisciplinarias obligatorias. Esta necesidad de integración entre disciplinas y áreas de investigación es antagonista a la especialización y compartimentación excesivas, permitiendo que la astrobiología sea calificada como un verdadero campo integrador de disciplinas.

Por otra parte, **Hacia una filosofía de la astrobiología** de Roberto Aretxaga Burgos de la Universidad de Deusto, Bilbao, (2015), es un artículo que aborda la construcción de una filosofía de la astrobiología a partir del análisis histórico, filosófico que acarrea la astrobiología como una ciencia en etapa fundacional. Aportando a la investigación ideas de base filosófica en cuanto a lo que es la astrobiología y como esta se concibe desde lo histórico, lo cultural y lo complejo, allanando el camino de la construcción del concepto y la definición de astrobiología, entendiendo las características multidisciplinares que la componen y la complejidad que esto acarrea.

4. MARCO TEÓRICO

La presente propuesta se sustenta en diversos referentes conceptuales y teóricos que dan soporte, tanto metodológico como pedagógico, además de fundamentar los aspectos conceptuales de la astrobiología desde su naturaleza interdisciplinar. Estos referentes incluyen los enfoques del constructivismo, el pensamiento científico en la escuela y las perspectivas sobre la enseñanza de las ciencias que orientan el desarrollo de la propuesta didáctica.

La enseñanza de las ciencias naturales y en especial de áreas tan fascinantes y complejas como la astrobiología y el estudio del universo, requiere un cambio de modelo didáctico que vaya más allá de la mera transmisión de información. Este trabajo parte de la consideración de que el abordaje y la enseñanza del conocimiento científico debe ser el resultado de una construcción activa, colectiva y significativa por parte de todos los actores que confluyen en el aula, en este caso el grupo que conforma el semillero; estudiantes, docentes y el entorno

educativo. No obstante, desde esta perspectiva la enseñanza se concibe como un proceso de diálogo, exploración y cocreación de saberes, en coherencia con las corrientes educativas contemporáneas que buscan hacer del aprendizaje una experiencia duradera, reflexiva y con sentido.

Debido a lo anterior, se abordan conceptos claves del Constructivismo (Piaget, 1970; Vygotsky, 1978), bajo la premisa de que el aprendizaje ocurre cuando el individuo organiza y adapta la nueva información a sus experiencias previas. Desde el enfoque propuesto por Piaget, el conocimiento se construye activamente mediante procesos de asimilación y acomodación, mientras que, desde la mirada sociocultural de Vygotsky, el aprendizaje se potencia a través de la interacción social y el acompañamiento de otros más experimentados dentro de la denominada Zona de Desarrollo Próximo, en la cual el profesor en el espacio extracurricular del semillero, no sólo transmite ese conocimiento disciplinar, sino que también indaga y articula sobre esos conocimientos previos que han adquirido los estudiantes en el aula de clase y durante su participación en el proceso del semillero de astronomía. También se evidencia que, los estudiantes de bachillerato al estar en niveles más avanzados de educación en comparación con los niños de primaria promueven un proceso de aprendizaje constructivista y aprendizaje significativo, a partir de ese trabajo colaborativo donde interactúan diferentes niveles de desarrollo cognitivo.

En este sentido, la enseñanza de la astrobiología en un semillero de astronomía conformado por estudiantes de distintas edades y niveles de escolaridad desde la educación primaria hasta el bachillerato debe pensarse en coherencia con estas corrientes pedagógicas, considerando la diversidad de saberes, ritmos y formas de aprender. La intermediación entre compañeros, los intereses compartidos y el liderazgo del instructor facilitan la construcción colectiva de conocimientos, lo que convierte la dinámica del semillero de investigación en un

entorno propicio para el aprendizaje colaborativo y el desarrollo del pensamiento científico. Desde este punto de vista, es posible modificar las lecciones relacionadas a astrobiología y las técnicas de enseñanza para adaptarlas a las características únicas del grupo, fomentando un entorno de aprendizaje atractivo, inclusivo y basado en el contexto que hace hincapié en la participación, la creatividad y la investigación como componentes esenciales del proceso de aprendizaje.

Para sustentar este tipo de construcción, se anexa la Teoría de Aprendizaje Experimental de Kolb (1984), que resulta ser fundamental para la astrobiología, puesto que organiza el aprendizaje en un ciclo activo motor, que relaciona la experiencia concreta (observación y experimentación), la reflexión y la conceptualización de los temas vistos acorde a la astrobiología. De esta manera, el ciclo de aprendizaje se orienta a que los alumnos no solo hagan sólida la adquisición de aprendizajes de conceptos científicos complejos (como la habitabilidad de exoplanetas o el origen de la vida), sino que además se encuentre en mejora la práctica y apropiación activa del saber. Como resultado, la intervención didáctica recibió también apoyo de las didácticas innovadoras para la generación de aprendizaje significativo (Zerna y Vergara, 2024) al llevar a la práctica metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), la indagación y la gamificación, los cuales transforman contenidos abstractos en contenidos problematizadores, visuales y experimentales.

4. 1. TEORÍA DEL CONSTRUCTIVISMO

El constructivismo (Piaget, 1970; Vygotsky, 1978) es el modelo que concibe el aprendizaje como un proceso activo de construcción del conocimiento en el cual el estudiante no hace otra cosa que organizar, transformar y adaptar la información que recibe a partir de sus experiencias previas. Para Piaget, los procesos cognitivos internos son el vehículo que permite llevar a cabo asimilación y acomodación de las nuevas ideas. En contraposición, Vygotsky da

gran valor a la interacción social, a través de la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) que intenta explicar o abordar cómo, a partir del apoyo de otros más experimentados, el estudiante es capaz de avanzar en su aprendizaje. En esta misma línea, Reátegui, Torres *et al.*,(2022) señalan que ambas perspectivas convergen en reconocer al estudiante como un sujeto activo que construye su conocimiento a partir de la experiencia y la mediación social, lo que reafirma el carácter dinámico y participativo del aprendizaje constructivista.

En este sentido, se construyen semilleros de astronomía como un lugar propicio de aprendizaje colaborativo en donde la interacción con pares y guías favorece de una forma u otra la construcción colectiva y significativa del conocimiento y un espacio donde la ciencia se aprende de una forma activa y social.

4.2. TEORÍA DEL APRENDIZAJE EXPERIENCIAL DE KOLB

La teoría del aprendizaje experiencial de Kolb (1984), (como se cita en *Experiential learning is a fundamental strategy in primary science education*, 2020, p. 41) sostiene que el conocimiento se crea partiendo de un ciclo que asocia la experiencia concreta, la reflexión, la conceptualización abstracta y la aplicación. Este enfoque es en especial relevante en la enseñanza de la astrobiología debido a que, establece la vinculación de la teoría y la práctica a través de actividades que promuevan las observaciones astronómicas, la experimentación y los proyectos de investigación. A partir de situaciones reales y de la reflexión sobre las mismas, los estudiantes logran no solo fortalecer el conocimiento de los conceptos científicos, sino que también generan aprendizajes duraderos y relevantes que impulsan el pensamiento crítico y la apropiación del conocimiento de manera activa.

La didáctica de la ciencia tiene el reto de elaborar propuestas didácticas que sean significativas para los estudiantes. Los autores Zerna y Vergara (2024) afirman que el aprendizaje

significativo acontece cuando los nuevos contenidos tienen relación con los saberes previos del alumnado lógicamente, por eso, se requiere que la propuesta didáctica en astrobiología contenga elementos visuales, experimentales y reflexivos, los cuales ayuden al alumnado a construir un puente entre sus propias experiencias de vida, con lo aprendido previamente y durante el semillero.

Las metodologías activas, por ejemplo, el aprendizaje basado en proyectos (ABP) y el aprendizaje por indagación son adecuadas para introducir contenidos abstractos, como la vida extraterrestre, el origen de la vida o la habitabilidad de exoplanetas, ya que vinculan la teoría con la práctica mediante situaciones significativas que favorecen la comprensión de conceptos complejos (Arellano *et al.*, 2020, p. 75).

4.3. FUNDAMENTOS DISCIPLINARES ABORDADOS DE LA ASTROBIOLOGÍA

Por otro lado, la presente propuesta se apoya en los siguientes referentes conceptuales y teóricos que aborda la astrobiología.

El 17 de febrero de 1600 en el campo de' Fiori en Roma, Giordano Bruno fue asesinado en la hoguera por la inquisición romana, debido a sus ideas heréticas y teológicas que incluían sus opiniones cosmológicas y filosóficas, así como su rechazo a doctrinas fundamentales del cristianismo de la época. Giordano Bruno emerge como una figura pragmática inspiradora, allanando el camino a lo que hoy conocemos como el campo de acción dentro de la astrobiología. Sus ideas sobre la pluralidad de los mundos y la infinitud del universo se consideraron subversivas y peligrosas para su época, lo que finalmente le valió una sentencia por herejía. Las generaciones futuras de astrónomos y científicos se sintieron motivadas a investigar la posibilidad de vida extraterrestre gracias a su noción de la existencia de varios mundos habitados, lo que tuvo un impacto significativo en el pensamiento científico y filosófico. A pesar

de su incapacidad para ofrecer apoyo empírico, su visión estimuló la investigación y el debate en este ámbito. Sin embargo, a lo largo de la historia, diversas culturas y civilizaciones han expresado conjeturas y reflexiones sobre la posibilidad de vida extraterrestre, lo que indica el interés persistente de la humanidad por su lugar en el universo.

La idea de vida más allá de la Tierra tiene raíces más profundas en la historia humana. Filósofos griegos de la época clásica como Anaxágoras y Epicuro consideraban la posibilidad de múltiples mundos habitados, creados como todo lo del cosmos de una mezcla infinita de partículas que contienen semillas de todas las cosas (hóloi spermatóin). Esto implica que la vida, como cualquier otra forma de materia, podría estar distribuida por todo el universo, (Lemarchand, 2010).

4.3.1. DEFINICIÓN DE ASTROBIOLOGÍA

Para iniciar con la discusión sobre la definición de Astrobiología empezaremos con la descripción de la institución oficial de astrobiología en Colombia IAC (Instituto Colombiano de Astrobiología), la cual la define como:

La Astrobiología es el resultado científico de la imaginación. Esta ciencia interdisciplinar busca las respuestas sobre el origen del universo, origen de la vida, evolución y posibilidad de que la vida haya surgido en otros planetas. Es probable que no estemos solos en el Universo, pero la ciencia requiere de evidencias y pruebas para tener una respuesta válida, por ello la Astrobiología extrapola los conocimientos actuales de las ciencias de la Tierra y del Espacio en esta gran empresa científica que busca determinar si la vida no tiene fronteras en el Universo. (Instituto de Astrobiología de Colombia-IAC, 2024).

Esta definición de entrada recoge los múltiples objetos de estudio que posee la astrobiología y lanza a modo de pregunta la principal premisa de esta, sobre la existencia de vida

en otros lugares del cosmos. Para complementar la definición de astrobiología nos remitimos a la NASA Astrobiology, (s.f.), en la cual además de referirse al objeto principal de estudio y la naturaleza interdisciplinar de esta disciplina, amplía la definición al abordaje de la búsqueda de ambientes habitables, además del rastreo de evidencia de química prebiótica y rastros de agua en nuestro sistema solar y exoplanetas ideales de otras estrellas.

Lo que da un punto de partida para esta propuesta de investigación, posicionando los temas principales a ser abordados durante el desarrollo e implementación de la propuesta didáctica y nos da las bases para empezar a relacionar los conceptos científicos con la ruta didáctica que se pretende construir.

4.3.2. INTERDISCIPLINARIEDAD EN LA ASTROBIOLOGÍA

Desde un inicio, la astrobiología se pensó como una ciencia que se sitúa en la frontera de múltiples disciplinas, ya que su principal objetivo es entender el origen, evolución y posibilidad de vida en el universo. Según Chela-Flores, 2001. “Desde el inicio mismo del pensamiento humano, el ser humano ha reflexionado sobre el cosmos y ha intentado encontrar el origen de su existencia.” A partir de esto, también es necesario plantear preguntas sobre el surgimiento de la vida en la Tierra, su evolución, los entornos geológicos en los que puede desarrollarse, los cuerpos del Sistema Solar o fuera de él en los que sería posible encontrar seres vivos, entre muchos otros. (M. A. Leal, *et al.*, 2023). Por esto mismo, la astrobiología va más allá, superando las barreras de las ciencias naturales, entendiendo que, dentro del abordaje de sus temas de estudio principales, como la búsqueda de vida en otros mundos, existan implicaciones que entran en diálogo con otras ciencias como las humanas, integrando aspectos políticos, éticos y sociales. Es por eso que, siendo preguntas tan vastas a las que la astrobiología dirige su objeto de estudio, se debe crear un espacio comunicativo que establezca esa visión holista que se necesita para responder dichas preguntas que se plantean. De este modo, la interdisciplinariedad, emerge

como la mejor alternativa para la integración entre disciplinas, ya que trasciende fronteras y proporciona un nivel superior de comprensión desarrollado sin puentes ni límites fijos entre disciplinas. (M. A. Leal, *et al.*, 2023). Entendiendo que, “Esta propiedad es similar a lo que sucede en el mundo natural entre la interacción de la biología, la química o la física en un organismo vivo: los límites son difusos, e incluso podríamos decir que son innecesarios” (Santos *et al.*, 2016). En este caso donde se quiere desarrollar una propuesta didáctica de la enseñanza de la astrobiología, por qué no extrapolar este modelo de estudio del objeto de la astrobiología a un enfoque de enseñanza de la misma articulando herramientas didácticas como el dibujo y la imaginación para aplicarla en la creación de historias para expresar e interpretar ideas científicas.

La naturaleza interdisciplinaria de la astrobiología es fundamental para el desarrollo y éxito de esta propuesta de investigación, ya que se pretende a partir del diálogo de saberes desarrollar la visión holística del universo y la vida como propiedad emergente del mismo, integrando áreas del conocimiento como ciencias naturales, filosofía, tecnología y artes. No obstante, se debe tener en cuenta que esta característica interdisciplinaria, puede cambiar en cuanto a su aplicación y desarrollo dentro de la propuesta, a transdisciplinaria, si lo que quiere es transformar el conocimiento, y trascender entre disciplinas dentro de su aplicación en el aula. Por esto mismo, abordar las preguntas fundamentales de la astrobiología requiere de una interacción de diferentes áreas del conocimiento, las cuales se integran e incluso sobrepasan los límites entre estas, dando a la astrobiología una naturaleza interdisciplinaria y transdisciplinaria. (Leal M. A., *et al.*, 2023).

4.3.3. ORIGEN DE LA VIDA EN LA TIERRA

Dentro del marco teórico que fundamenta el presente trabajo, es primordial abordar una de las preguntas principales en astrobiología. El origen de la vida en la Tierra. Según Torres (2012). El registro fósil sugiere que la vida apareció en la Tierra hace 3,500 a 4,000 millones de

años. El origen de la vida es un tema de gran interés y ha sido objeto de intensa investigación por parte de científicos. Aunque todavía no disponemos de una teoría completa sobre cómo comenzó la vida, se han hecho avances importantes en la explicación de varios procesos que permitieron su surgimiento y mantenimiento en el entorno prebiótico que existía en nuestro planeta hace 4,000 millones de años.

Dichos procesos dados en aquellos entornos excepcionales, según Miramontes. (2014), se dan también por esa facultad que existe en la naturaleza de tender a estructurarse en entes discretos excitables que interactúan y se organizan en niveles jerárquicos de creciente complejidad. Esto se interpreta como esa capacidad del universo de crear sistemas complejos que por sus características adquiridas en el tiempo, generan propiedades emergentes con características completamente diferentes a los componentes aislados que conforman dicho sistema, lo que lleva la premisa de la teoría de la complejidad aplicado a las teorías del origen de la vida, esta como una propiedad emergente del universo en algún lugar dado y en una escala del tiempo con condiciones fisicoquímicas especiales. Y es que es necesario en esta propuesta didáctica para la enseñanza de la astrobiología, comprender que la vida necesita de un ambiente adecuado para desarrollarse dentro de un cierto rango de condiciones fisicoquímicas (Ph, temperatura, fuerza iónica, etc.), en un ambiente acuoso para su origen. Según Carmona Guzmán (2013), la vida se originó en la Tierra, cuando las condiciones fisicoquímicas permitieron la síntesis de moléculas complejas y su ensamblaje en sistemas vivos.

En congruencia con lo anterior, inicialmente se incluye la teoría del origen bioquímico de la vida, formulada por Aleksandr Oparin y J. B. S. Haldane en la década de 1920, la cual propone que las condiciones de la atmósfera primitiva, tales como, reducción química, radiación ultravioleta y otras moléculas favorecieron la síntesis abiótica de compuestos orgánicos, los cuales se acumularon en los océanos formando la célebre “sopa primordial” (Oparin, 1924; Haldane, 1929). Oparin postuló que estas moléculas se auto reorganizaban en estructuras

complejas denominadas coacervados, que podrían haber funcionado como proto células, facilitando reacciones metabólicas incipientes en su interior. En concordancia con ello, Ruiz-Mirazo, Briones y de la Escosura (2017) sostienen que, el origen de la vida puede entenderse como un proceso progresivo en el que los sistemas químicos, inicialmente simples, adquirieron complejidad estructural y funcional hasta formar entidades proto celulares capaces de mantener un metabolismo rudimentario y replicación molecular. En este sentido, “esta hipótesis clásica ha sido revalidada en investigaciones contemporáneas, donde se reconoce como el punto de partida de modelos más sofisticados con aportes de la biología molecular, la química prebiótica y la astrobiología” (Briones, 2016, p. 185).

Los postulados de Oparin y Haldane recibieron apoyo experimental con el célebre experimento de Miller y Urey (1953), quienes demostraron que una mezcla de gases reductores sometida a descargas eléctricas podía generar aminoácidos y otros compuestos orgánicos básicos, confirmando la plausibilidad de una síntesis prebiótica. Desde entonces, nuevas investigaciones han ampliado el panorama, sugiriendo que procesos similares pudieron ocurrir en ambientes hidrotermales submarinos, donde gradientes químicos y térmicos habrían favorecido la síntesis de polímeros (Martin et al., 2008; Barge et al., 2017). Asimismo, el modelo del “mundo de ARN” plantea que este polímero no solo pudo haber funcionado como material genético primitivo, sino también como catalizador en reacciones metabólicas elementales (Gilbert, 1986; Higgs & Lehman, 2015). Estas propuestas, complementarias al esquema original de Oparin-Haldane, muestran cómo la abiogénesis es entendida actualmente como un proceso complejo y multifactorial, condicionado por la interacción entre química prebiótica, geología planetaria y dinámica ambiental, lo cual constituye uno de los principales ejes de la astrobiología contemporánea.

4.3.4 ZONAS HABITABLES GALÁCTICAS

La "Zona Habitable", también conocida como la "Zona Ricitos de Oro", es un concepto fundamental en la astrobiología y la astronomía, referido a la región alrededor de una estrella donde las condiciones pueden ser adecuadas para la existencia de agua líquida en la superficie de un planeta. Este término "Ricitos de Oro" se inspira en el cuento infantil "Ricitos de Oro y los tres osos", donde la protagonista busca algo que no sea ni demasiado caliente ni demasiado frío, sino "justo el adecuado", una metáfora adecuada para explicar a niños este concepto que puede ser confuso de entender a la primera. De manera similar, la Zona Habitable es la región donde las temperaturas no son ni demasiado altas ni demasiado bajas, permitiendo que el agua, componente fundamental y esencial para la vida tal como la conocemos, se mantenga en estado líquido. Pero no solo es el estado del agua un factor determinante, ni la distancia de la órbita del planeta con respecto a su estrella, también se integran variables en su vecindario galáctico como la cercanía a súper novas, agujeros negros y asteroides de gran tamaño que puedan afectar esa "habitabilidad" (NASA, s. f.).

4.3.5. EXOPLANETAS Y AMBIENTES EXTREMOS

El abordaje de los exoplanetas resulta fundamental para la enseñanza de las ciencias naturales, pues desde campos como la astronomía y la astrobiología permite construir visiones holísticas del conocimiento científico, donde los estudiantes asocian conceptos físicos, químicos y geológicos al análisis de las características de estos mundos. Este enfoque interdisciplinario mejora la comprensión de la dinámica planetaria y la importancia de factores como la distancia orbital, la composición atmosférica y los fenómenos estelares, todos los cuales influyen significativamente en la probabilidad de que existan condiciones propicias para la vida. Desde que se descubrió el primero en 1995, se han descubierto más de 5.000 exoplanetas; su composición, tamaño y patrones orbitales muestran una diversidad notable que desafía las teorías convencionales sobre la formación planetaria (Archivo de Exoplanetas de la NASA, 2024).

Este avance ha permitido encontrar exoplanetas rocosos en zonas habitables, que pueden contener agua líquida, un componente necesario para la vida tal y como la conocemos (Kaltenegger, 2023).

El estudio de los organismos extremófilos de la Tierra, que prosperan en entornos hostiles como las fuentes hidrotermales, los desiertos hiperáridos, los lagos hipersalinos y las regiones polares, también constituye una base biológica para la astrobiología. Su capacidad de adaptación a condiciones extremas de temperatura, presión, pH y radiación queda demostrada por su resistencia (Schultz, dos Santos, Patel y Rosado, 2023). La idea de la "zona habitable" ha sido modificada por estos estudios, que implican que se puede encontrar vida en lugares improbables como en el Encélado, satélite de Saturno, o Europa, satélite de Júpiter, donde se cree que existen océanos subterráneos (Postberg *et al.*, 2023).

Como resultado, la relación entre el estudio de los entornos hostiles y los exoplanetas no solo constituye un eje central de la investigación astrobiológica actual, sino que también actúa como una importante herramienta didáctica. Estas materias fomentan el pensamiento científico y la comprensión de la vida como un fenómeno cósmico emergente tanto en los programas escolares de astronomía como en las clases de ciencias naturales. Su enseñanza, ya sea en cursos de ciencias naturales o en actividades extracurriculares, inspira a los estudiantes a investigar la variedad de mundos, fomentando el pensamiento crítico, la curiosidad y el aprendizaje interdisciplinario que fortalece la comprensión experiencial y la producción de conocimiento basada en la investigación.

4.3.6. PENSAMIENTO CIENTÍFICO EN LA ESCUELA

Los estudiantes pueden mejorar sus habilidades de observación, investigación y reflexión crítica mediante el aprendizaje de las ciencias naturales en la escuela, lo que ofrece un marco fundamental para el desarrollo del pensamiento científico y analítico. Estas habilidades son

esenciales para comprender los acontecimientos científicos y abordar cuestiones difíciles de forma sensata e inteligente. Según Mendoza (2022, p. 3), la educación científica actual debe centrarse en formar personas capaces de comprender la realidad a través de una lente científica, en lugar de limitarse a impartir conocimientos. En este sentido, el estudio de las ciencias naturales ayuda a los estudiantes a desarrollar las habilidades mentales y prácticas necesarias para tomar decisiones informadas sobre cómo el comportamiento humano afecta al medio ambiente y a la sociedad.

Dichas habilidades presentes en el quehacer científico como, la observación, el análisis de datos y la experimentación. Esto se logra a través de un enfoque basado en la investigación y la alfabetización científica. Desde el contexto de la escuela estas habilidades no solo sirven para el área de las ciencias, ya que son transferibles a cualquier campo de estudio o aspecto de la vida diaria.

Por consiguiente, es necesario construir herramientas didácticas en la enseñanza de las ciencias naturales, que capten de manera acertada la atención de los estudiantes. Como las de esta propuesta, que unen las destrezas del dibujo con la narración y construcción de historias con los conceptos científicos asociados a la astrobiología, explotando las potencialidades, habilidades cognitivas y artísticas de los estudiantes a la hora de aprender conceptos científicos, para que construyan ese pensamiento complejo al cual se quiere llegar, para que ayuden al educando a leer su entorno de forma crítica y contextualizada a la luz del conocimiento científico integrado a lo ético y lo social. Desde la perspectiva desarrollada por Morin “El pensamiento complejo supone, pues, una interacción entre seres humanos (unos con otros) y entre seres humanos y medio ambiente (contexto), interacción sin la cual resulta imposible comprender nuestro lugar y nuestro papel en el universo”. (Como se citó en Pereira M. 2010. p, 3).

Estas habilidades permiten a los estudiantes evaluar la validez de la información, discernir entre hechos y opiniones, y tomar decisiones basadas en evidencia. Aquel “pensamiento capaz de unir conceptos que se rechazan entre sí y que son desglosados y catalogados en compartimentos cerrados” (Como se citó en Escobar, 2016, p 4). Para terminar, es necesario indicar que “Enseñar no es transferir conocimiento, es crear la posibilidad de producirlo” Paulo Freire. Debido a esto, la enseñanza de las ciencias naturales no se debe dar desde una estructura basada en la trasmisión de conocimientos unilateral, sino que se construye como el pensamiento científico.

5. METODOLOGÍA

En este apartado se argumenta el porqué de la metodología a usar en esta iniciativa y las fases en las que se desarrolló e implemento este trabajo de grado, ya que, al ser una propuesta didáctica de enseñanza sobre la astrobiología en un semillero de astronomía, se opta por un enfoque mixto cualitativo y cuantitativo, el cual será complementado con herramientas tecnológicas, y artísticas que permitirán la exploración de los conceptos a abordar en la propuesta. Según Creswell y Plano Clark (2018), los métodos mixtos permiten aprovechar la riqueza de los datos cualitativos junto con la precisión de los cuantitativos, generando una comprensión más profunda de los fenómenos educativos. En el contexto de esta propuesta didáctica, es pertinente diferenciar entre herramientas pedagógicas entendidas como los enfoques, estrategias o dinámicas que orientan el proceso de enseñanza y aprendizaje y las herramientas didácticas, que corresponden a los materiales concretos diseñados para la implementación de la propuesta, como las guías de aprendizaje, la práctica de laboratorio y la historieta científica. Esta articulación entre el enfoque metodológico y las herramientas empleadas orienta la ruta de intervención, de manera que los estudiantes adquieran conocimientos sobre astrobiología y adicionalmente, desarrollen habilidades críticas y creativas. Por consiguiente, esta perspectiva integral asegura que los estudiantes comprendan la visión del

cosmos desde múltiples campos de entendimiento, culminando en la creación de una historieta que refleje sus interpretaciones y aprendizajes de manera creativa y significativa.

Adicionalmente, el enfoque de investigación cualitativa permitirá explorar las experiencias y percepciones que tienen los estudiantes durante los talleres de astrobiología, donde también se facilita la captación y análisis de los conocimientos previos que puedan tener sobre el tema; así mismo, propicia en ellos una mejor comprensión de conceptos nuevos.

Dentro de la metodología también se usará el modelo de trabajo por proyectos de aula, el cual es una herramienta metodológica enfocada a la resolución de problemas y facilita de manera efectiva el acceso al dominio de saberes vinculados con los objetivos del proyecto educativo. Como señala Thomas (2000), el Aprendizaje Basado en Proyectos promueve un aprendizaje más significativo al involucrar a los estudiantes en procesos activos de investigación y creación. Esta herramienta metodológica fomenta el trabajo en grupo y genera interacciones que emergen de estas experiencias en clase, impulsando la exploración y construcción de conocimientos. De tal manera, dicha herramienta ayudará a la elaboración del proyecto final como resultado de aprendizaje de la propuesta educativa, el cual será un cómic elaborado por los estudiantes. Este producto final enlaza de manera efectiva la interdisciplinariedad de la astrobiología con el arte ilustrativo y la narrativa, llevando a un resultado transdisciplinar que va en sintonía con los objetivos propuestos.

Por consiguiente, teniendo en cuenta lo descrito en los párrafos anteriores, a continuación, se describe de forma detallada la metodología empleada en cada una de las fases llevadas a cabo en el desarrollo, ejecución y evaluación de la propuesta didáctica:

1. **Fase de indagación y planeación:** consistió en la revisión documental, la selección de los temas de astrobiología y la elaboración de las guías didácticas.

2. **Fase de implementación de la propuesta:** correspondió al desarrollo de las actividades con los estudiantes, aplicando las guías y recursos elaborados, promoviendo la indagación, el trabajo colaborativo y el uso de herramientas tecnológicas y artísticas.
3. **Fase de evaluación de la propuesta:** consistió en el análisis de los resultados obtenidos en las guías y productos de los estudiantes, utilizando las rúbricas diseñadas para valorar aspectos de comprensión conceptual, argumentación y creatividad, desde un enfoque cualitativo y reflexivo orientado a identificar los avances en el aprendizaje y en la apropiación de los contenidos de astrobiología.

5.1. FASE DE INDAGACIÓN DOCUMENTAL Y SELECCIÓN DE TEMAS

En este apartado de la metodología se realizó una indagación de publicaciones y propuestas didácticas y académicas en motores de búsqueda especializados y repositorios como Google Académico, Scielo, Academia.edu, etc. Centrándose en publicaciones nacionales colombianas inicialmente y pasando a documentos internacionales, donde se usaron palabras claves tales como: Astrobiología, didáctica de las ciencias, astronomía, enseñanza de la astrobiología y pensamiento científico en la escuela.

De esta fase se obtienen y se seleccionan los siguientes temas:

- Origen, evolución y distribución de la vida en el universo,
- Zona habitable
- Exoplanetas y satélites potencialmente habitables,
- Búsqueda de biofirmas extraterrestres, vida en ambientes extremos,
- Nacimientos de estrellas, supernovas y reciclaje de elementos químicos, necesarios para la vida.

Tabla 1 Temas seleccionados para la propuesta didáctica

Tema	Subtemas	Descripción / Síntesis
1. Origen, evolución y distribución de la vida en el universo	<p>Teorías sobre el origen de la vida desde el materialismo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teoría del origen bioquímico (Oparin y Haldane) - Teoría de la biogénesis y panspermia <p>Experimento de Miller y Urey</p> <ul style="list-style-type: none"> - LUCA y evolución biológica 	<p>Se aborda el estudio del origen de la vida desde una perspectiva interdisciplinar, integrando biología, química y física. Los estudiantes analizan teorías materialistas e idealistas, los experimentos clásicos sobre síntesis prebiótica y la hipótesis de la panspermia, reflexionando sobre cómo la vida podría surgir y distribuirse en el cosmos.</p>
2. Zona habitable galáctica	<ul style="list-style-type: none"> - Concepto de “zona Ricitos de Oro” - Factores estelares y orbitales - Condiciones fisicoquímicas para la vida - Zona habitable galáctica 	<p>Introduce el concepto de zona habitable como región donde el agua puede permanecer en estado líquido. Se reflexiona sobre la interacción entre temperatura, atmósfera y distancia orbital, y cómo estas condiciones determinan la posibilidad de vida en otros sistemas estelares.</p>
3. Exoplanetas y satélites potencialmente habitables	<ul style="list-style-type: none"> - Características de exoplanetas -Clasificación de exoplanetas 	<p>Analiza los parámetros que determinan la habitabilidad, como la masa, tamaño, composición,</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Misiones espaciales (Kepler, TESS, JWST) - Lunas habitables (Europa, Encelado, Titán) 	atmósfera y distancia a su estrella, además de considerar lunas con condiciones propicias para la vida.
4. Búsqueda de vida en el universo	<ul style="list-style-type: none"> - Biofirmas químicas y geológicas - Organismos extremófilos - Ambientes análogos terrestres (Atacama, fuentes hidrotermales) 	Examinar las evidencias indirectas y directas que podrían sugerir la existencia de vida en otros mundos, así como los estudios en extremófilos terrestres que amplían el rango de posibles nichos biológicos.
5. Origen de los elementos químicos	<ul style="list-style-type: none"> - Ciclo de vida estelar - Formación de elementos en supernovas - Rol de Cecilia Payne y Hans Bethe - “Somos polvo de estrellas” 	Explica los procesos astrofísicos que generaron los elementos esenciales para la vida, desde la fusión nuclear en estrellas hasta la dispersión de materiales en explosiones de supernovas, que enriquecen el cosmos.

Tabla:1 Temas seleccionados para la propuesta didáctica (Elaboración propia)

Para la selección de los temas incluidos en la propuesta didáctica, se realizó una revisión documental orientada a identificar enfoques interdisciplinarios en la enseñanza de la astrobiología y su aplicabilidad en contextos escolares. Dichos temas, fueron escogidos por su relevancia conceptual, actualidad y pertinencia para los distintos niveles educativos del semillero. De los cuales se escogieron: origen de la vida, zonas habitables, exoplanetas, biofirmas, ambientes extremos y evolución estelar, esto respondió tanto a su potencial para integrar saberes

de biología, física, química y astronomía, como a factores pedagógicos asociados con el número de sesiones disponibles, la edad de los participantes y la necesidad de promover un aprendizaje significativo en grupos heterogéneos. De este modo, la indagación documental permitió consolidar una visión interdisciplinar y didácticamente viable de la astrobiología como eje articulador del semillero Astrobosanova.

5.2. GUÍA DE INDAGACIÓN Y ACCESO A CONOCIMIENTOS PREVIOS

Como punto de partida para la implementación de la propuesta, se diseña una guía diagnóstica orientada a la indagación de conocimientos previos de los estudiantes sobre la astrobiología y su relación con la astronomía y las ciencias naturales. Esta primera guía incluyó preguntas abiertas como *¿Qué entiendes por astrobiología?* y *¿Qué hace diferente a la Tierra de los demás planetas y cuerpos del sistema solar?*, además de otros ítems complementarios para el grupo de bachillerato quienes adicional debían elaborar una lista de planetas y cuerpos celestes conocidos, y responder en sus palabras, cuál consideraban que era la relación entre astronomía y astrobiología. Con el propósito de atender las particularidades de los distintos niveles educativos se elaboraron dos versiones del instrumento, una adaptada para los niños de primaria y otra para los estudiantes de secundaria. Adicionalmente, la guía incluyó una actividad práctica mediada por la herramienta TIC en la que los estudiantes utilizaron el simulador Solar System Scope para completar un cuadro comparativo con información sobre el Sol y los planetas del sistema solar. Para el Sol, se consideraron los ítems *composición y elementos, tamaño, tipo de estrella y ubicación*; mientras que para los planetas se incluyeron *generalidades, tipo (gaseoso o rocoso), distancia respecto al Sol, temperatura promedio y presencia de agua líquida*, complementando la actividad con un dibujo representativo de cada cuerpo celeste.

Cabe mencionar que también esta guía fue aplicada tanto en el semillero de astronomía Astrobosanova como en la clase de Ciencias Naturales del grado 502 del mismo colegio y todo

dentro del marco de la práctica didáctica y pedagógica. También esto se hace con el propósito de comparar las respuestas entre estudiantes vinculados al semillero y aquellos que no. Los resultados obtenidos en esta fase permitieron identificar un panorama inicial de las nociones, concepciones y representaciones previas que los estudiantes tenían sobre la astrobiología, lo cual sirvió de sustento para el diseño de las guías posteriores y la planificación de las actividades interdisciplinarias de la propuesta. Los resultados obtenidos de esta primera guía se muestran en el apartado de resultados.

5.3. FASE DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

En esta fase de la propuesta se toma en cuenta la información obtenida a partir de la indagación descrita anteriormente, teniendo en cuenta, que el presente trabajo se sustenta en la enseñanza de las ciencias naturales desde la perspectiva de la astrobiología, desarrollada en el marco de un semillero de astronomía en un colegio distrital. Puesto que, dicho en el contexto de este escenario pedagógico los estudiantes, previamente han podido adquirir conocimientos en relación con la astronomía, favoreciendo así la articulación de saberes y la construcción de aprendizajes significativos en un proyecto extracurricular interdisciplinar.

No obstante, en relación con el marco del semillero es necesario pensar en una estrategia didáctica que aproveche y se adapte a las características de los estudiantes participantes que se encuentran en rangos de edad variados, desde básica primaria, grado tercero, a secundaria grado undécimo. Así mismo se tiene en cuenta el fortalecimiento de la educación científica desde la astrobiología específicamente y la astronomía.

Con relación al enfoque de la propuesta didáctica, esta se fundamenta en la necesidad de acercar a los niños y jóvenes a la astrobiología como un campo de conocimiento que articula múltiples saberes y perspectivas. Este enfoque destaca la importancia de tener en cuenta los

conocimientos previos de los alumnos para promover un aprendizaje significativo que conecte conceptos científicos complejos con experiencias del mundo real.

Para avanzar en la comprensión integral de la vida en el cosmos, se requiere un enfoque interdisciplinario que combine las ciencias naturales, la astronomía, la biología, la química, la filosofía y las ciencias sociales. Además de las TIC para obtener información actualizada y simulaciones interactivas, su implementación integra recursos didácticos creativos, como cómics, manuales instructivos y dibujos. Los estudiantes de diversas edades se benefician de actividades experimentales y de observación que fomentan la investigación y el aprendizaje cooperativo. En definitiva, el objetivo de la propuesta es fomentar el pensamiento ético y reflexivo, destacando el valor de la vida como un fenómeno emergente que resulta de la complejidad de los sistemas naturales y la autoorganización de la materia.

De esta manera, se busca que los estudiantes no solo comprendan los fundamentos científicos de la astrobiología, sino que también reflexionen una conciencia ética frente a la preservación del único planeta en el que se ha comprobado la existencia de vida: la Tierra.

Con base en lo anterior, la unidad didáctica se estructura en seis sesiones, dentro de las cuales se articulan cuatro guías diseñadas para que incorporen el empleo de simuladores digitales como *Solar System Scope* y *Stellarium*. Así mismo, se incluyen actividades lúdicas orientadas a la modelación con plastilina, una práctica experimental de microscopía, y procesos de producción textual de carácter descriptivo y argumentativo, acompañados de representaciones gráficas. Estos componentes pensados para que se integren con dinámicas de trabajo colaborativo, favoreciendo tanto la construcción colectiva del conocimiento como el desarrollo de competencias científicas y comunicativas. La propuesta didáctica se rige por el orden de las siguientes dimensiones:

1. **Acceso al conocimiento previo (Diagnostico):** Acceso al conocimiento previo de los estudiantes, para establecer un diagnóstico con base a las respuestas proporcionadas en la guía didáctica.
2. **Introducción conceptual:** presentación de los conceptos claves en la astrobiología y a trabajar durante la propuesta didáctica.
3. **Experimentación:** Diseño y montaje de un experimento basado en las teorías de la Biogénesis y la generación espontánea, para incentivar el desarrollo de habilidades científicas con experimentación, planificación, observación, y registro de variables.
4. **Actividades artísticas creativas:** Integra actividades de expresión gráfica y artística como el dibujo y la creación de esquemas con plastilina y otros materiales para entender conceptos y procesos físicos que se dan al interior de las estrellas y que dan como resultado la formación de elementos químicos, a partir de estos se desarrolla la idea tomada del célebre divulgador científico Carl Sagan.
5. **Observación:** Se incluye un taller de microscopía para la observación y análisis de los resultados en la sesión de experimentación, así como la articulación de los estudiantes del semillero a un escenario como el laboratorio de ciencias, para el desarrollo de habilidades y pensamiento científico.
6. **Interdisciplinariedad:** La propuesta didáctica se estructura con el propósito de articular competencias transversales provenientes de diversas áreas de las ciencias naturales, incluyendo la biología, la física, la química, etc. Así como también toca una dimensión de educación ambiental. Asimismo, se orienta a la consolidación de procesos dialógicos de carácter formativo, en los que el debate se constituye como una herramienta pedagógica para el desarrollo del pensamiento crítico y argumentativo, en un marco de respeto por la diversidad de voces y perspectivas. De esta manera, se promueve en los estudiantes una

visión holística de las ciencias, no solo como constructos teóricos, sino como prácticas interrelacionadas que sostienen el progreso tecnológico en la sociedad.

5.4. CONTENIDO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

Primera Sesión: Acceso a conocimiento previo. Nombre de la guía: VISITANDO EL VECINDARIO GALÁCTICO, LA TIERRA UN HOGAR MUY ACOGEDOR.

Tabla 2 Contenido de la guía de indagación saberes previos

Objetivo	Temas y Subtemas	Actividad	Herramientas TIC y Materiales físicos
Hacer un diagnóstico sobre los conocimientos de los estudiantes acerca de astrobiología y sobre las características generales de los planetas del sistema solar, el Sol y las lunas más	<ul style="list-style-type: none"> - Astrobiología: concepto inicial - Sistema solar: el Sol, planetas y lunas de Júpiter - Diferencias de la Tierra frente a otros planetas 	<p>1. Responder preguntas iniciales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Para ti, qué es la Astrobiología? • ¿Para ti, qué hace diferente a la Tierra de los demás planetas y cuerpos del sistema solar? <p>2. Completar tabla con información obtenida del profesor y de la página web Solar System Scope sobre el Sol (composición, tamaño, tipo de estrella, ubicación) y los planetas (generalidad, gaseoso o rocoso, distancia al Sol, temperaturas promedio, presencia de agua líquida).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Página web: Solar System Scope - Canva (para organizar información y dibujos) - Guía impresa para completar tablas - Colores y cuaderno

representativas de Júpiter.		3. Dibujar el Sol y los planetas del sistema solar en orden según su ubicación respecto a la distancia al Sol	
-----------------------------	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Tabla 2: Contenido de la guía de indagación saberes previos (Elaboración propia)

Sesión 2 - La vida un fenómeno emergente en el universo:

Tabla 3 contenido sesión 2

Objetivos	Temas y Subtemas	Actividades	Herramientas TIC y Materiales
Explorar las perspectivas filosóficas que explican el origen y propósito de la vida, contrastando enfoques materialistas basados en procesos naturales con posturas idealistas que otorgan un	<p>Tema: Origen, evolución y distribución de la vida en el universo</p> <p>Subtemas: Teorías del materialismo y del idealismo</p>	<p>Momento 1: Dibujar y colorear cómo se originó el universo, identificando elementos químicos de los primeros instantes.</p> <p>Momento 2: Responde preguntas sobre el origen de la vida, requisitos para la vida y la importancia del agua.</p> <p>Momento 3: Elabora un experimento con materiales reciclables para comparar teorías sobre el origen de la vida (Oparin-Haldane, generación espontánea). Montaje de dos muestras (sellada y destapada) para observar diferencias.</p> <p>Pregunta final: ¿Qué crees que</p>	<p>TIC: Canva</p> <p>Materiales: reciclables, agua, materia orgánica.</p>

sentido trascendental.		aparecerá en las muestras en las próximas semanas?	
------------------------	--	----------------------------------------------------	--

Tabla 3: Temas sesión dos (elaboración propia)

Sesión 3 ¿De dónde vienen los elementos químicos necesarios para la vida?

Tabla 4 Temas sesión 3

Objetivos	Temas y Subtemas	Actividades	Herramientas TIC y Materiales Físicos
Comprender el origen de los elementos químicos en el universo y su relación con la vida, mediante la exploración de los procesos de nucleosíntesis estelar y el análisis de frases científicas y filosóficas.	Tema: Origen de los elementos químicos Subtemas: Nucleosíntesis estelar, ciclo P-P y CNO, fuerzas fundamentales	Actividad 1: Responde preguntas reflexivas y dibuja: - ¿Qué significa 'Somos polvo de estrellas'? - ¿Qué te hace pensar la frase 'La vida un fenómeno emergente en el universo'? - ¿Qué es la autoorganización? Actividad artística: Con plastilina, palos, cartulina y tizas blancas representa el ciclo P-P y CNO.	TIC: Canva, YouTube Materiales: plastilina, cartulina negra, palos pinchos, colores.

Tabla 4: Temas sesión 3 (elaboración propia)

Sesión 4 - Guía de laboratorio: Observación de microorganismos

Tabla 5 temas de laboratorio

Objetivos	Temas y Subtemas	Actividades	Herramientas TIC y Materiales
Explicar el funcionamiento del microscopio compuesto, observar formas de vida microscópicas en muestras de agua elaboradas en sesiones anteriores y relacionar la práctica con teorías del origen de la vida (generación espontánea, caldo primigenio de Oparin, panspermia).	<p>Tema: Observación de microorganismos</p> <p>Subtemas: Diversidad de vida microscópica y teorías del origen de la vida.</p>	<p>Primera parte: Reconocimiento de las partes del microscopio.</p> <p>Actividad de observación: Montar y observar muestras en el microscopio. Dibujar lo observado y responder:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿A qué organismo se parece? - ¿Qué actividad realiza? - ¿Qué otros organismos había cerca? <p>Comparar con imágenes de</p>	<p>TIC: Canva</p> <p>Materiales: bata, regla, microscopio, pipetas, mecheros de alcohol, portaobjetos, cubreobjetos, muestras de agua, carpeta de laboratorio, lápices y colores.</p>

		referencia de microorganismos.	
--	--	--------------------------------	--

Tabla 5: Temas sesión 4 Laboratorio de Microscopía (elaboración propia)

Sesiones 5 y 6 – Exoplanetas, Biofirmas y extremófilos

Tabla 6 temas sesión 5 y 6

Objetivos	Temas y Subtemas	Actividades	Herramientas TIC y Materiales físicos
<p>Comprende qué es un exoplaneta y cómo se busca vida fuera del sistema solar.</p> <p>Aborda el concepto de Biofirma y porque es importante en Astrobiología</p> <p>Comprende que es un extremófilo y que ambientes extremos podría sortear la vida en</p>	<p>Tema: Exoplanetas y otros sistemas estelares</p> <p>Subtemas: Zona habitable, biofirmas, ambientes extremos y extremófilos</p>	<p>Primera parte: 1. Inicio: Construcción de la historieta para recoger material con el que se elaborará el producto final (el cómic).</p> <p>2. Desarrollo: Los estudiantes escogen un exoplaneta de la presentación del docente y, en grupos, crean una historieta sobre: ¿Cómo creen que sería la vida allí si existiera? Deben describir el planeta con datos reales, usando rigor científico pero también imaginación y creatividad.</p> <p>3. Cierre: Responder en grupo las preguntas:</p> <p>1) ¿Qué condiciones hacen que tu</p>	<p>TIC: Canva</p> <p>marcadores, regla, colores, cartulina.</p>

algunos exoplanetas		exoplaneta pueda albergar vida? 2) ¿Qué tipo de seres imaginan podrían sobrevivir allí? 3) ¿Qué dificultades tendría la vida en comparación con la Tierra? 4) ¿Por qué crees que, hasta ahora, la Tierra es el único planeta con vida comprobada? 5) ¿Qué mensaje darías a la humanidad sobre el cuidado de la Tierra, después de conocer estos exoplanetas?.	
------------------------	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Tabla 6: Temas sesión 5 (elaboración propia)

[Link de acceso a las guías](#)

5.4. RÚBRICAS DE EVALUACIÓN PARA ANÁLISIS DE RESULTADOS EN LA TERCERA FASE

En el marco de esta propuesta didáctica para la enseñanza de la astrobiología, la evaluación del aprendizaje en los estudiantes requiere un enfoque que integre esa metodología mixta planteada durante la propuesta, la cual se refiere a aspectos cuantitativos como cualitativos. Según Hafner, (2003), las rúbricas pueden potencialmente mejorar el aprendizaje y la enseñanza en la medida que explicitan las expectativas y los criterios de evaluación, facilitando el feedback y la autoevaluación de los alumnos. En este sentido, esta herramienta actúa de manera dinámica como instrumento de recolección de datos para análisis de resultados; al igual que comprueba los resultados de aprendizaje desarrollados durante la propuesta. Dado que la astrobiología es de carácter interdisciplinar y multidisciplinar, es fundamental contar con una

estrategia de evaluación que refleje esta complejidad y de cuenta del proceso de aprendizaje en torno a los temas vistos sobre la astrobiología. Acorde a Mideros, *et al.* (2014), el uso de las rubricas como una herramienta para evaluar los aprendizajes de manera que, el educando sea evaluado parcial y equilibrado de manera integral, funciona de igual modo donde el educador pueda tener claridad de los criterios a evaluar y el cumplimiento de los objetivos previstos.

5.4.1. RÚBRICAS DE EVALUACIÓN ENFOQUE CUALITATIVO Y CUANTITATIVO

Estas rúbricas son instrumentos diseñados para evaluar de manera cuantitativa y cualitativa los resultados del proyecto didáctico de enseñanza de astrobiología implementado en un semillero de astronomía con estudiantes de primaria y secundaria. Permite valorar aspectos conceptuales, creativos y prácticos relacionados con las sesiones y actividades desarrolladas.

Cómo está estructurada la rúbrica

1. Evaluación por criterio: Para cada estudiante, se evalúa cada criterio asignándole una puntuación entre 1 (insuficiente) y 4 (excelente), según el nivel de desempeño observado.
2. Observación y evidencias: Se recomienda acompañar la puntuación con observaciones cualitativas que expliquen fortalezas y áreas de mejora, basadas en las respuestas dadas a las preguntas de las guías didácticas, dibujos, participación y desempeño en laboratorio.
3. Calificación final: Sumar las puntuaciones de cada criterio para obtener una valoración general del aprendizaje y desempeño del estudiante. Se puede hacer análisis individual o grupal puesto que algunas de las guías se desarrollaron de manera colaborativa.

Aplicación práctica

- Dibujo como expresión: Evaluar no la calidad artística sino la capacidad para plasmar ideas y conceptos astrobiológicos aprendidos.

- Sesión de laboratorio: Evaluar cómo el estudiante asocia la experiencia práctica con teorías científicas, valorando su pensamiento crítico y capacidad de reflexión.
- Adaptación por nivel: Ajustar observaciones de acuerdo a la edad y desarrollo cognitivo del grupo (primaria o secundaria).

Esta rúbrica está definida para la evaluación y sistematización de las guías didácticas

Tabla 7 rúbrica 1

Criterio / Nivel de logro	Excelente (4 - 5)	Bueno (3)	Regular (2)	Insuficiente (1)
Comprensión conceptual asociado a la astrobiología	Demuestra comprensión profunda y clara de todos los temas astrobiológicos tratados.	Comprende la mayoría de los conceptos principales con mínimas confusiones.	Comprende conceptos básicos, pero con confusiones importantes en varios temas.	Presenta dificultades frecuentes para entender los contenidos.
Aplicación y análisis de situaciones con astrobiología	Aplica conceptos para analizar situaciones y problemas relacionados con astrobiología.	Aplica algunos conceptos a situaciones concretas con análisis básico.	Realiza intentos limitados de aplicación y análisis con errores conceptuales.	No logra aplicar ni analizar los conceptos científicos presentados.
Expresión de ideas mediante el dibujo para abordar conceptos de Astrobiología	Dibuja ideas claras, detalladas y relacionadas correctamente con los conceptos abordados.	Dibuja ideas comprensibles, con algunos detalles relacionados con los conceptos.	Dibuja ideas poco claras o con relación limitada a los conceptos.	No logra expresar ideas mediante el dibujo o el dibujo no está relacionado.

Tabla 7: Rúbrica de Evaluación guías (elaboración propia)

5.4.2. RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE LA HISTORIETA (ENFOQUE CUALITATIVO Y CUANTITATIVO)

Esta es la rúbrica para evaluar la comprensión de los estudiantes sobre astrobiología y su capacidad para expresar ideas científicas desde el dibujo y la narración, al igual que la que se construye para las guías didácticas, esta se estructura para medir de manera cuantitativa y cualitativa a partir de cinco criterios, asignando una calificación en una escala de 1 - 5 desde deficiente a excelente.

Tabla 8 rúbrica 2 historieta

Criterio	Excelente (4 - 5)	Bueno (3)	Regular (2)	Deficiente (1)
Rigor científico según respuestas asociadas a la astrobiología	Contenido basado en información científica precisa y bien explicada.	Información correcta, pero con algunas imprecisiones.	Algunos errores conceptuales.	Contenido erróneo o muy confuso.
Interdisciplinariedad según las respuestas asociadas a astrobiología	Integra conceptos de: física, química, biología, astronomía y geología.	Integra al menos tres disciplinas.	Integra dos disciplinas.	No integra disciplinas.
Pensamiento crítico para conectar conceptos asociados a astrobiología	Explica conceptos científicos con reflexión y análisis.	Explica conceptos sin mucha profundidad.	Reproduce información sin análisis.	No demuestra comprensión de los conceptos.
Creatividad y narrativa asociados a la historieta con conceptos de astrobiología	Historia atractiva y bien estructurada, con elementos originales.	Historia clara pero aporta pocos detalles.	Historia con fallas narrativas.	Historia confusa y poco desarrollada.
Presentación visual con uso de colores y desarrollo de los dibujos.	Cómic bien ilustrado y organizado.	Diseño aceptable pero con fallas menores.	Diseño desordenado o con poco esfuerzo.	Diseño deficiente y poco legible.

Tabla 8: Rúbrica de evaluación de la historieta (elaboración propia)

5.4.3. RUBRICA DE EVALUACIÓN GUÍA DE LABORATORIO

Criterio de análisis	Excelente (4 - 5)	Bueno (3)	Regular (2)	Deficiente (1)
Observación científica (Descriptiva y gráfica)	Realiza una descripción detallada y precisa de los microorganismos observados, representándolos gráficamente con rasgos morfológicos claros y coherentes con la observación.	Describe los microorganismos de forma general, con representaciones comprensibles pero poco detalladas o con algunos errores menores.	Realiza observaciones limitadas o incompletas, con descripciones poco claras.	No logra observar o describir adecuadamente las formas de vida presentes.
Relación entre observaciones y teorías del origen de la vida	Establece relaciones claras y coherentes entre los organismos observados y las teorías del origen de la vida (Oparin, Panspermia, Generación espontánea), argumentando con base científica.	Relaciona las observaciones con alguna teoría del origen de la vida, aunque con explicaciones parciales o poco precisas.	Muestra intentos de relación entre observaciones y teorías, pero con confusión conceptual	No logra establecer relación entre lo observado y las teorías del origen de la vida.

Tabla 9: Rúbrica de evaluación de la guía de laboratorio (elaboración propia)

5.5. VALIDACIÓN DE LAS RÚBRICAS DE EVALUACIÓN

Estas rúbricas fueron puestas a retroalimentación y validación por parte del semillero del grupo conocimiento profesional en ciencias de la universidad pedagógica nacional, durante una de las sesiones desarrolladas en el semestre 2025 - 2 donde se recogieron comentarios sobre su viabilidad de aplicación y con base a estos se modificaron para la última fase de análisis de resultados.

5.6. CONSIDERACIONES ÉTICAS Y MANEJO DE LA INFORMACIÓN

Para la implementación de esta investigación y posterior sistematización se garantizó un idóneo y adecuado tratamiento ético de los datos provenientes de las actividades realizadas con los participantes. En todos los apartados del documento, las evidencias se presentan de manera anónima, identificando a los participantes únicamente como estudiantes del semillero (primaria o grado undécimo) o estudiantes de 601. También dicha información analizada, corresponde estrictamente a las producciones académicas consignadas en las guías didácticas, respuestas escritas, dibujos e historietas, sin incluir nombres propios ni datos sensibles. Asimismo, las fotografías tomadas como evidencia de las sesiones, fueron editadas para evitar la identificación de los estudiantes, omitiendo completamente los rostros u otros rasgos que pudiesen comprometer su privacidad. Este proceso como es debido, contó con los respectivos formatos institucionales de consentimiento informado y autorización para el uso de datos, asegurando la confidencialidad, protección y uso exclusivamente académico de toda la información recopilada.

5.7. CONTEXTUALIZACIÓN DEL ESCENARIO Y LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

La presente propuesta didáctica se desarrolló en la Institución Educativa Distrital Bosanova, ubicada en la localidad séptima de Bosa, Bogotá D.C. Acorde a el proyecto educativo institucional PEI, el enfoque formativo de la institución es orientado al bilingüismo, la comunicación y la convivencia. Dentro de los estudiantes que acuden a la institución se encuentra población de inclusión y migrante, empezando desde el grado de transición hasta la media en grado 11°.

El proyecto se desarrolló en las actividades del Semillero de Astronomía “Astrobosanova”, un espacio extracurricular que surge en colaboración con el semillero Alternancias de la Universidad Pedagógica Nacional, con el propósito de fomentar la curiosidad científica y la apropiación del conocimiento en ciencias naturales a través de la astronomía y disciplinas afines. Como señala Oliveros Prada (2023) en la Propuesta del Semillero Astrobosanova como Centro

de Interés, este semillero tiene como objetivos “despertar el interés por la ciencia y la astronomía desde la observación, la indagación y la experimentación, promoviendo la formación de pensamiento crítico y creativo en los estudiantes”.

En concordancia con lo anteriormente mencionado, esta propuesta contribuye al objetivo del semillero de, fortalecer las habilidades investigativas de los estudiantes y articular las ciencias de manera integral con las herramientas expresivas y la motivación científica.

El semillero estuvo conformado por estudiantes de grado cuarto de primaria hasta grado undécimo, con edades entre los 8 y 17 años, los encuentros se daban cada quince días los sábados, en jornadas de 7:00 a.m. a 11:30 a.m. en las instalaciones del colegio. Durante estos encuentros se desarrollaban actividades teórico prácticas basadas en la observación astronómica, la modelación de fenómenos y la elaboración de proyectos interdisciplinarios en torno a la astronomía, la astrobiología, la astroquímica y la astrofísica.

El semillero mantuvo sus actividades hasta el mes de noviembre de 2024, cuando se suspendió debido a razones administrativas y la falta de apoyo institucional. No obstante, con el fin de terminar la implementación de la propuesta didáctica, el trabajo continuó durante el año 2025 con el curso 601°, aprovechando la presencia de tres estudiantes que habían pertenecido al semillero. Esto permitió comparar los resultados obtenidos entre los estudiantes con trayectoria en el semillero y aquellos que no habían participado, ofreciendo un análisis más amplio sobre el impacto de la propuesta en diferentes niveles de formación y experiencia

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de esta propuesta se presentan de acuerdo con cada una de las fases establecidas en el apartado metodológico, es decir que en este capítulo se muestran dichos resultados en el orden en el que desarrolló el trabajo, donde inicialmente se evidencia lo obtenido en la fase de indagación, seguidos de la fase de implementación y terminando con la fase de evaluación de la propuesta a partir de los instrumentos de análisis (rúbricas).

6.1. RESULTADOS FASE DE INDAGACIÓN

Durante esta fase se diseñaron las primeras guías didácticas orientadas a indagar los conocimientos previos de los estudiantes sobre conceptos fundamentales de la astrobiología. La primera guía, titulada "Explorando nuestro vecindario galáctico: la Tierra, un hogar muy acogedor", reveló las primeras ideas de los estudiantes sobre el cosmos, los planetas y los requisitos previos para la vida.

6.1.2. GUÍA DE INDAGACIÓN Y ACCESO A CONOCIMIENTOS PREVIOS

Como punto de partida para la implementación de la propuesta, se diseña una guía diagnóstica orientada a la indagación de conocimientos previos de los estudiantes sobre la astrobiología y su relación con la astronomía y las ciencias naturales. Esta primera guía incluyó preguntas abiertas como *¿Para ti qué es astrobiología?* y *¿Qué hace diferente a la Tierra de los demás planetas y cuerpos del sistema solar?*, además de otros ítems complementarios para el grupo de bachillerato quienes adicional debían elaborar una lista de planetas y cuerpos celestes conocidos, y responder en sus palabras, cuál consideraban que era la relación entre astronomía y astrobiología. Con el propósito de atender las particularidades de los distintos niveles educativos se elaboraron dos versiones del instrumento, una adaptada para los niños de primaria y otra para los estudiantes de secundaria. Adicionalmente, la guía incluyó una actividad práctica mediada por la herramienta TIC en la que los estudiantes utilizaron el simulador Solar System Scope para completar un cuadro comparativo con información sobre el Sol y los planetas del sistema solar. Para el Sol, se consideraron los ítems composición y elementos, tamaño, tipo de estrella y ubicación; mientras que para los planetas se incluyeron generalidades, *tipo (gaseoso o rocoso)*, distancia respecto al Sol, temperatura promedio y presencia de agua líquida, complementando la actividad con un dibujo representativo de cada cuerpo celeste.

Cabe mencionar que también esta guía fue aplicada tanto en el semillero de astronomía Astrobosanova como en la clase de Ciencias Naturales del grado 502 del mismo colegio y todo dentro del marco de la práctica didáctica y pedagógica. También esto se hace con el propósito de comparar las respuestas entre estudiantes vinculados al semillero y aquellos que no. Los resultados obtenidos en esta fase permitieron identificar un panorama inicial de las nociones, concepciones y representaciones previas que los estudiantes tenían sobre la astrobiología, lo cual sirvió de sustento para el diseño de las guías posteriores y la planificación de las actividades interdisciplinarias de la propuesta.

Análisis de la guía implementada en el semillero

Para el análisis cuantitativo se elaboran gráficos de barras y circulares, para mostrar las respuestas dado el número de estudiantes presentes en la sesión de indagación e igual número de muestras de las guías desarrolladas en grado 501.

Cantidad de participantes: **7: tres de primaria, de estos uno de grado 4° y dos de grado 5°, cuatro estudiantes de secundaria de grado 11°**

- Primera pregunta: ¿Para ti qué es la astrobiología?

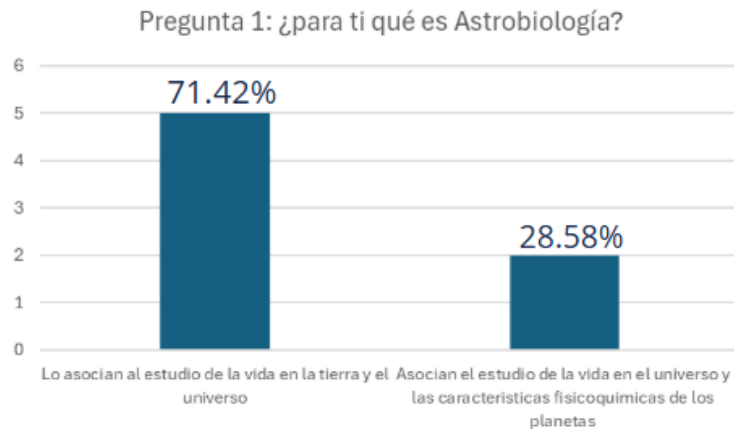


Ilustración 1, Gráfico 1(Elaboración propia)

El total de los estudiantes asocian la astrobiología con el estudio, investigación y búsqueda de la vida en el universo. Dos van más allá en su respuesta y relacionan el estudio de características fisicoquímicas de los cuerpos celestes para que pudiera existir vida.

- Segunda pregunta: ¿Para ti qué hace diferente a La Tierra de los demás planetas y cuerpos del sistema solar?

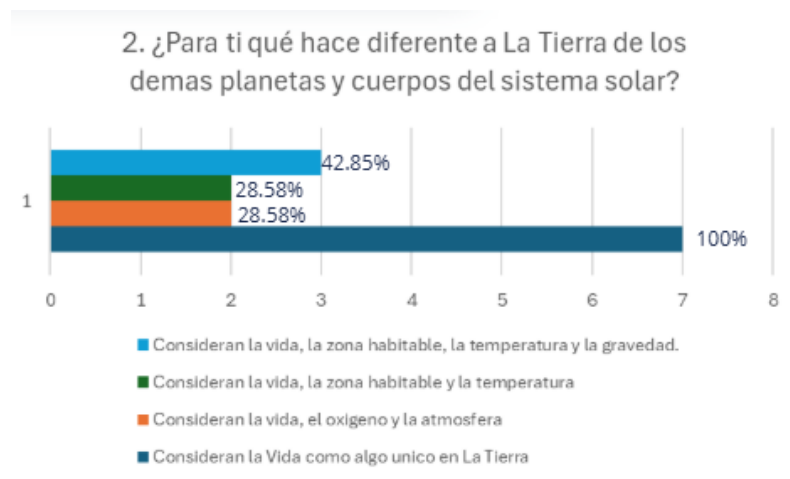


Ilustración 2 Gráfico 2: (Elaboración propia)

Todos los estudiantes reconocen a La Tierra como único lugar que alberga vida dentro del sistema solar. De ellos el 42.86% consideran aspectos fisicoquímicos, como oxígeno,

gravedad y zona habitable. El 28,57% oxígeno y atmósfera y otro 28.57% zona habitable y temperatura.

Para las preguntas adicionales en la versión de la guía para el nivel de secundaria se considera hacer un análisis más enfocado a lo cualitativo, las preguntas son:

- ¿Qué relación crees que existe entre astronomía y astrobiología?

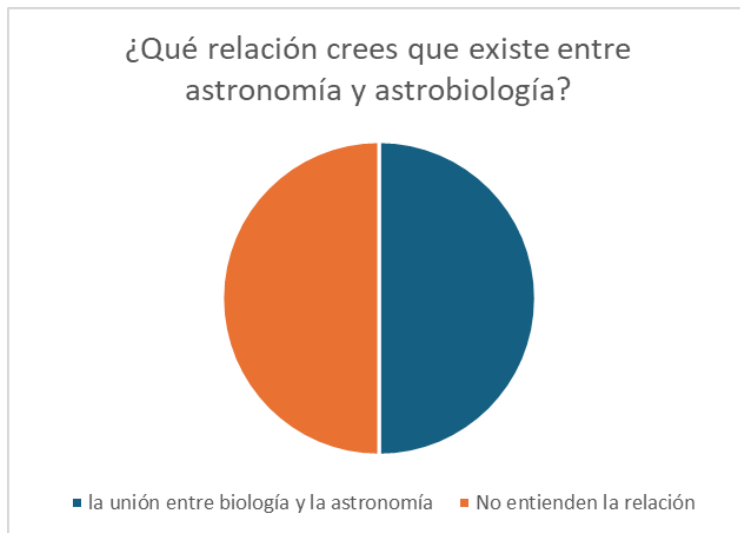


Ilustración 3 Gráfico 3: (Elaboración propia)

De las respuestas de los estudiantes de grado undécimo a esta pregunta se puede analizar que: dos de los cuatro estudiantes relacionan la unión entre biología y la astronomía, uno de ellos escribe que estudian lo observable, pero no hace distinción entre una disciplina y otra en su respuesta, y la última estudiante se refiere al estudio del universo, pero no responde sobre alguna relación entre astronomía y astrobiología.

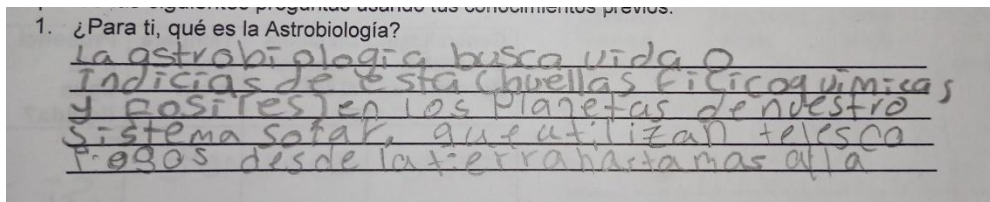


Ilustración 4 Foto de la guía, respuesta de estudiante del semillero de grado 5°

Estudiante del semillero de 5°, transcripción: (La astrobiología busca vida o indicios de esta (huellas) fisicoquímicas y fósiles en los planetas de nuestro sistema solar, con telescopios desde la Tierra y hasta más allá.)

De esta respuesta se puede analizar que, el estudiante del semillero evidencia una comprensión inicial del concepto de astrobiología, ya que integra elementos de la astronomía y la biología en su explicación. También reconoce la búsqueda de vida o de huellas fisicoquímicas y fósiles como propósito central de esta ciencia, y además menciona el uso de instrumentos como telescopios, para el estudio y la observación dentro y fuera del sistema solar. Esta respuesta muestra una aproximación interdisciplinar y contextualizada, acorde a lo que se espera de un proceso formativo derivado de su participación en el semillero.

SEGUNDA PARTE DEL TALLER: Dibujar, colorear y completar la información del cuadro para cada cuerpo celeste en la guía.

En la segunda parte de la guía los estudiantes debían completar la información para cada cuerpo celeste del sistema solar, donde se incluyeron el Sol, los Planetas, la Luna y Titán. Esta actividad se desarrolla de manera guiada, con el uso de la herramienta TIC Solar system scope, la cual es un simulador del sistema solar que permite observar de manera adecuada generalidades como, movimiento de los planetas, sus órbitas, rotaciones, distancias relativas, tamaños y composición. También ofrece representaciones 3D interactivas para visualizar en

tiempo real los movimientos orbitales y rotacionales de los cuerpos del sistema solar y escalas ajustables.

Composición elementos químicos	Tamaño	Tipo de estrella	Ubicación

Ilustración 5 cuadro para completar información del Sol (Elaboración propia)

Generalidad gaseoso o rocoso	Distancia respecto al sol	Temperaturas promedio	Presencia de agua en estado líquido

Ilustración 6 cuadro para completar información de planetas (Elaboración propia)

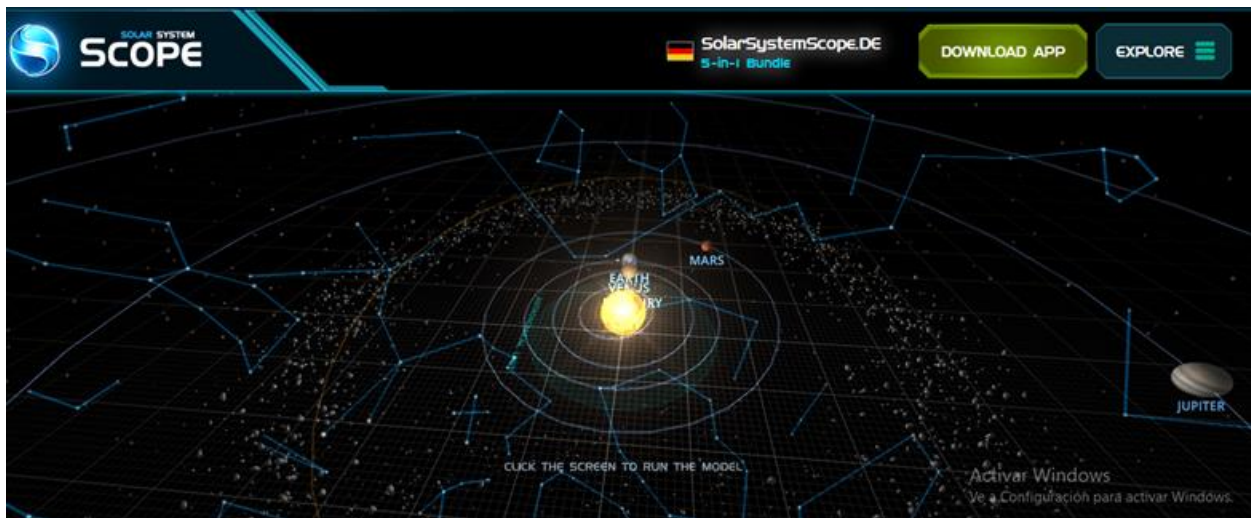


Ilustración 7 captura de pantalla plataforma web Solar system scope)

6.1.3. Análisis de las respuestas de la guía implementada en el curso 501

Para el análisis de los resultados de la guía implementada en el curso 501, se seleccionaron siete muestras de las guías elaboradas por los grupos de estudiantes. Dado que el curso contaba con un total de 37 estudiantes, las actividades se desarrollaron en equipos de tres integrantes, lo que permitió fomentar el trabajo colaborativo y facilitar la observación y

registro de las respuestas. Esta sesión se desarrolló durante la clase de ciencias naturales dentro del espacio de prácticas. La selección de las siete guías se realizó con el propósito de establecer una comparación cualitativa entre las producciones de los estudiantes que participaron en el semillero y aquellas de los estudiantes que no hacen parte de este, permitiendo identificar diferencias en la comprensión conceptual y en la argumentación frente a los temas abordados.

Cantidad de guías seleccionadas: **7**

- Primera pregunta: ¿Para ti qué es la astrobiología?

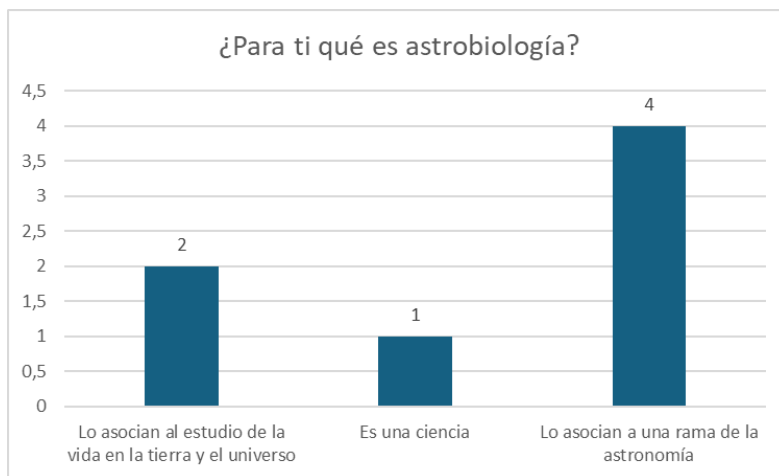


Figura 8, Gráfico 4: (Elaboración propia)

En el análisis a las respuestas de la primera pregunta de las siete guías seleccionadas del curso 501, “¿Para ti qué es la astrobiología?”, se observó que dos grupos (28,6%) relacionan correctamente la astrobiología con el estudio de la vida en el universo y en la Tierra, mostrando cierta comprensión cercana a la definición científica del término. Un grupo (14,3%) la identifica únicamente como una ciencia, sin aportar detalles adicionales, reflejando una noción aún superficial. Finalmente, cuatro grupos (71,4%) asocian de cierta forma la astrobiología a la astronomía o el estudio del universo y la biología, lo cual evidencia un reconocimiento parcial de su carácter interdisciplinar, aunque no profundizan en otros aspectos conceptuales. En conjunto

los resultados sugieren que la mayoría de los estudiantes poseen una idea general de la relación entre la astrobiología y otras ciencias naturales, pero aún requieren procesos didácticos que fortalezcan una comprensión integral.

- Segunda pregunta: ¿Para ti qué hace diferente a La Tierra de los demás planetas y cuerpos del sistema solar?

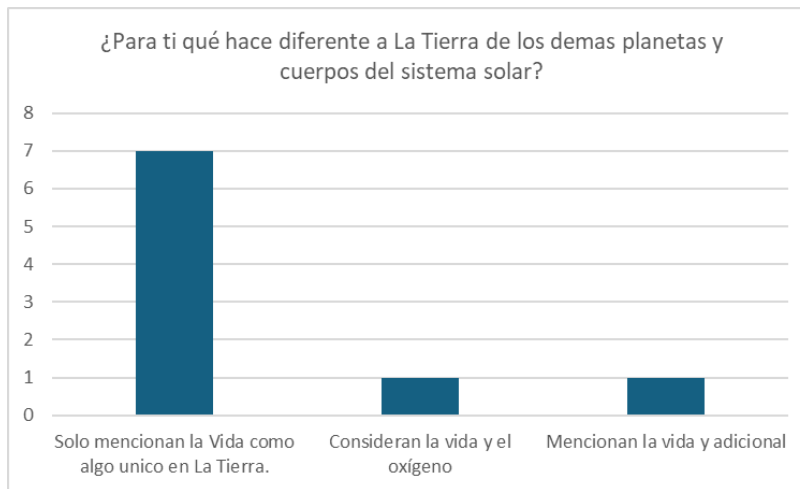


Ilustración 8 Gráfico 5: (Elaboración propia)

En las respuestas a la pregunta, se evidencia que los siete grupos es decir el (100%) coinciden en que la presencia de vida, es el principal factor distintivo del planeta, lo que refleja una noción básica y compartida sobre su singularidad en el sistema solar. No obstante, solo dos grupos (28,6%), complementan su respuesta mencionando la presencia de agua, y solo uno de los grupos el (14,3%), hace referencia al oxígeno como elemento fundamental para la existencia de organismos vivos. Estas respuestas muestran que, si bien los estudiantes reconocen intuitivamente la relación entre la Tierra y la vida, aún se requiere fortalecer su comprensión sobre las condiciones físicoquímicas que posibilitan la habitabilidad, como la atmósfera, la temperatura o la distancia al Sol.

6.1.4. Reflexión comparativa de la guía de indagación a conocimientos previos

La mayoría de los alumnos de primaria (5.º grado) relacionaron la astrobiología con la búsqueda de vida extraterrestre, aunque sus respuestas no iban más allá de relacionar las dos disciplinas, y citando la necesidad de agua, atmósfera y temperatura para la habitabilidad. Por otro lado, los estudiantes participantes en el semillero mostraron una comprensión más avanzada, relacionando la astrobiología con la investigación de las características fisicoquímicas de los cuerpos celestes y su conexión con la vida.

Este contraste resalta la influencia de la exposición previa a actividades de divulgación científica y observación astronómica, que enriquecen los marcos conceptuales y el vocabulario científico de los estudiantes. Desde una perspectiva cualitativa, las representaciones iniciales de la astrobiología en ambos grupos reflejaban un equilibrio entre la curiosidad científica y la imaginación, en consonancia con la naturaleza interdisciplinaria del campo. Las representaciones gráficas, como dibujos de los planetas y el Sol, sirvieron no solo como expresiones creativas, sino también como poderosas herramientas para un aprendizaje significativo y la comprensión conceptual.

6.1.5 Discusión teórica

Estos primeros hallazgos respaldan la opinión de Vygotsky (1978) sobre la importancia fundamental del entorno social y cultural en la producción de conocimiento. A través del debate entre compañeros y la mediación del profesor, los miembros del semillero amplían su zona de desarrollo próximo mediante la exploración cooperativa y la participación supervisada. También es importante abordar, además, que la variedad de respuestas de los estudiantes del semillero que relacionan características variadas a diferentes disciplinas y desde diferentes puntos de vista a un interrogante, demuestra lo que Morin (1999) denomina pensamiento complejo, en el que la comprensión es el resultado de la fusión de tipos de conocimiento complementarios y parciales.

Esta etapa inicial confirma el valor de un enfoque interdisciplinario que vincula la tecnología, el arte y las ciencias naturales como peldaños fundamentales para una comprensión integral del cosmos y la interacción dinámica entre la vida y su entorno natural.

6.2. RESULTADOS DE LA FASE DE IMPLEMENTACIÓN

Para la segunda fase de implementación los resultados se presentan principalmente de manera descriptiva a cómo se desarrollaron las sesiones, complementando con descripciones que ilustran el proceso de implementación de las guías y las actividades desarrolladas. El principal objetivo de esta parte es, evidenciar la apropiación de los conceptos asociados a la astrobiología, a partir de la aplicación de las guías y las actividades propuestas para la propuesta didáctica de la enseñanza de la astrobiología en el semillero Astrobosanova. Cada guía se estructura acorde al tema a abordar en cada sesión, según lo explicado previamente en la fase de construcción y diseño. En algunas de ellas se hacen dos versiones considerando los niveles educativos de los participantes, de primaria y secundaria.

6.2.1. Sesión dos, guía #2 “la vida un fenómeno emergente en el universo”

Número de participantes: 6, tres de undécimo y tres de quinto

La segunda guía didáctica, titulada “La vida, un fenómeno emergente en el universo”, tuvo como objetivo principal, acercar a los estudiantes al estudio del origen y las condiciones necesarias para la existencia de vida en el universo, desde la perspectiva científica y materialista. Su principal propósito fue reconocer los procesos fisicoquímicos que favorecieron el surgimiento de la vida y el de comprender la importancia de los elementos químicos, las mezclas y el agua como componentes esenciales para su aparición. La sesión se estructuró en tres momentos. En el primero, los estudiantes representaron mediante dibujos el origen del universo y la formación de los primeros elementos químicos, integrando contenidos de cosmología y química básica. En

el segundo momento, respondieron preguntas que los invitaban a reflexionar sobre el origen de la vida y finalmente, en el tercer momento, se propuso una actividad experimental en la que los estudiantes elaboraron un montaje con materiales reciclables y materiales orgánicos simples, como cáscara de fruta del refrigerio y agua, con el fin de observar en sesiones posteriores la posible aparición de microorganismos, introduciendo así el debate sobre las teorías de biogénesis y abiogénesis trabajadas durante esta sesión. Cada estudiante debía buscar una botella tipo pet, en el espacio donde se disponen los desechos plásticos aprovechables del colegio, en esta debían depositar restos de cascara de fruta y agua, después sellarla con un plástico y bandas elásticas, como detalle adicional debían hacer entre, tres y cuatro orificios pequeños en el plástico para que ingresará aire y dejarla en un lugar de su casa durante los próximos 30 días, que era la fecha planteada para la sesión de laboratorio donde se observarían las muestras del experimento.

La guía fue elaborada en dos versiones, una para educación primaria y otra para nivel de secundaria, ajustadas a las capacidades cognitivas y expresivas de los participantes:

- **Versión de primaria:** los estudiantes respondieron a dos preguntas abiertas, ¿Qué crees que se necesita para que exista vida en el universo? y ¿Qué elementos crees que se necesitan para formar vida?, con el fin de explorar sus ideas iniciales y representaciones sobre la vida más allá de la Tierra.
- **Versión de secundaria:** los estudiantes respondieron una pregunta que los invitaba a reflexionar sobre el origen de la vida según la ciencia, otra sobre los elementos químicos necesarios para la vida clasificados entre orgánicos e inorgánicos y la relevancia del agua como sustancia indispensable para la vida.

Esta sesión dos de la propuesta se titula “La vida, un fenómeno emergente en el universo” y se inicia con un breve recuento histórico sobre el origen del universo, abordando la Teoría del

Big-bang y destacando el aporte de Georges Lemaître, como el principal formulador. Después de esta introducción, se plantea una reflexión sobre las visiones basadas en el materialismo e idealismo, analizando cómo cada una interpreta el surgimiento del universo, la materia y la vida.



Ilustración 9 Captura de pantalla diapositiva presentación segunda sesión semillero 14/09/2024.

Toda la explicación se apoya en el uso de herramientas TIC, particularmente la presentación elaborada en Canva, y proyectada mediante un smart tv conectado a un computador. En el momento tres se da la realización del montaje experimental anteriormente descrito. Cabe aclarar que se realiza con el propósito de retomar en sesiones posteriores la discusión sobre las teorías biogénica y abiogénica, acercar la parte experimental con objetos de la cotidianidad y motivar a la generación de hipótesis desde ese momento, al dejarles el

interrogante, ¿Qué creen que aparecerá en la muestra hasta el día del laboratorio?.



Ilustración 10 foto del experimento realizado por estudiante del semillero segunda sesión semillero 14/09/2024.

La sesión termina con una reflexión final apoyada en la frase de Carl Sagan: “somos polvo de estrellas”, proyectada en la última diapositiva de la presentación elaborada en Canva para



Ilustración 11 Figura 12 pantallazo sesión dos del semillero

esta sesión. Esta cita dejó como pregunta abierta para la siguiente sesión, con el propósito de despertar en los estudiantes la curiosidad y motivar la exploración sobre el origen de los elementos químicos en las estrellas, tema que se abordaría posteriormente en la guía titulada “Somos

polvo de estrellas”.

6.2.3. Sesión tres, guía # 3 “Somos polvo de estrellas”

Número de participantes: 7, tres de undécimo y cuatro de quinto.

Para la tercera sesión de implementación de la propuesta en el semillero, se diseñó una guía titulada “Somos polvo de estrellas”, con el propósito de que los estudiantes comprendieran el origen cósmico de los elementos químicos y su relación directa con la formación de la vida en la Tierra. Carl Sagan, inspira el título con su célebre frase y representa la idea de que los átomos que conforman todos los seres vivos, se originaron en procesos estelares, advirtiendo el vínculo entre el ser humano y el universo. Por lo tanto, abordar este tema dentro de la propuesta para la enseñanza de la astrobiología resulta esencial, ya que permite integrar saberes de la física, la química, la astronomía y la biología, mostrando cómo los procesos estelares dan lugar a los componentes fundamentales de la vida, y fomentando una visión interdisciplinar y sistémica del cosmos.

Para esta sesión se contó con la participación de siete estudiantes, tres de grado undécimo y cuatro de quinto, los cuales fueron organizados en grupos colaborativos mixtos. El encuentro inició con la activación de saberes previos, y retomando la pregunta planteada al final de la sesión anterior, y que es la primera de la guía: ¿Para ti qué significado tiene la famosa frase de Carl Sagan “Somos polvo de estrellas”? A lo que los estudiantes responden de forma escrita y con un dibujo.

A continuación, a esto, como en las sesiones anteriores se usan las herramientas TICS con una presentación elaborada en Canva, mostrando una exposición que abordó el desarrollo histórico de la comprensión científica del origen de los elementos, destacando el trabajo de Cecilia Payne, pionera en demostrar la composición elemental de las estrellas, y de Hans Bethe, quien explicó

los procesos de nucleosíntesis estelar a través del ciclo protón-protón (PP) y el ciclo CNO.

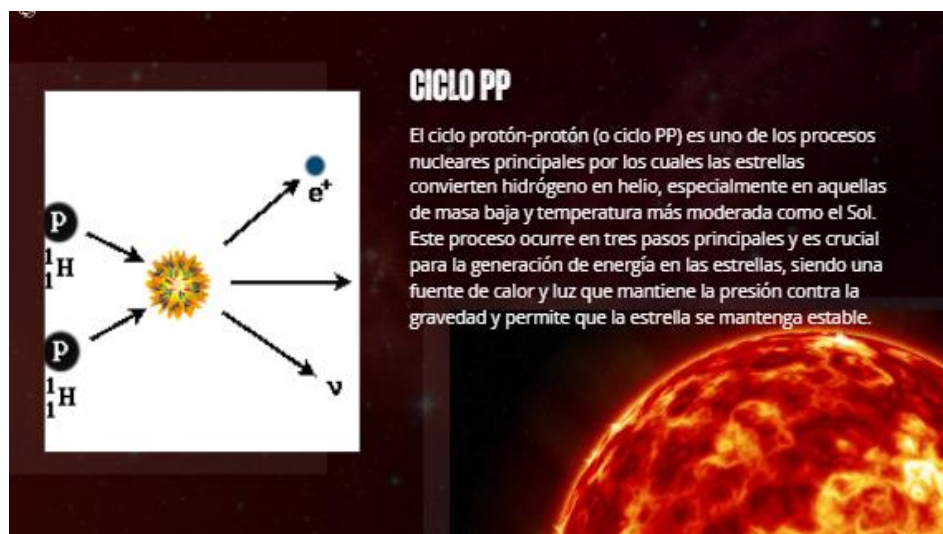


Ilustración 12 pantallazo sesión 3 semillero

Para la parte práctica didáctica, días antes a la sesión se solicitó a los estudiantes llevar bolas de icopor pequeñas y palillos de madera. Sin embargo, antes del encuentro, se decidió optar por el uso de plastilina de varios colores, esto por su plasticidad y carácter sensorial, lo que facilitó la manipulación y la comprensión de los conceptos, en especial para los estudiantes de primaria. La actividad consistió en que los estudiantes representaran protones, neutrones y electrones con bolitas de plastilina, construyendo paso a paso los átomos e isotopos que se dan durante los procesos de fusión estelar, ciclo PP y CNO sobre una cartulina negra. Esta actividad fue guiada paso a paso a los estudiantes, no obstante, también aquellos que llevaron el icopor y los palillos elaboraron modelos moleculares del agua, dióxido de carbono, entre otras, bajo la orientación de la profesora líder del semillero. Todo esto reforzó el aprendizaje a través de la experimentación manual y la visualización concreta de los procesos químicos y físicos. Esta

dinámica favoreció la experiencia activa, el trabajo colaborativo y la comprensión significativa de fenómenos abstractos, en coherencia con la teoría del aprendizaje experiencial de Kolb (1984).

La guía de esta sesión se piensa para resolver en dos momentos, Antes y durante la explicación y para después de la actividad. En el primero, los estudiantes respondieron preguntas que exploraban su comprensión conceptual y simbólica sobre el significado de la frase de Sagan, qué entienden de la frase “la vida como fenómeno emergente en el universo” y ¿para ti qué es la autoorganización? En el segundo momento, después de la práctica, los estudiantes realizaron un dibujo explicativo de la nucleosíntesis estelar y respondieron la pregunta sobre el papel de las fuerzas fundamentales del universo en el origen y evolución de la vida.

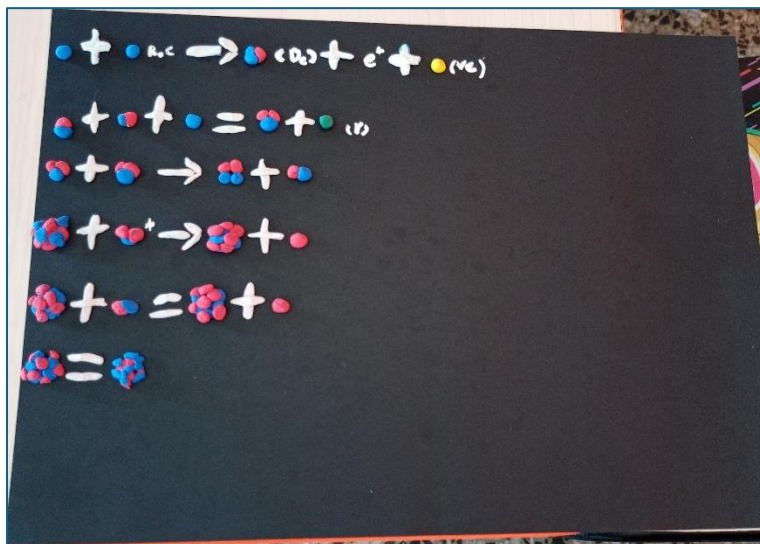


Figura 13 foto actividad didáctica, sesión 3 del semillero

6.2.4. Sesión cuatro, guía # 4 Laboratorio de microscopia

Número de participantes: 6, tres de undécimo y tres de quinto.

La sesión de laboratorio tuvo como objetivo principal, reforzar los aprendizajes desarrollados en las guías anteriores mediante la observación directa de microorganismos y a partir de la práctica relacionar esas teorías científicas del origen de la vida. Esta experiencia

permitió que los estudiantes pusieran en función sus conocimientos previos con la evidencia empírica, observacional y fortaleciendo la construcción de habilidades científicas.

Inicialmente, el laboratorio estaba planeado para realizarse en las instalaciones del Colegio Bosa Nova; sin embargo debido a limitaciones de la planta física, el debido equipamiento y a dinámicas administrativas, se gestionó la posibilidad de llevar a cabo la práctica en los laboratorios de la Universidad Pública de Kennedy (UPK), donde finalmente se desarrolló con normalidad. La sesión tuvo como ejes los siguientes objetivos:

- Observar y reconocer formas de vida microscópicas presentes en las muestras elaboradas en la sesión anterior.
- Relacionar los resultados con las teorías sobre el origen de la vida, como la generación espontánea, la panspermia y la teoría del caldo primigenio de Oparin.
- Explicar el funcionamiento y las partes primarias del microscopio compuesto.

En cuanto a la preparación para la sesión, previo al encuentro se solicitó a los estudiantes asistir con bata de laboratorio, guantes, cofia y tapabocas, con el fin de cumplir las normas básicas de bioseguridad establecidas en la normatividad del uso de los laboratorios de la universidad. Ya estando en el laboratorio con los estudiantes y antes de iniciar la práctica, el laboratorista de la UPK realizó una breve introducción sobre medidas de seguridad y manipulación de los equipos con los que se iban a trabajar, los microscopios. Posterior a esto se da inicio a la sesión donde se explicó las partes y el funcionamiento del microscopio. Para dar inicio al montaje se reflexiona con los estudiantes sobre la posibilidad de acercarse a un instrumento científico de observación real, reconociendo la importancia del rigor, la técnica y la seguridad en el trabajo experimental.



Ilustración 13 Foto actividad sesión 4 semillero 28 de octubre de 2024.

Como se mencionó anteriormente, las muestras observadas correspondían a el experimento preparado en la sesión dos, que contenían materiales orgánicos y agua, las cuales fueron dejadas en reposo para permitir la proliferación de microorganismos. Los estudiantes realizaron el montaje de las láminas con portaobjetos y cubreobjetos, y aunque el tiempo fue

limitado ya que el laboratorio debía cerrarse en un horario estricto, cuatro de los siete participantes alcanzaron a completar todas las preguntas de la guía.

La guía se construyó pensando en que, los estudiantes identificaron diversas formas microscópicas de vida y compararon sus observaciones con un cuadro de referencia de microorganismos, lo que les permitió reconocer similitudes morfológicas y de locomoción. Posteriormente, debían relacionar el origen de dichos organismos con las teorías revisadas en el semillero, diferenciando entre concepciones materialistas e idealistas. La mayoría de los participantes concluyó que los microorganismos provenían de procesos biogénicos, es decir, de materia orgánica o agentes presentes en el ambiente, demostrando comprensión de los principios de la biogénesis y la no generación espontánea.

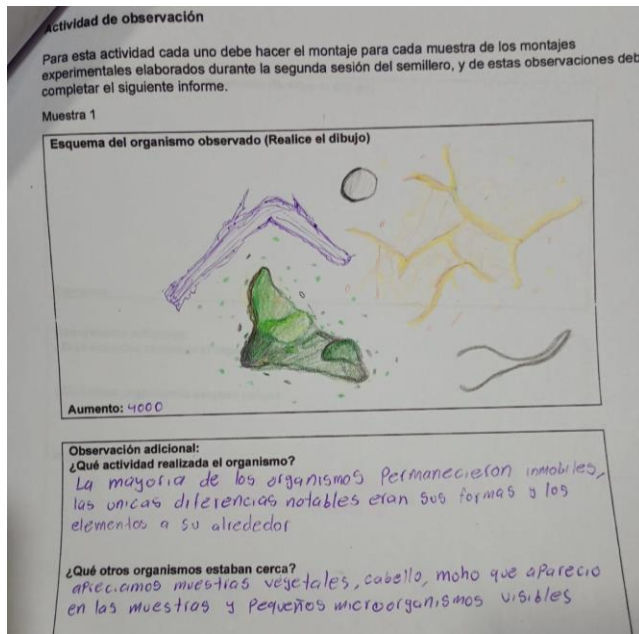


Ilustración 14 Foto actividad sesión 4 semillero 28 de octubre de 2024.

Esta experiencia en el laboratorio de UPK representó para algunos de los estudiantes, la primera oportunidad para manipular un instrumento científico como el microscopio, constituyéndose en un espacio de aprendizaje vivencial donde la observación, la curiosidad y la reflexión se integraron. La actividad no solo fortaleció competencias investigativas, sino que también, evidenció el valor del aprendizaje experiencial y significativo, del método científico como vías para comprender la vida desde una perspectiva materialista y empírica, en coherencia con los que se propone la propuesta de enseñanza de la astrobiología desde una visión integral.

6.2.5. Sesión cinco, guía # 5 Exoplanetas, Extremófilos, ¿Existe vida fuera de la Tierra? e inicio construcción de la historieta

Número de participantes: 41, Trabajo en grupos de a 4 – 5 estudiantes por guía.

Para la quinta sesión de la propuesta didáctica se desarrolló la guía titulada “Exoplanetas y extremófilos”. Esta se implementó con los estudiantes de grado 601 del colegio Bosanova de la jornada tarde el cual está conformado por 41 estudiantes. La sesión se realizó tras el cierre del semillero Astrobosanova a finales del año 2024, debido a motivos administrativos y a la falta de

apoyo institucional. No obstante, aprovechando que tres de los estudiantes que participaron activamente en el semillero durante 2024, se encontraban matriculados en este curso, y se decidió continuar la experiencia con ellos, integrándolos en un grupo conjunto para comparar sus respuestas con las de los demás estudiantes del grado que no habían hecho parte del proceso.

La sesión se llevó a cabo durante la clase de ciencias naturales, con una duración estimada de 90 minutos, aunque factores institucionales como una izada de bandera, ajustes de convivencia y la organización de los grupos redujeron el tiempo efectivo de la sesión en aproximadamente unos 20 minutos. Pese a estas limitaciones, la actividad se desarrolló en grupos de cuatro a cinco estudiantes, favoreciendo la discusión y la participación activa.

Los temas centrales abordados fueron los exoplanetas, los organismos extremófilos y la construcción inicial de la historieta con temática sobre astrobiología. En cuanto a cómo se procede, la sesión inició con una pregunta de acceso a conocimientos previos: ¿Qué necesitamos saber si quisiéramos buscar vida en otro planeta? A partir de esta reflexión, se presentó una explicación guiada mediante una presentación elaborada en Canva, en la que se introdujeron los conceptos de Exoplaneta, Zona habitable y Condiciones físicoquímicas necesarias para la vida. Los estudiantes de 601 exploraron ideas sobre la presencia de agua en estado líquido, la atmósfera, la distancia respecto a su estrella, la gravedad y la actividad geológica, como factores determinantes de la habitabilidad planetaria. Posteriormente, los grupos respondieron a las preguntas de la guía, que incluían:

¿Qué condiciones hacen habitable un planeta?

- ¿Cuáles son las moléculas necesarias para la vida
- ¿Qué formas de vida podrían existir?

Estas preguntas orientaron la reflexión sobre los elementos esenciales para la vida, retomando conceptos como el agua, el dióxido de carbono y los elementos orgánicos

fundamentales (carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre). Además, los estudiantes pusieron en práctica su imaginación científica, diseñando formas de vida hipotéticas adaptadas a las condiciones extremas de los exoplanetas asignados.



Ilustración 15 Foto actividad sesión 4 semillero 17 de marzo de 2025.

Para fomentar el trabajo interdisciplinar y el pensamiento científico, a cada grupo se le asignó un exoplaneta tomado de la lista de la NASA de mundos potencialmente habitables. Los estudiantes con lo que tenían a mano o inventado, investigaron sus principales características tamaño, tipo de estrella, distancia a la Tierra y posibles condiciones de habitabilidad, y empezaron a elaborar las historietas o representaciones gráficas del exoplaneta con los organismos hipotéticos que podrían sobrevivir en dichos ambientes. Esta actividad integró la creatividad artística con el razonamiento científico, permitiendo vincular conceptos de biología, física, química y astronomía de manera significativa, a la vez que se incentivó el uso de la imaginación.

En general, el desarrollo de la sesión estuvo marcada por una disposición diversa por parte de los estudiantes. Si bien algunos mostraron curiosidad e interés por los temas abordados, una parte del grupo mostro poco compromiso frente a la actividad, en especial al momento de atender las explicaciones iniciales o participar activamente en el desarrollo de la guía. Se evidencio durante la sesión que la atención dispersa y la falta de motivación de varios estudiantes

incidieron en la dinámica del trabajo grupal y pese a que los equipos estaban conformados por cuatro o cinco integrantes, en algunos casos solo una o dos personas asumieron el liderazgo y la responsabilidad de la tarea, mientras que otros se dedicaron a hablar entre sí. En contraposición, el grupo que estaba conformado por los tres estudiantes que habían pertenecido al semillero de astronomía Astrobosanova, mostró una actitud distinta. Durante la exposición y las actividades, estos estudiantes manifestaron interés y atención constante, motivados por su afinidad previa con los temas de astronomía, astrobiología y ciencia en general.

6.2.6. Sesión seis, guía # 6 Exoplanetas, Extremófilos y finalización de la historieta

Para la sesión final dentro de la implementación de esta propuesta didáctica que se lleva a cabo con los estudiantes del grado 601 durante el espacio de ciencias naturales, se da cierre las actividades del ciclo propuesto. Se finaliza la historieta iniciada la sesión anterior y se desarrolla la guía cuya intención fue consolidar los aprendizajes previos a través de la integración entre conocimiento científico, imaginación y reflexión ambiental.

En concordancia con lo planteado durante la fase de diseño e implementación y lo trabajado previamente, la guía incluyó cinco preguntas que retomaban los conceptos de exoplanetas, condiciones físicoquímicas y formas potenciales de vida a partir del uso de la imaginación con conceptos disciplinares. La primera de ellas invitaba a los estudiantes a reflexionar sobre qué condiciones permitirían que su exoplaneta pudiera albergar vida, retomando así la pregunta de la sesión anterior y promoviendo la relación entre las propiedades del planeta y las características fundamentales para la existencia hipotética de formas de vida. La segunda pregunta es “¿Qué tipo de seres imaginas que podrían sobrevivir allí?” busca incentivar el pensamiento creativo y la proyección de la imaginación científica, donde se articula la idea de vida con la adaptación a diferentes entornos.

Para la introducción de nueva información al grupo, se desarrolló una presentación apoyada en la herramienta TIC (elaborada en Canva) donde se abordaron conceptos claves sobre ambientes extremos y organismos extremófilos. Se discutieron ejemplos de termófilos, criófilos y mesófilos, así como las características de ambientes análogos a la Tierra en otros cuerpos del sistema solar, como la luna Titán o Europa, donde investigaciones en el campo mismo de la astrobiología proponen que, podrían existir condiciones químicas o energéticas favorables para la vida. El abordaje de estos conceptos permitió a los estudiantes establecer relaciones entre la biología y la astronomía, dos áreas que convergen en la astrobiología como campo interdisciplinar.

AMBIENTES EXTREMOS Y EXTREMOFILOS			
Tipo	Ambiente extremo	Ejemplo	Posible análogo extraterrestre
Termófilos	Altas temperaturas (>80°C)	<i>Thermus aquaticus</i>	Volcanes de Venus
Psicrófilos	Bajas temperaturas (<0°C)	<i>Colwellia psychrerythraea</i>	Europa y Encélado
Halófilos	Ambientes con alta salinidad	<i>Halobacterium</i>	Marte (depósitos de sal)
Acidófilos	Ambientes muy ácidos (pH <3)	<i>Ferroplasma acidarmanus</i>	Nubes de Venus
Metanógenos	Ambientes sin oxígeno. producen metano	<i>Methanopyrus kandleri</i>	Titan (luna de Saturno)

Ilustración 16 Foto actividad sesión 6, nueve de abril de 2025.

En cuanto a la tercera pregunta “¿Qué dificultades tendría la vida en comparación con la Tierra para sobrevivir en ese exoplaneta?” promovió la comprensión crítica sobre los límites de la habitabilidad.

La cuarta pregunta “¿Por qué crees que hasta ahora la Tierra es el único planeta con vida comprobada?” propició un diálogo que se dio de manera espontánea entre los estudiantes, la docente de ciencias naturales y el practicante, donde surgieron opiniones diversas e incluso

creencias populares. Algunos participantes mencionaron fenómenos asociados a objetos voladores no identificados (OVNIS) o teorías conspirativas, lo cual evidenció la influencia de ideas e interpretaciones creadas por creencias culturales sobre las ideas de vida extraterrestre. Esta situación tal cual se presentó, instó al docente en formación, a orientar el debate hacia una visión más científica, resaltando la importancia de evidencia creíble, y los proyectos científicos basados en la búsqueda de vida fuera de la Tierra, como las sondas Pioneer y las sondas Voyager.

Para finalizar la guía la pregunta cinco es ¿Qué mensaje le darías a las personas sobre el cuidado de la Tierra, después de conocer los exoplanetas y de ver las condiciones tan específicas para que pueda existir la vida?

A esta pregunta final se evidencia que el total de los grupos coinciden en que se tiene que cuidar la Tierra como único lugar con vida comprobada, aunque se observa que, en tres grupos, dentro de sus respuestas mencionan las palabras basura y contaminación como elementos dañinos y sin manejo, otro grupo no envía un mensaje de conservación o cuidado, sino que responde que de ser que desaparezca el planeta podríamos viajar a dichos exoplanetas. En cuanto al grupo conformado por los estudiantes que estaban en el semillero responden algo como no botar basura, reciclar y cuidar el océano y los ríos.

En cuanto a la historieta se obtienen en total siete, una por cada grupo. Dichas historietas fueron iniciadas en la sesión cinco y terminadas en esta última sesión.

6.3. Análisis de resultados de la fase de evaluación de la propuesta

Para esta fase correspondiente a la evaluación integral de lo obtenido en las guías desarrolladas para esta propuesta didáctica, se desarrolla mediante el análisis cualitativo y cuantitativo de dichos productos elaborados por los estudiantes durante las diferentes sesiones.

No obstante, dado que la implementación de la propuesta se vio afectada por el cierre del semillero a finales de 2024, el proceso evaluativo distingue entre las guías desarrolladas dentro del marco del semillero de astronomía Astrobosanova y de aquellas implementadas posteriormente en el grado 601 en 2025. Para esto, se utilizaron tres rúbricas específicas:

- La primera rubrica para analizar las guías conceptuales y de trabajo colaborativo correspondientes a la Guía 2 “La vida: un fenómeno emergente en el universo”, la Guía 3 “Somos polvo de estrellas”, la sesión con 601 guía #5 sobre Exoplanetas, vida extraterrestre y extremófilos, y la Guía 6 enfocada en las condiciones de habitabilidad.
- La rúbrica para la guía del laboratorio, implementada únicamente con los participantes del semillero y que se desarrolló en el laboratorio de biología de UPK
- La última rúbrica para la evaluación de las historietas, elaboradas por los grupos de grado 601, tomando como referencia comparativa la historieta producida por los tres estudiantes que pertenecieron al proceso del semillero en 2024.

Este análisis se da desde el enfoque mixto previamente mencionado y en el cual las rúbricas permiten valorar desde criterios de comprensión conceptual, argumentación científica, integración interdisciplinar y representación gráfica, mientras que el componente cuantitativo permitió contrastar niveles de desempeño entre estudiantes con y sin experiencia previa en el semillero. Esta fase, por lo tanto, sintetiza las evidencias de aprendizaje y permite valorar el impacto formativo de la propuesta en diferentes contextos y poblaciones estudiantiles.

6.3.1. Sesión # 2, Guía “La vida un fenómeno emergente”

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la guía a estudiantes del semillero de undécimo y quinto grado. Para este análisis cualitativo se decide incluir tres muestras

representativas de la sesión para desarrollar un muestreo intencional para evidenciar un muestreo con variedad conceptual y expresiva.

Estudiante de grado 11° Semillero Astrobosanova

La Vida un Fenómeno Emergente en el Universo

Momento 1

1. Dibuja, colorea y señala, cómo se ORIGINO el universo y hace cuánto tiempo. identifica elementos químicos resultantes de los primeros momentos del universo.

Ciencia = Estallido de partículas hace 13,8 mil millones de años



Mo 2

Después de la información, responde las siguientes preguntas

- a. ¿Cómo crees que se originó la vida en el universo según la ciencia?

Se originó en una explosión sobre el Big Bang. Un estallido de partículas en un momento, antes del estallido, todo estaba oscuro y concentrado en una sola partícula.

- b. ¿Qué crees que es necesario para que exista vida en el universo?

Moléculas; proteínas, reacciones, células vivas. Minerales, elementos químicos, agua, fuente de energía abundante adecuada.

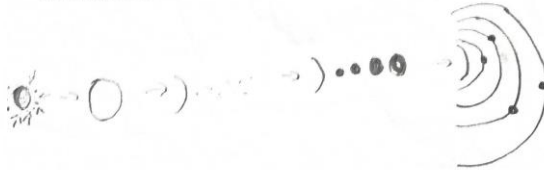
- c. ¿Qué elementos químicos, sustancias y mezclas crees que se necesitan para formar vida? Clasifica entre orgánicos e inorgánicos.

	Inorgánicos	Orgánicos	mezclas
Elementos químicos	Hidrógeno (H) Oxígeno (O) Nitrógeno (N) Fósforo (P) Carbono (C)	Agua (H ₂ O) Dióxido de carbono (CO ₂) Amoníaco (NH ₃) Ácido de hidró (H ₂ SO ₄)	Ácidos nucleicos - como el código de ADN Mezcla de minerales en sales - sales y fosfatos
Sustancias		Carbohidratos (glucosa - C ₆ H ₁₂ O ₆) Lípidos (ácidos grasos) Proteínas (aminoácidos)	Fluorescencia Acidos nucleicos Insectos desechados

- d. ¿Por qué el agua es fundamental para la vida en el universo? Sabes cómo se detecta agua en otros planetas?

El agua es una molécula universal por su polaridad, sirve en la respiración y también tiene capacidad de cohesión y adhesión. La vida de la vida terrestre que se basa en la explotación de ella.

3. De acuerdo con la explicación dibuja y colorea, cómo se formó el sistema solar, la Tierra y la luna. Escribe hace cuánto tiempo se estima que sucedieron estos eventos según la ciencia.



Momento 3

1. Después de la primera parte, el montaje del experimento ¿Qué crees que aparecerá en las muestras la próxima semana?

Sequedad y muerte

Ilustración 17 evidencia guía #2 versión secundaria participante uno

En su respuesta sobre el origen del universo, el estudiante menciona explícitamente el *Big-Bang* y lo describe como un “estallido de partículas” ocurrido hace “13,8 mil millones de años”, lo cual

muestra que asocia sus ideas al modelo científicamente aceptado y una referencia aproximada al tiempo cósmico, algo poco común incluso en secundaria. Esto indica que el estudiante tiene una apropiación conceptual sólida de la formación del universo y coherencia con la explicación dada durante la sesión. En relación con el origen de la vida, aunque su formulación la hace de manera superficial y simple, vincula la aparición de la vida con procesos posteriores al origen del universo, mencionando la palabra partícula, aunque no menciona la Tierra ni otro elemento en torno a esta. Esto demuestra una idea causal básica del proceso sobre el origen de la vida, acorde al nivel de grado 11°.

En la pregunta sobre lo que se necesita para que exista vida, el estudiante menciona: *luz, protones, electrones, elementos químicos, agua, atmósfera adecuada*. Esta respuesta combina factores físico-químicos (protones, electrones), (luz) y ambientales (atmósfera, agua). Esta relación de conceptos refleja indicios de pensamiento interdisciplinar, uno de los propósitos clave de la guía, y además de coherencia con lo explicado sobre el materialismo científico revisado en la sesión.

En cuanto a la pregunta cuatro, Clasificación entre compuestos orgánicos e inorgánicos. El cuadro realizado por el estudiante es uno de los más completos encontrados en las muestras:

- Incluye elementos esenciales para la vida (C, H, O, N, S, P).
- Clasifica sustancias correctamente (agua, CO₂, amoníaco, sulfato de sodio).
- Menciona mezclas naturales y artificiales (sales minerales, proteínas, aceites).

El estudiante expresa que el agua es *“disolvente universal... fundamental para la respiración... y tiene capacidad de adhesión y cohesión”*.

Puntuación global asignada según la rúbrica: 4 (EXCELENTE)

- El estudiante demuestra: Dominio conceptual superior, integración interdisciplinaria (biología – química – astronomía), clasificación correcta de sustancias, argumentación científica clara y uso adecuado de vocabulario técnico.

El estudiante de grado undécimo participante del semillero evidenció un nivel de apropiación conceptual excelente, articulando conocimientos de astronomía, química y biología para explicar el origen del universo, adicional que, las condiciones necesarias para la vida y la clasificación de sustancias orgánicas e inorgánicas. También usa un vocabulario técnico, la correcta identificación de elementos esenciales para la vida y la comprensión de las propiedades del agua reflejan un pensamiento interdisciplinario en construcción.

- Estudiante de grado 5° Semillero Astrobosanova

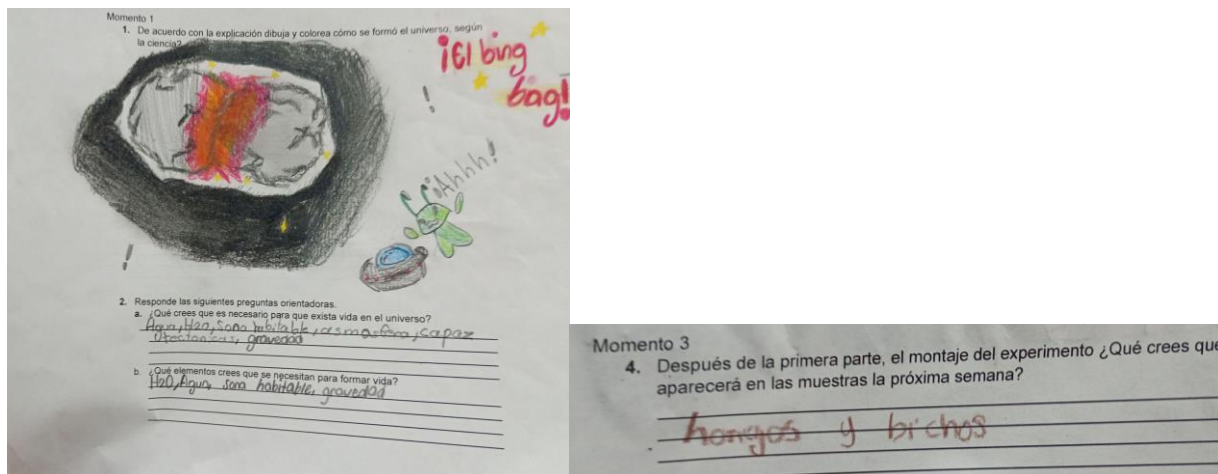


Ilustración 18 evidencia guía #2 versión primaria, participante dos

Aunque el dibujo no representa el modelo gráfico del Big Bang mostrado en la presentación durante la sesión, sí evidencia una interpretación propia y cercana a la idea de fragmentación o dispersión de materia inicial. Cuando dibuja partículas o “rocas” que se quiebran demuestra que el estudiante comprende la noción de un inicio energético y dinámico, lo cual es adecuado para su nivel de primaria. El error en “Big Bag” es común y no afecta la comprensión

conceptual general y la presencia del alíen con antenas revela un uso de la imaginación infantil sobre vida extraterrestre, característica que es propia de estudiantes de nivel de primaria, aunque también permite identificar ideas previas sobre el universo.

Para el segundo punto el estudiante incluye correctamente: agua (H₂O), zona habitable, gravedad, atmósfera (escrita “atmosfera”). Estos conceptos coinciden con la explicación presentada durante la sesión y muestran que identifica factores esenciales para la habitabilidad, incluso sin profundizar en términos químicos. Aunque en la tercera pregunta repite los mismos elementos, esto indica retención de las ideas clave, lo cual es plenamente adecuado para la edad. Para finalizar a la pregunta de predicción del experimento la respuesta de “bichos y hongos” es buena porque: reconoce que aparecerán formas de vida microscópica, muestra comprensión intuitiva del crecimiento biológico y evita explicaciones mágicas o sobrenaturales. A la vez, aparece el concepto de “hongos”, lo que indica algún nivel de familiaridad previa con organismos vivos relacionados a espacios con agua y otros elementos.

Puntuación global asignada según la rúbrica: 3 – Bueno

- El estudiante demuestra: Interpretación del origen del universo con una representación personal comprensible, identifica correctamente condiciones fundamentales para la vida, sus respuestas son coherentes con la explicación dada en clase, manifiesta creatividad y activa saberes previos, y aunque repite ideas y tiene errores ortográficos, su comprensión está dentro del rango esperado para primaria.

El estudiante de primaria evidencia que posee una comprensión general adecuada sobre el origen del universo y las condiciones básicas para la vida. aunque su dibujo representa un escenario de fragmentación de materia que, a pesar de ser distinto del modelo presentado, refleja apropiación de la idea de un inicio dinámico. Adicionalmente identifica correctamente elementos

claves para la vida, como agua, atmósfera, gravedad y zona habitable, aunque repite conceptos en diferentes preguntas, lo cual es característico del nivel. También en cuanto a la predicción respecto al experimento con “bichos y hongos” es aceptable y coherente con la idea de biogénesis. De acuerdo con la rúbrica, su desempeño corresponde al nivel 3 – Satisfactorio

- Estudiante de grado 5° Semillero Astro Bonanova

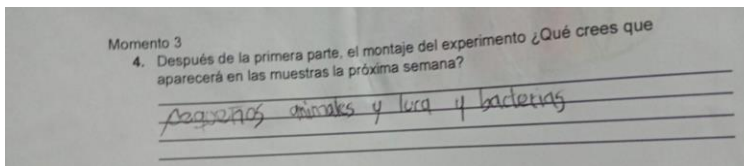
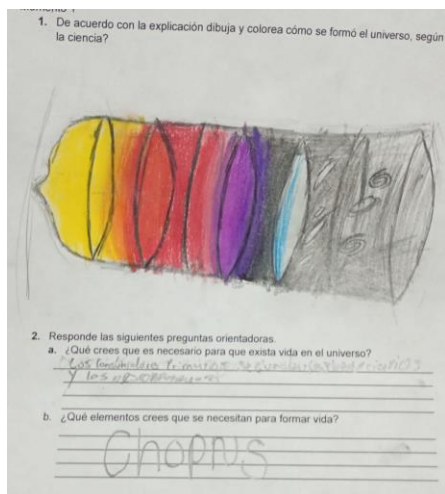


Ilustración 19 evidencia guía #2 versión primaria, participante tres.

El estudiante realiza un dibujo del cono de expansión del universo parecido a como se presentó en la sesión, representado con color y capturando la idea central del Big Bang. Incluye un punto inicial y la apertura progresiva del cono, aunque no escribe ni adiciona información este dibujo demuestra comprensión visual y conceptual del Big Bang a un nivel apropiado para primaria. A diferencia de otros estudiantes, el participante demuestra una interpretación más ajustada al referente visual ofrecido por el docente, lo cual indica atención a los detalles y apropiación del contenido y la nueva información obtenida durante la sesión.

En cuanto a la segunda pregunta sobre la Identificación de condiciones necesarias para la vida, la respuesta del estudiante (“consumidores primarios, secundarios y descomponedores”) no corresponde directamente a las condiciones fisicoquímicas trabajadas en la sesión (agua,

energía, atmósfera, elementos químicos). No obstante, esta respuesta es significativa desde un punto de vista pedagógico ya que sugiere que el estudiante tuvo activación de conocimientos previos de ciencias naturales, transferencia de conceptos relacionados con la vida en ecosistemas, aunque no con el origen de la vida y adicional también se evidencia un intento de responder desde lo que ya domina, lo cual es común y valioso en primaria.

La respuesta a la tercera pregunta “CHOPNS” es altamente relevante, debido a que identifica correctamente los elementos orgánicos esenciales, evidencia apropiación de contenido disciplinar de nivel superior al esperado adicional, muestra codificación y síntesis conceptual. Este tipo de respuesta es inusualmente precisa para un estudiante de grado 5°, por lo cual representa un indicador de comprensión avanzada dentro de la muestra, aunque se atribuye a lo aprendido durante las clases de ciencias naturales.

En cuanto a la respuesta de la predicción del experimento su respuesta “pequeños animales, LUCA, bacterias” indica que, existe una comprensión intuitiva de que aparecerán formas de vida microscópicas, también que existe asociación entre microorganismos y descomposición y ausencia de explicaciones mágicas o idealistas. La inclusión de “pequeños animales” es una generalización típica de primaria y no afecta la pertinencia.

Puntuación global asignada según la rúbrica: 3 – Bueno

- Se evidencia que el participante representa correctamente el origen del universo, muestra comprensión clara de los elementos químicos esenciales para la vida y aunque su respuesta en la segunda pregunta se desvía del objetivo, es coherente con conocimientos previos escolares también la predicción del experimento es acertada y el trabajo gráfico es adecuado para su nivel y evidencia atención al referente dado.

Análisis cualitativo de la Guía

Total de participantes: 6, Tres de primaria grado 5°y tres de secundaria grado 11°

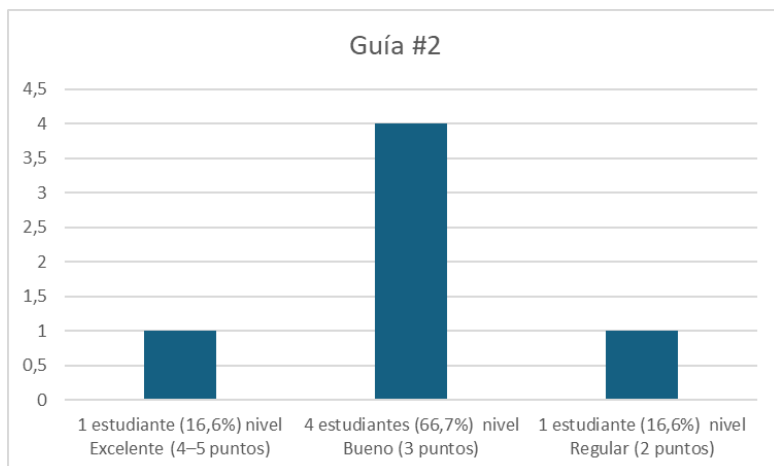


Ilustración 20 gráfico 6 (elaboración propia)

Para esta guía se analizaron seis muestras estudiantiles mediante la rúbrica diseñada. Los resultados muestran una distribución orientada a calificación bueno en los niveles de desempeño donde:

- 1 estudiante (16,6%) alcanzó el nivel Excelente (4-5 puntos), evidenciando un dominio claro de los conceptos, una argumentación sólida y una representación gráfica pertinente.
- 4 estudiantes (66,7%) se ubicaron en el nivel Bueno (3 puntos), predominando por respuestas completas, pero con vacíos conceptuales menores, dificultades en precisión de ciertos conceptos o en la relación entre teoría y práctica.
- 1 estudiante (16,6%) se ubicó en el nivel Regular (2 puntos), mostrando limitaciones conceptuales significativas, añadiendo que no responde algunas de las preguntas de la guía y solo hace dibujos sin descripción escrita alguna.

6.3.2. Sesión # 3, Guía “Somos polvo de estrellas”

Total muestras 3

Para la interpretación de los resultados obtenidos de la tercera guía, se toman las tres muestras que salieron de la sesión, ya que se trabajó en parejas uniendo estudiantes de primaria y bachillerato. Este análisis permite evidenciar el trabajo colaborativo entre estudiantes de diferentes niveles de instrucción y apropiación conceptual. Siguiendo los criterios de la rúbrica diseñada para esta fase, se interpretarán las producciones escritas y gráficas para cada pregunta de la guía.

- Grupo 1

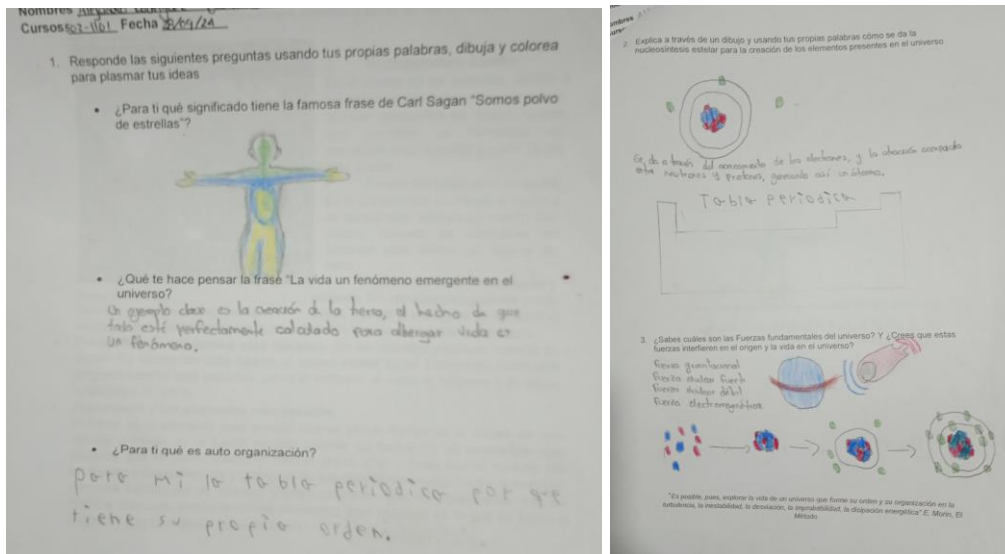


Ilustración 21, evidencia guía #3 grupo uno

Los participantes para el primer punto de la guía respondieron a la pregunta ¿Para ti qué significado tiene la famosa frase de Carl Sagan “Somos polvo de estrellas”? no responde de forma escrita; en su lugar realizan un dibujo de la silueta de una persona, coloreada internamente con tonos amarillo y azul. Aunque no hay texto se interpreta que ven una relación simbólica entre

el ser humano y el cosmos, ven posible asociación entre la frase y la idea de que el cuerpo humano está compuesto por elementos provenientes del universo y en cuanto a la elección del color interno podría representar energía, elementos químicos, o “lo que somos por dentro”.

En la segunda pregunta ¿Qué te hace pensar la frase “La vida un fenómeno emergente en el universo? que sigue la línea de los temas dados en la sesión anterior del semillero el grupo responde: “Un ejemplo clave es la creación de la Tierra, el hecho de que todo esté perfectamente calculado para albergar vida es un fenómeno.” Se interpreta que el grupo Entiende la noción de emergencia asociándose a la aparición de condiciones complejas, también conciben el origen de la Tierra como un acontecimiento que permite la vida y adicional utilizan un lenguaje descriptivo y algo mecánico, que es común en estudiantes y muestra intentos por explicar orden y causalidad. En cuanto a la tercera pregunta ¿Para ti qué es auto organización? los participantes responden “Para mí es la tabla periódica porque tiene su propio orden.” Donde se observa que el grupo asocia la autoorganización con estructuras ordenadas, en este caso la tabla periódica y aunque tienen una comprensión intuitiva, esta es limitada para la apropiación real del concepto. No obstante, identifican la organización por patrones, pero no incorporan la idea de propiedades emergentes.

Para el segundo momento de la sesión y después de la explicación y del ejercicio didáctico con plastilina sobre los procesos de fusión nuclear en estrellas y ciclos PP Y CNO los estudiantes debían explicar a través de un dibujo y usando sus propias palabras, cómo se da la nucleosíntesis estelar para la creación de los elementos presentes en el universo, responden: “Se da a través del acercamiento de los electrones y la atracción compacta entre protones y neutrones generando así un átomo.” Además, dibujan la tabla periódica, un modelo atómico tipo Bohr y Figuras circulares que simulan partículas subatómicas fusionándose. Lo que se interpreta como una comprensión parcial del proceso al reconocer la presencia de partículas

fundamentales, pero confunden la función de los electrones que no participan directamente en estos ciclos de fusión nuclear, también logran captar la idea de atracción de protones y neutrones, vinculada al proceso real y además usan recursos gráficos para complementar la explicación.

En cuanto a la última pregunta de la guía correspondiente a ¿cuáles son las fuerzas fundamentales del universo? y ¿crees que estas fuerzas interfieren en el origen y la vida en el universo? los estudiantes responden perfectamente las 4 interacciones, además, dibujan partículas uniéndose, núcleos atómicos, y un planeta con líneas representando energía. Aunque no responden de manera directa la segunda pregunta de este punto, el grupo evidencia un correcto entendimiento de las cuatro fuerzas fundamentales, además que relacionan la explicación con la formación de la materia, lo cual es clave para la astrobiología y los dibujos muestran atención a la presentación y comprensión del proceso físico.

- **Puntuación global asignada según la rúbrica: 3 – Bueno**

El primer grupo evidencia un buen trabajo colaborativo entre estudiantes de diferentes grados. Aunque algunas respuestas se quedan en un nivel intuitivo o presentan errores científicos comunes, hay evidencia de comprensión significativa de conceptos complejos (nucleosíntesis, fuerzas fundamentales, con capacidad para integrar elementos vistos en la presentación, uso expresivo del dibujo, atención activa durante la sesión (especialmente en las preguntas del segundo momento y un buen desempeño interdisciplinar (física + química + astronomía).

- Grupo 2

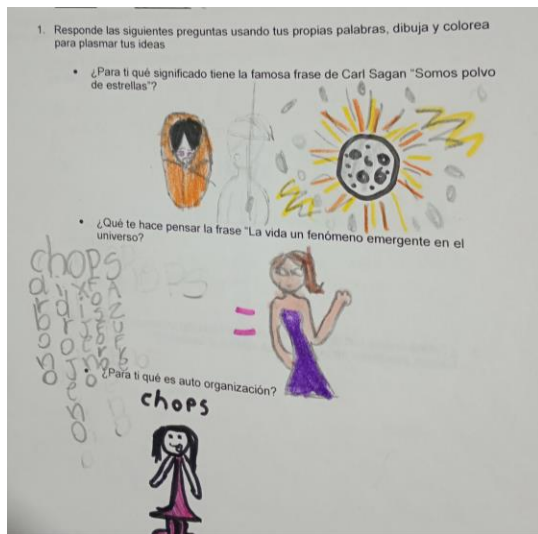


Ilustración 22 evidencia guía #3 grupo dos

En esta muestra se evidencia que el grupo tiene una noción intuitiva y simbólica sobre la idea de la frase “somos polvo de estrellas”, “la vida un fenómeno emergente” el concepto de autoorganización. A pesar de que no responden de manera escrita a las preguntas, sus representaciones visuales permiten identificar una asociación relevante; donde el dibujo del bebé envuelto en una manta junto a una roca que emite fragmentos y luz, sugiere una interpretación de tipo metafórica del origen o surgimiento de la vida, y con la idea de “fenómeno emergente”. La presencia reiterada del acrónimo **CHOPS** en la segunda y tercera pregunta evidencia que los estudiantes recuerdan los elementos esenciales para la vida, aun cuando su comprensión sobre autoorganización permanece limitada y se expresa más desde la repetición de conceptos que desde su análisis directo.

El hecho de que no terminaran la guía en su totalidad, responde a que se centraron en la actividad con plastilina y aunque esto redujo la elaboración conceptual, evidencia un mayor involucramiento con la construcción material del conocimiento.

- **Puntuación global asignada según la rúbrica: 2 - Regular**

El grupo logra establecer relaciones generales entre vida, energía y origen, principalmente mediante sus respuestas en dibujo (bebé, roca que emite fragmentos, luz). Sin embargo, estas conexiones no confluyen de manera profunda con los fenómenos astrobiológicos ni con ideas de emergencia o complejidad. La interpretación es intuitiva, pero carece de elaboración conceptual.

También dentro del análisis de la experiencia en la sesión queda la idea de que a veces más es menos y que para algunos participantes las guías con más de cuatro preguntas se vuelven tediosas y muy extensas, lo que hace que se aburran dando explicaciones, y abordando conceptos al mismo tiempo.

- Grupo 3

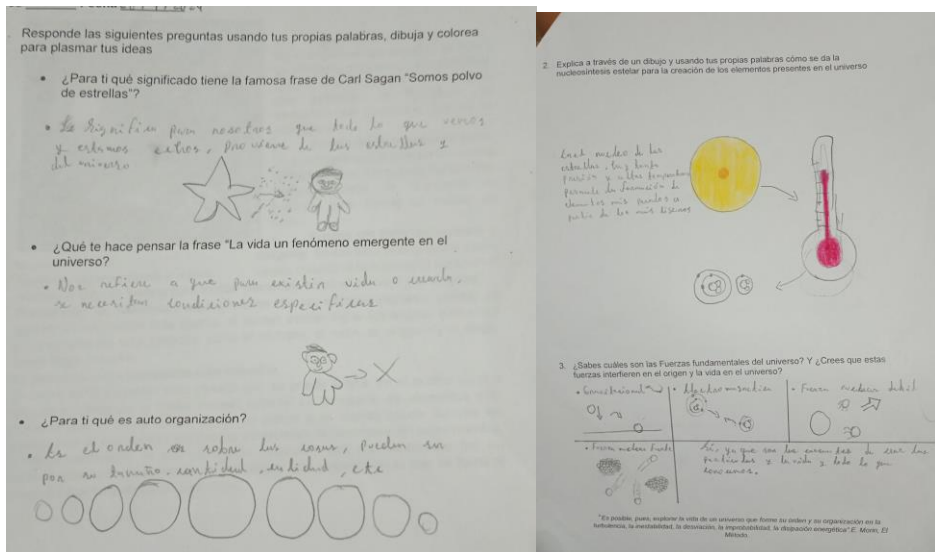


Ilustración 23 evidencia guía #3 grupo tres

Para esta tercera muestra se evidenció una apropiación conceptual sólida, integración interdisciplinar excelente y el desarrollo del pensamiento científico fuerte en comparación con las dos muestras anteriores. En la pregunta sobre la frase "Somos polvo de estrellas", los estudiantes

dan una respuesta escrita que recoge de manera adecuada la idea fundamental, donde reconocen que, los elementos que componen a los seres humanos y la materia provienen de procesos desarrollados en las estrellas. Aunque el dibujo desarrolla en la respuesta es simple, cumple la función de representar la relación entre las estrellas y el ser humano. En la segunda pregunta, la respuesta escrita es breve pero acertada al señalar que la vida requiere condiciones específicas para surgir. Aunque de nuevo el dibujo es muy básico, la idea general muestra que el grupo comprendió parcialmente el carácter complejo y condicional de la emergencia de la vida.

Para el segundo momento de la guía, correspondiente a la explicación de la nucleosíntesis estelar, se revela uno de los puntos más fuertes de esta muestra. Acá los estudiantes describen de manera acertada el papel de la presión y la temperatura en el núcleo estelar y cómo estas condiciones permiten la formación de elementos más pesados a partir de otros más ligeros. Esto muestra que lograron apropiarse del contenido explicativo presentado en la sesión, mostrando comprensión conceptual, una correcta aplicación y análisis de situaciones asociadas con la astrobiología. En cuanto al dibujo, aunque sencillo sigue la secuencia lógica: estrella - aumento de temperatura - átomo, evidenciando coherencia entre la respuesta escrita y la imagen.

- **Puntuación global asignada según la rúbrica: 5 - Excelente**

La Muestra tres alcanza un nivel alto de desempeño (5), evidenciando un manejo sólido de los conceptos científicos trabajados en la sesión y expresados en la guía. La respuesta escrita y los dibujos muestran comprensión articulada de ideas como “somos polvo de estrellas”, emergencia y nucleosíntesis, lo que convierte esta muestra en un ejemplo destacado de aprendizaje significativo e integración interdisciplinar en el contexto de la astrobiología, apoyado en representaciones gráficas no muy producidas, pero con buenas argumentaciones que son claras y un pensamiento complejo que articula física, química, astronomía y ciencias naturales.

6.3.3. Sesión # 4, Guía de laboratorio

- **Total muestras: 6**

Para esta sesión de práctica de laboratorio se toman tres muestras de las seis en total para hacer el análisis cualitativo, donde se usan dos muestras correspondientes a participantes de grado undécimo y uno de grado quinto. Según la rúbrica específica elaborada para esta actividad, se basa más que en el reconocimiento del microscopio y sus partes, está centrada en analizar las observaciones y descripciones de los microorganismos, la argumentación científica y la relación con teorías sobre el origen de la vida vistas en la segunda sesión. Esta evidencia recogida permite identificar avances sólidos en varias dimensiones del aprendizaje tanto en lo práctico, como en la construcción de habilidades científicas dentro de un semillero de investigación en ciencias, en este caso la astronomía.

En cuanto al primer momento del laboratorio y la guía, donde se identifican las partes del microscopio, su manipulación adecuada y el uso específico, todas las muestras analizadas evidencian que todos los participantes completaron de manera adecuada este primer punto. Debido a esto, el análisis se dará en especial sobre el segundo momento.

- **Muestra 1, Participante de grado undécimo**

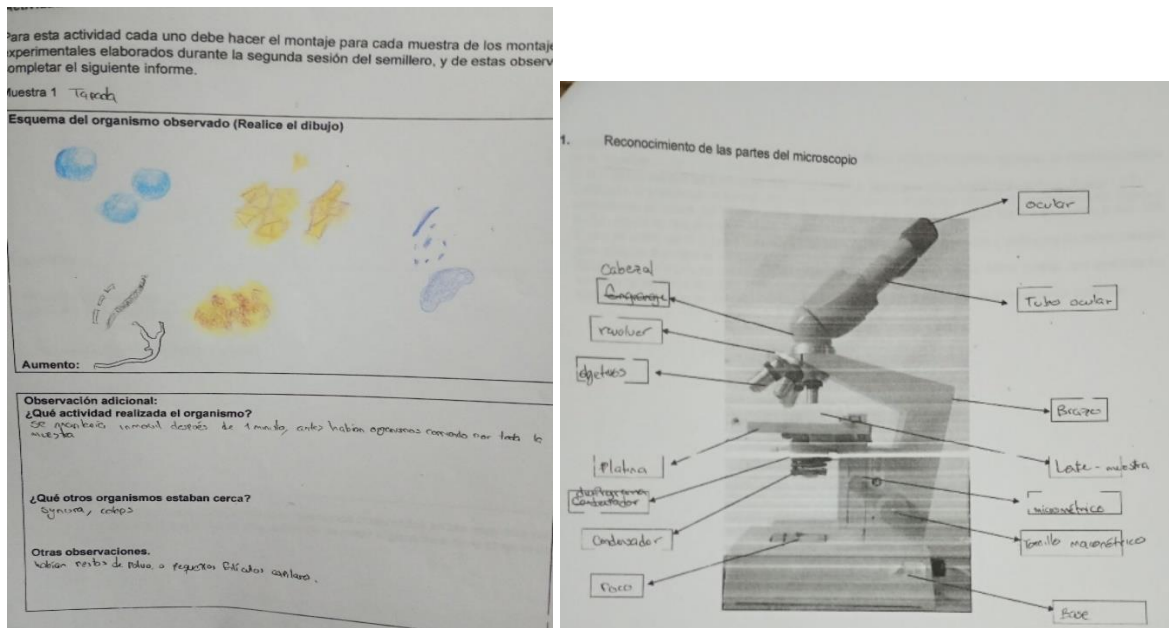


Ilustración 24 evidencia guía laboratorio muestra 1.

Se evidencia en la muestra que el estudiante participante, realiza un dibujo detallado donde representa cinco tipos de formas diferentes, en las cuales no clarifica si todos son organismos vivos u otros elementos presentes en la muestra. Aunque también se asocia a una variedad morfológica y el uso intencionado del color para diferenciar formas. En este dibujo se destacan la representación de estructuras circulares semejantes a Bulbox, así como también, las formas alargadas comparables a lombrices acuáticas y euglenas, demostrando un proceso de observación cuidadoso y una comparación adecuada con el cuadro de referencia presente en la guía. En la parte donde debe calcular el aumento total del microscopio está vacío, indicando que no hizo esa parte del ejercicio. en cuanto a las observaciones responde que observa en la muestra “restos de polvo” y “folículos capilares”, mostrando atención al detalle.

En el apartado de la guía relacionada a la asociación de la observación de la muestra a con las teorías vistas anteriormente, integra de forma clara los organismos observados con la teoría de la biogénesis, argumentando que estos surgieron a partir de materia orgánica y de elementos ya vivos del ambiente. Esta respuesta denota una comprensión conceptual adecuada

con las discusiones previas del semillero sobre las dichas teorías materialistas del origen de la vida, evidenciando apropiación y correlación entre la observación empírica y teoría científica.

- **Puntuación global asignada según la rúbrica: 4 - Excelente**

El estudiante pudo desarrollar la guía de observación en laboratorio de manera adecuada, presentando una apropiación conceptual sólida respecto a la nueva información dada durante la sesión. El trabajo demuestra una observación descriptiva y gráfica detallada, junto con una argumentación teórica acertada. Aunque no responde el apartado sobre el cálculo del aumento, la calidad del registro visual y la correcta asociación con la teoría de la biogénesis justifican la calificación obtenida.

- **Muestra 2, Participante de grado undécimo**

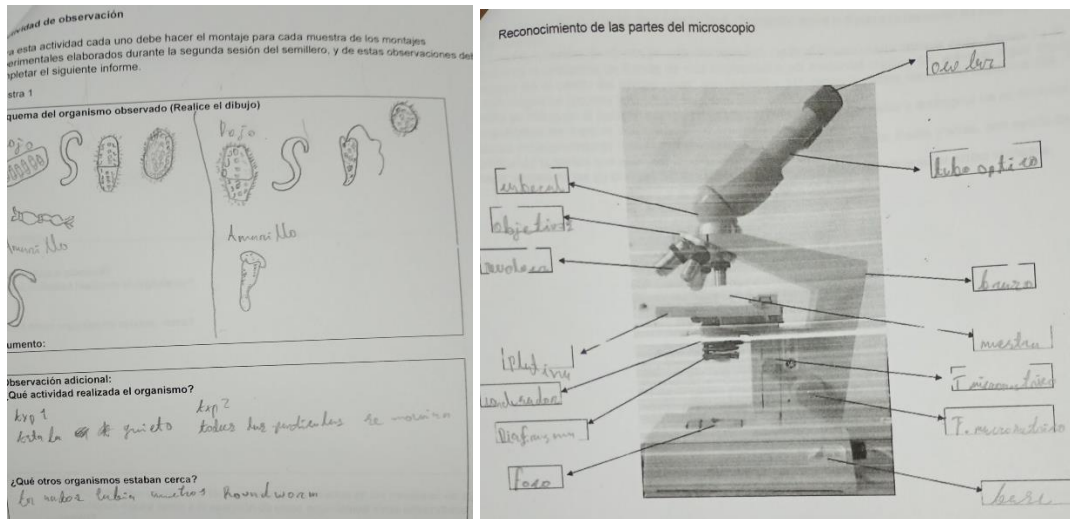


Ilustración 25 evidencia guía laboratorio muestra 2.

Para la segunda muestra, el participante del semillero de grado undécimo, logra relacionar todas las partes del microscopio de manera correcta y según lo explicado le da un uso apropiado. En cuanto a la parte de la observación, se evidencia que realiza un registro dibujo bien elaborado y llevado al detalle, desarrollando once dibujos que corresponden de manera casi exacta a los organismos del cuadro comparativo de la guía tales como euglenas, *colets*, lombrices de agua y paramecios. No obstante, la calidad gráfica es notable, y se evidencia que no discrimina cuáles de estos organismos fueron realmente observados en la muestra y cuáles provienen del cuadro de referencia.

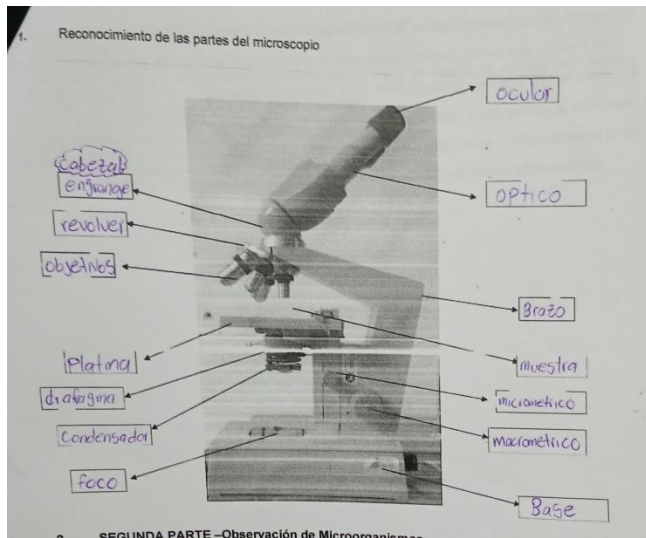
En la descripción escrita, sus respuestas son breves pero pertinentes, donde describe un organismo como “muy quieto” y en otro señala que “todas las cosas se movían”, mostrando cierta atención a la locomoción de lo observado en la muestra.

Para la parte de la relación de lo observado en la muestra a teorías sobre el origen de la vida, el estudiante deja completamente en blanco la parte ubicada para esto. Esto puede que se deba a el tiempo limitado que se dio para la observación de las muestras y la parte donde responden estas preguntas.

- **Puntuación global asignada según la rúbrica: 3 - Bueno**

Se distingue por la calidad estética y precisión morfológica de los dibujos, pero presenta oportunidades importantes en la diferenciación entre observación directa y copia de referencia, así como también la ausencia de la reflexión teórica solicitada para la relación de lo observado.

- Muestra 3, Participante de grado undécimo



Para esta actividad cada uno debe hacer el montaje para cada muestra de los montajes experimentales elaborados durante la segunda sesión del semillero, y de estas observar completar el siguiente informe.

Muestra 1

Esquema del organismo observado (Realice el dibujo)

Aumento: 4000

Observación adicional:
 ¿Qué actividad realiza el organismo?
 La mayoría de los organismos permanecieron inmóviles las únicas diferencias notables eran sus formas y los elementos a su alrededor.

¿Qué otros organismos estaban cerca?
 apreciamos muestras vegetales, cabello, moho que apareció en las muestras y pequeños microorganismos visibles.

Otras observaciones.

Ilustración 26 evidencia guía laboratorio muestra 3.

En la muestra tres se evidencia que, de la observación de la muestra, resulta un dibujo más artístico que técnico, donde se nota una estructura verde con forma triangular, posiblemente asociada a materia vegetal u orgánico, acompañada por varios trazos circulares y alargados en colores negros y amarillos que podrían corresponder a microorganismos presentes en el montaje, lo que sugiere que el estudiante intentó capturar diversas entidades presentes en la muestra. El estudiante registra el aumento del microscopio (4000x), algo que muchos otros participantes no hicieron, lo cual evidencia atención a las instrucciones técnicas dadas en la práctica y presentes para registrar en la guía.

El estudiante describe “La mayoría de los organismos permanecieron inmóviles, las únicas diferencias notables eran sus formas y los elementos a su alrededor.” Indicando una observación atenta, pero somera en el reconocimiento de comportamientos biológicos como locomoción, alimentación o interacción con el entorno.

Para el siguiente momento de la guía, el participante relaciona la aparición de organismos con procesos derivados de materia orgánica en descomposición. Esta interpretación, aunque la hace de manera somera, está acorde con el tipo de muestra, y demuestra que entiende al origen de la vida proveniente de vida previa, y no de procesos espontáneos.

- **Puntuación asignada según la rúbrica: 3/5 - Bueno**

Para la muestra tres de esta guía de laboratorio se evidencia durante el análisis con la rúbrica que, se establece una relación con las teorías del origen de la vida, donde el estudiante muestra un vínculo adecuado entre la presencia de microorganismos y la postura de la biogénesis, aunque sin profundizar en explicaciones científicas. También se observa que, aunque el dibujo no es altamente técnico, sí demuestra atención a la diversidad morfológica de los organismos observados. Por lo tanto, esta muestra alcanza un desempeño bueno (3/5) según la rúbrica, mostrando comprensión básica pero coherente del proceso biológico y del análisis microscópico.

Análisis cuantitativo.

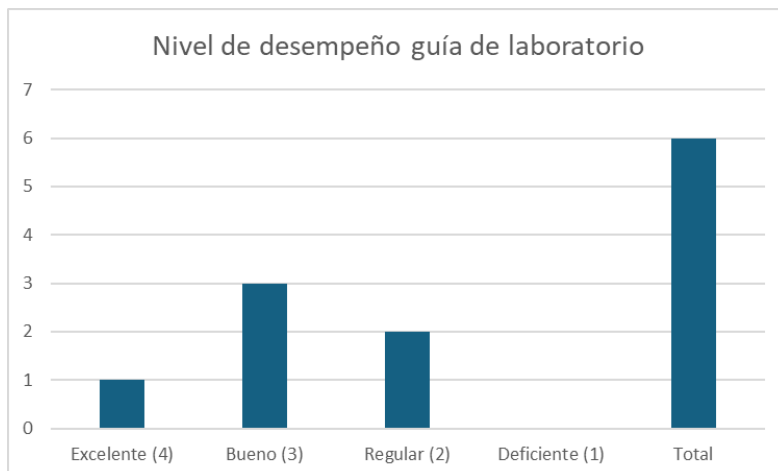


Ilustración 27 gráfico 7, guía 4, laboratorio (elaboración propia)

Este gráfico permite visualizar el rendimiento general de los participantes del semillero durante la sesión del laboratorio y refuerza la interpretación del hecho de que la mayoría comprendió la actividad práctica, pero persistieron dificultades en el componente teórico al relacionar lo abordado en sesiones anteriores con lo observado en las muestras de experimento preparado por ellos.

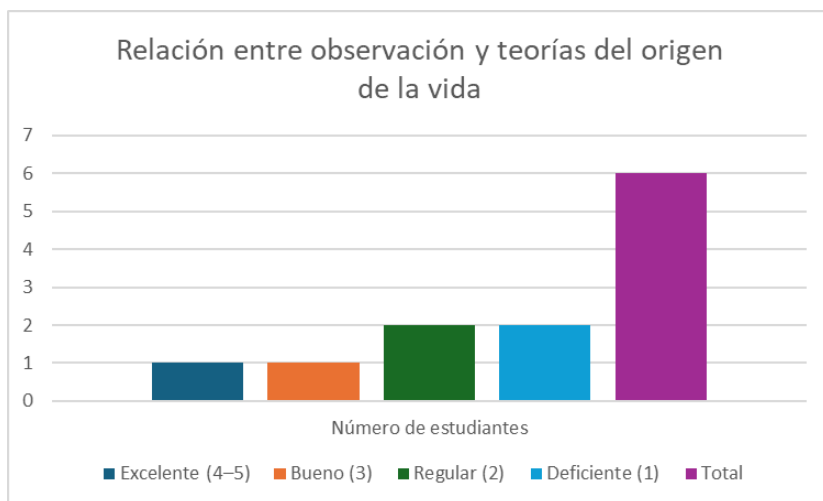


Ilustración 28 gráfico 8, guía 4, laboratorio (elaboración propia)

Acá se evidencia que existe una marcada diferencia entre el desempeño práctico y el conceptual de los estudiantes del semillero durante la actividad de laboratorio. Mientras que en el criterio de Observación científica la mayoría alcanza niveles Bueno y Excelente, demostrando solidez en la identificación y representación de microorganismos, en el criterio que relaciona la teoría con la observación el rendimiento disminuye notablemente, Solo un estudiante alcanza el nivel de excelente. Y dos de ellos no responden la pregunta por lo tanto les queda en deficiente la valoración de este criterio.

6.3.4. Guía # 5, Exoplanetas, Extremófilos, ¿Existe vida fuera de la Tierra?

Cantidad de muestras analizadas: tres

A continuación, se presenta el análisis de los resultados obtenidos de la quinta guía desarrollada en el marco de la propuesta didáctica para la enseñanza de la astrobiología. Se toman tres muestras de las siete obtenidas, durante la sesión implementada con grado 601 del colegio Bosanova de Bogotá, en una de las clases de ciencias naturales.

- **Muestra uno, grupo conformado por tres estudiantes pertenecientes al semillero**

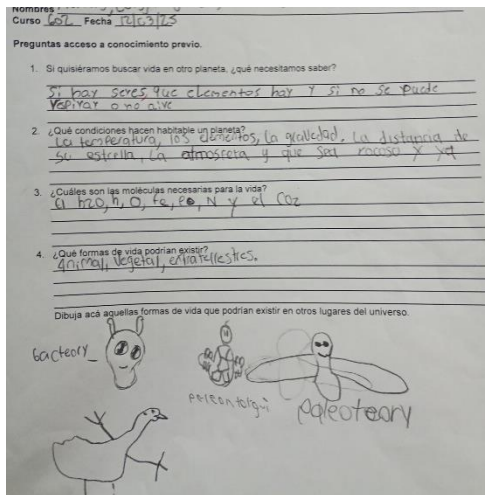


Ilustración 29 evidencia de muestra 1, guía 5

A la primera pregunta de la guía ¿Sí quisiéramos buscar vida en otro planeta, ¿qué necesitamos saber? el grupo responde “Si hay seres, qué elementos hay y si no se puede respirar o no vivir.” el grupo responde “Si hay seres, qué elementos hay y si no se puede respirar o no vivir.” Mostrando una comprensión inicial centrada en condiciones biológicas básicas “seres”, con posibilidad de “respirar”, lo cual evidencia que sí reconocen que la búsqueda de vida implica identificar elementos químicos y condiciones ambientales. Aunque la respuesta es breve, se muestra coherencia con los temas abordados en el semillero (atmósfera, elementos,

habitabilidad). Para la segunda pregunta el grupo responde correctamente elementos clave como: “La temperatura, la gravedad, la distancia de su estrella, la atmósfera y que sea rocoso.” Evidenciando un salto conceptual notable donde integran criterios astrofísicos (distancia a la estrella, tipo de planeta) y adicional relacionan criterios geoquímicos como atmósfera y material rocoso, y reconocen variables físicas de temperatura, gravedad.

En el tercer punto con la pregunta que se refiere a los elementos necesarios para la vida, responden “El H₂O, H, O, Fe, P, N y el CO₂.” Y de esto se puede analizar a selección de moléculas y elementos demuestra demostrando apropiación del modelo CHNOPS. Inclusión de elementos relevantes para procesos bioquímicos (Fe). Comprensión adecuada sobre la importancia del agua y del CO₂. Su respuesta integra conceptos vistos en la guía 3 (“Somos polvo de estrellas”) sobre nucleosíntesis y elementos fundamentales, lo cual evidencia continuidad conceptual.

En cuanto a la producción grafica el grupo dibuja: Un organismo etiquetado como “bacteria”, un organismo con forma similar a un ave, un ser antropomorfo denominado “paleoteary” y una criatura rotulada como “preicontargui”. Estos dibujos muestran intención de **clasificar organismos** por tipo microbiano, animal, extraterrestre, también, creatividad para proponer organismos hipotéticos y comprensión implícita sobre que la vida puede adaptarse a diferentes ambientes. El diseño de los seres extraterrestres, aunque imaginativo, no se aleja totalmente de los parámetros biológicos terrestres

- **Puntuación asignada según la rúbrica: 4 – Excelente**

El análisis de la evidencia del grupo correspondiente al semillero muestra un desempeño sólido en todos los criterios evaluados establecidos en la rúbrica. En cuanto al criterio de pensamiento integral, lograron un nivel excelente, integrando de forma coherente conceptos

de habitabilidad, moléculas importantes y formas de vida, Y aunque algunas respuestas son breves, también sobresalen en interdisciplinariedad al vincular de manera natural elementos de biología, física, química y astronomía, reflejando en sus respuestas un enfoque propio del semillero. Lo que respalda también el criterio de apropiación conceptual, al identificar condiciones físico-químicas y componentes clave para la vida.

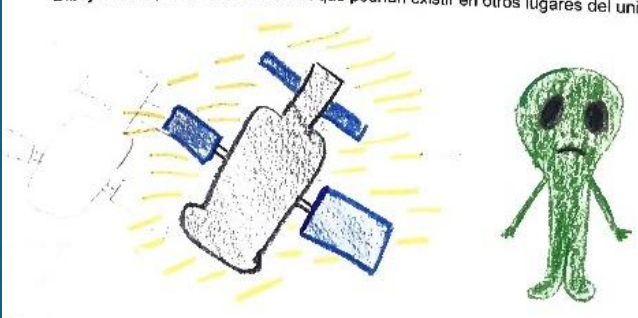
Las siguientes muestras pertenecen a grupos de estudiantes de 601 que no estuvieron en el proceso del semillero de astronomía. Se seleccionan tres muestras de estas

- **Muestra dos**

preguntas acceso a conocimiento previo.

1. Si quisiéramos buscar vida en otro planeta. ¿qué necesitamos saber?
Necesitamos saber como prepararnos para ir al espacio y saber los miembros de todas las planetas y sus colores y las constelaciones y oxígeno
2. ¿Qué condiciones hacen habitable un planeta?
tener gravedad, Gases, estrellas, temperatura promedio y girar alrededor del sol.
3. ¿Cuáles son las moléculas necesarias para la vida?
El ADN, la sangre, células madres e hijas, células Eucariotas y procariontes, células somáticas, células sexuales y células pluricelulares y las unicelulares. y moléculas O_2 , H_2O , CO_2 .
4. ¿Qué formas de vida podrían existir?
satélite artificial y puede ser extra terrestre. Creados por organismos del universo. y bacterias.

Dibuja acá aquellas formas de vida que podrían existir en otros lugares del universo.



The illustration shows two hand-drawn figures. On the left is a satellite with a central body and four rectangular solar panels extending outwards, surrounded by yellow radiating lines. On the right is a green, alien-like figure with a large, rounded head, two small black eyes, and a thin, vertical body with two short arms and legs.

Ilustración 30 evidencia de muestra 2, guía 5

En las respuestas a la guía desarrollada por este grupo se refleja una construcción más fragmentada, donde se evidencian confusiones conceptuales, y poca integración interdisciplinar. Para la primera pregunta que estaba más planteada a ser de acceso al conocimiento previo, ¿Si quisiéramos buscar vida en otro planeta, ¿qué necesitamos saber?, el grupo responde: “saber cómo prepararnos para ir al espacio, y saber las condiciones de Tierra en presión, temperatura y oxígeno.” Evidenciando que la respuesta se centra más en viajar al espacio que en criterios de búsqueda de indicios de vida, lo que sugiere confusión entre exploración espacial y astrobiología.

En cuanto a la pregunta de ¿cuáles serían las moléculas necesarias para la vida? El grupo responde “El ADN, la sangre, células madres e hijas, células eucariotas y procariotas, células somáticas, células sexuales... moléculas O₂, H₂O, CO₂...”. Esto demuestra que existe una buena referencia de contenidos de asociados a biología, pero no existe en la respuesta una distinción entre elementos químicos, moléculas, células y órganos, ya que mezclan ADN y células con sangre y microorganismos.

En la parte de producción grafica se observa que dibujan un satélite, que, aunque bien dibujado, no representa una forma de vida. Y un alíen antropomorfo que corresponde al imaginario popular (humanoide verde), sin base científica en extremófilos que fue uno de los conceptos vistos durante sesión. La producción gráfica indica creatividad, pero no comprensión científica a lo conceptual de lo estipulado en la rúbrica.

- **Puntuación asignada según la rúbrica: 3 – Bueno**

En la muestra 2 se evidencia que los integrantes del grupo relacionan ciertos conceptos de biología para responder a lo planteado en las preguntas relacionadas a os temas de astrobiología, y aunque muestran interés en el tema, no logran relacionarlos adecuadamente con

los criterios de habitabilidad ni con la búsqueda de vida en exoplanetas abordados durante la sesión.

- **Muestra tres**

Preguntas acceso a conocimiento previo.

1. Si quisiéramos buscar vida en otro planeta, ¿qué necesitamos saber?
Necesitamos saber si las condiciones del planeta cumplen con los requeridos para nosotros, los humanos como el agua, el aire y si hay comida entre otras.
2. ¿Qué condiciones hacen habitable un planeta?
Las condiciones deben ser que la temperatura no sea ni muy fría ni muy caliente que tenga agua, tierra, comida y materiales para crear herramientas como entre otras.
3. ¿Cuáles son las moléculas necesarias para la vida?
Las moléculas serían el hidrógeno y oxígeno más
4. ¿Qué formas de vida podrían existir?
Razas que no conocemos y razas que no conocemos

Dibuja acá aquellas formas de vida que podrían existir en otros lugares del universo.




Figura 31, evidencia de muestra 3, guía 5

Esta tercera muestra al igual que la anterior, es desarrollada por estudiantes sin proceso de semillero, lo cual se refleja en un nivel conceptual básico y respuestas orientadas por intuiciones y asociaciones desde la experiencia cotidiana. En la pregunta inicial ¿Qué necesitamos saber para buscar vida en otro planeta? La respuesta es “Necesitamos saber si las condiciones del planeta cumplen con los requisitos para vivir... como el agua, el aire y si hay comida.” Lo que nos da a entender que lo relacionan más a necesidades humanas y no a

condiciones astrobiológicas. En la segunda pregunta sobre habitabilidad, dentro de la respuesta se observa una relación a la temperatura de manera simplificada y adicional mencionan “que tenga condiciones físicas y materiales para crear herramientas y otras cosas.” Mostrando confusión entre condiciones para la vida con condiciones para las sociedades humanas.

Y en cuanto a la tercera pregunta ¿Cuáles son las moléculas necesarias para la vida? el grupo responde: “*Las moléculas serían el hidrógeno, el oxígeno y el H₂O.*” Donde se analiza que identifican moléculas importantes, pero son muy pocas y no distinguen entre elementos y moléculas, para concluir se evidencia una comprensión reducida de los elementos esenciales para la vida en términos astrobiológicos.

- **Puntuación asignada según la rúbrica: 2 – regular**

Pensamiento integral, (Regular) al responder con ideas fragmentadas y antropocéntricas; no articulan astronomía, biología y química sin una interdisciplinariedad y usan conocimientos previos básicos, pero sin integración entre disciplinas. Aunque en la representación gráfica es de nivel 3 (Bueno), el dibujo es claro, aunque poco fundamentado científicamente.

Análisis cuantitativo

Para el análisis cuantitativo se relacionan las siete muestras y se evalúan según las rúbricas de manera cuantificable según el puntaje obtenido para cada guía diligenciada por los estudiantes de grado 601. Donde se obtienen los siguientes datos.

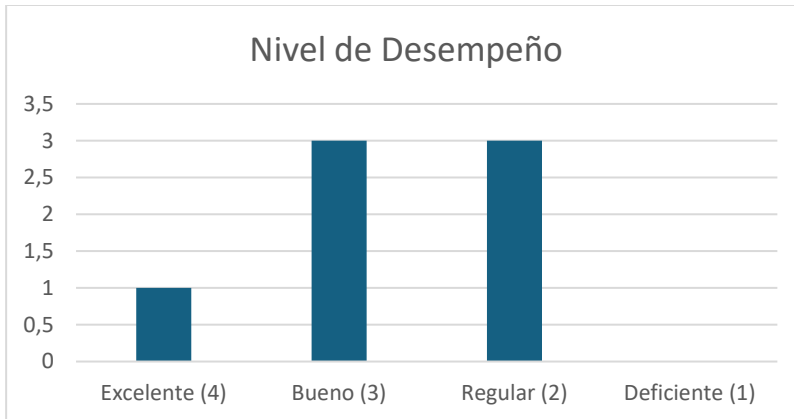


Gráfico 9, Guía sesión 5 (elaboración propia)

En el análisis de los resultados de esta guía se evidencio que solo un grupo obtuvo una calificación superior, este grupo evidentemente es el que estaba conformado por los estudiantes del semillero, en contraposición con las otras muestras, ellos pudieron relacionar varios de los criterios en nivel excelente, mostrando conocimiento en el área de la astrobiología asociando conceptos de diferentes disciplinas, mostrando pensamiento integral y critico frente a preguntas relacionadas a la astrobiología.

6.3.5. Guía # 6 Exoplanetas, Extremófilos y finalización de la historieta

7. DISCUSIÓN

El análisis cualitativo de las tres fases evidencia que la propuesta didáctica logró fortalecer en los estudiantes el pensamiento científico, la capacidad de reflexión y la comprensión de la vida desde esa noción de emergencia entorno a los fenómenos presentes en el universo. Adicional es importante mencionar que la participación en el semillero se consolidó como un espacio de mediación pedagógica que posibilitó la integración de conocimientos y la apropiación

significativa de los contenidos de la astrobiología y astronomía no solo en un sentido maestros – estudiantes, sino que también se resignificó ese sentido de aprendizaje desde lo conceptual, lo didáctico y lo metodológico, donde el profesor en formación y la profesora a cargo adquirieron herramientas sólidas y funcionales para que durante la práctica docente usen la astrobiología como una manera novedosa de enseñar las ciencias naturales.

También se evidenció que la enseñanza de la astrobiología desde la interdisciplinariedad, permitió a los estudiantes que participaron en el proceso del semillero pasar de una visión fragmentada del conocimiento a una comprensión integral y hasta compleja, para plantearse una concepción sobre el cosmos, el origen de la vida y la posibilidad de esta afuera de la Tierra, integrando ciencia, filosofía, arte y ética. Este proceso reafirma la pertinencia de incorporar en la educación básica estrategias que fomenten el diálogo de saberes y la curiosidad científica desde tempranas edades, contribuyendo a la formación de sujetos críticos y conscientes de su papel en la sociedad, la valoración de la vida y lo vivo y de la Tierra como algo excepcional dentro del universo. Si bien el proceso del semillero se terminó por el momento, vale la pena exaltarlo como un espacio sólido de interacción entre docentes en formación, estudiantes y profesores, donde se construyeron valiosos aportes tanto a nivel pedagógico, como experiencial importantes para los estudiantes, los maestros en formación y los profesores que allí se involucraron.

Referente a lo didáctico se evidenció que, durante el desarrollo del proyecto se evidencia que, la didáctica aplicada permitió a los estudiantes avanzar cuando las actividades promovían exploración, diálogo y construcción conjunta de explicaciones, debido a la manera en que se desarrollaron los talleres y las sesiones del semillero. Esto coincide con el enfoque didáctico de enseñanza de las ciencias basado en procesos donde los estudiantes deben hacer ejercicios de indagación, donde el aprendizaje aparece de enfrentar preguntas abiertas, analizar evidencias y justificar ideas. Según Bybee (2014).

En segunda instancia los resultados muestran que la didáctica aplicada permitió a los estudiantes del semillero y a los de 601°, en cierta medida, avanzar cuando las actividades promovían exploración, diálogo y construcción conjunta de explicaciones relacionadas con los contenidos abordados de astrobiología.

De manera inicial dentro de la metodología se propone el desarrollo de un comic como proyecto de aula, articulado al aprendizaje basado en proyectos (ABP). No obstante, por el cierre del semillero se requirió un ajuste metodológico donde se usan las historietas como herramienta narrativa y gráficas para construir un comic final compilado.

Si bien al final de la propuesta no se evidencia un notable aporte a la reflexión sobre el cuidado de la Tierra a partir de los temas abordados, se presenta una oportunidad de mejorar el proyecto en cuanto al componente ético que esto representa

¿Qué aporta el trabajo de grado a la línea de investigación?

Esta propuesta didáctica para la enseñanza de la astrobiología en el semillero AstroBosanova contribuye a la línea de investigación de manera que; aporta al desarrollo de conocimiento didáctico en ciencias naturales, integrando biología, física y química desde un enfoque interdisciplinario de enseñanza, tal cual que, la astrobiología en su campo investigativo es inter y transdisciplinar A través de estrategias innovadoras, como el Aprendizaje Basado en Proyectos y la creación de una historieta para aterrizar lo aprendido durante las sesiones. La propuesta genera nuevas metodologías para abordar la astrobiología en la educación escolar, fortaleciendo la articulación de la astronomía con el currículo educativo. Además, analiza los procesos formativos y el conocimiento profesional del docente de ciencias al promover reflexiones sobre su práctica pedagógica y la enseñanza de conceptos emergentes. Al incorporar un enfoque holístico que vincula las ciencias naturales con las humanidades y las artes, fomenta en los estudiantes el pensamiento crítico y científico, ampliando sus perspectivas sobre el origen

y la evolución de la vida en el universo. De esta manera, la propuesta no solo contribuye a la enseñanza de la astrobiología en contextos escolares, sino que también enriquece la formación docente y genera insumos para el desarrollo de nuevas estrategias didácticas en la educación en ciencias.

8. CONCLUSIONES

La implementación de la propuesta didáctica para la enseñanza de la astrobiología evidenció tanto las posibilidades como los retos de integrar esta disciplina emergente al currículo escolar. Si bien inicialmente la propuesta se diseñó para desarrollarse en el marco del semillero de astronomía del Colegio Bosanova, su disolución por razones institucionales y de gestión, obligó a replantear la metodología y la población objetivo del proyecto. Las posibilidades y dificultades de incorporar este nuevo campo al programa académico quedaron claras con la ejecución de la propuesta didáctica para la enseñanza de la astrobiología en las últimas sesiones con los estudiantes de 601 y se evidencia que tanto los estudiantes de proceso en semillero de grado 601 como los demás estudiantes mostraron interés particular en esta forma de presentar temas relacionados a las ciencias naturales que se ven dentro de la estructura curricular, pero que se presentan desde el enfoque de la astronomía y la astrobiología. Acá en este aspecto cobra potencia el proyecto y se opta por la necesidad de seguir desarrollando y puliendo una didáctica que haga un puente entre el currículo, lo que se aborda en el aula y lo que se estudia en las disciplinas de la astrobiología y la astronomía.

El proyecto se creó originalmente para el semillero de astronomía del Colegio Bosanova, pero tuvo que cambiar su técnica, propósito y público objetivo cuando se disolvió por razones institucionales. Este cambio supuso una oportunidad para reflexionar críticamente sobre la necesidad de adaptar los métodos de enseñanza a la dinámica cambiante de la escuela y la flexibilidad necesaria en los entornos educativos reales que están condicionados a los procesos

institucionales. Se llega a reflexionar que incluso los procesos que no son enteramente educativos pero si institucionales tienen incidencia en el desarrollo de procesos educativos extracurriculares y debido a esto, el docente debe estar preparado a parte de lo didáctico y teórico también en lo burocrático y normativo para adaptarse a la realidad del contexto educativo oficial.

Desde un punto de vista profesional, este enfoque mejoró considerablemente las habilidades científicas y docentes del maestro en formación. Desde un ejercicio consciente de praxis se hace una retrospectiva donde se evidencio un trabajo arduo que permitió el desarrollo de habilidades en el diseño de planes de estudio, mejorando el pensamiento sofisticado y los enfoques activos mediante la adaptación y contextualización del material de la propuesta. Además, mejoró la capacidad del educador para investigar, colaborar entre disciplinas en la medida que cada tema que se abordó durante cada sesión estaba enlazado con el siguiente y estuvo pensado en explicaciones multifocales desde varias disciplinas como la física, la biología y la astronomía, entre otros. Para lo anterior se pensó en utilizar métodos innovadores basados en la investigación para conectar la ciencia moderna con la enseñanza en el aula teniendo en cuenta los recursos físicos y didácticos.

No obstante debido a su naturaleza interdisciplinaria, la astrobiología es una herramienta con una gran potencialidad para mejorar el plan de estudios en las escuelas. Su inclusión fomenta una comprensión integral de la vida y el cosmos al vincular la biología, la química, la física, la geología, la filosofía y la historia de la ciencia. Fomenta el pensamiento crítico, la creatividad, el trabajo en equipo y el respeto ético por todas las formas de vida, además del contenido. El encuentro demuestra cómo la astrobiología puede educar e inspirar a la próxima generación con un punto de vista planetario, ético y científico, que promueve la investigación, la conciencia del cuidado ambiental y la búsqueda responsable del conocimiento.

La experiencia docente también demostró cómo los educadores pueden tener un impacto transformador cuando adoptan un enfoque indagador y reflexivo. La enseñanza de la astrobiología requiere ayudar a los estudiantes en el proceso de investigación, experimentación y pensamiento científico en la escuela, en contraste con la enseñanza tradicional que se centra generalmente en impartir conocimientos que escapan al contexto y que en algunos casos quedan consignados en las libretas de apuntes y las aulas pero no trascienden al uso en la vida cotidiana.

Por último, la creación y ejecución de esta estrategia didáctica, confirmó la necesidad de adaptabilidad, originalidad y cooperación interdisciplinaria en la enseñanza de las ciencias. El experimento demostró que el aprendizaje científico eficaz puede producirse incluso en entornos poco convencionales o difíciles, adaptándose a los cambios institucionales. Como resultado, la implementación de estrategia didáctica sobre astrobiología demuestra que esta no es solo una disciplina científica, sino también una herramienta poderosa de enseñanza que fomenta el asombro, el pensamiento crítico y la responsabilidad medioambiental, todas ellas habilidades vitales para formar estudiantes capaces de comprender y cuidar la vida en la Tierra y más allá.

9. REFERENCIAS

- Abril Amaya, J. E. (2023). Estrategia pedagógica alrededor de la astrobiología dirigida al grupo de mediación del planetario de Bogotá DC.
- Andrade Rangel, J. R. (2024). *Per aspera ad astra: filosofía de la astrobiología, el problema de la extinción y los caminos éticos del futuro*. Revista Das Questões, 6(2), 177-200.
- Arellano, L., Avendaño, R., Garat, S., Garrido, C., Gómez, A., Ossio, O., Sepúlveda, M., Saavedra, A., & Vargas, F. (2020). *Innovación docente con comunidades de aprendizaje en ciencias para la ciudadanía: Aprendizaje basado en proyectos e indagación científica*. REINNEC. Revista Innovación en la Enseñanza de las Ciencias, 4(1), 71-98. <https://doi.org/10.5027/reinnec.V4.I1.76>
- Aretxaga, R. *Hacia una filosofía de la astrobiología*. (2015). Comillas.edu. Universidad de Deusto, Bilbao, España <https://revistas.comillas.edu/index.php/pensamiento/article/view/6572/6380>
- Augusto, C., & Martínez, A. (2019). *Estrategia didáctica para la enseñanza de la Astronomía de Posición, dentro del marco del proyecto “Sintiendo la Astronomía”, para estudiantes con discapacidad visual en el curso de Astronomía*. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/69739/1367110542.2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barge, L. M., et al. (2017). From chemical gardens to chemobrionics. *Chemical Reviews*, 115(16), 8652–8703. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.5b00593>
- Briones Llorente, C. (2016). *La evolución de ácidos nucleicos in vitro: desde la investigación sobre los orígenes de la vida a las aplicaciones biotecnológicas*. Encuentros en la Biología, 9(161), 185-186. <https://revistas.uma.es/index.php/enbio/article/view/17922>
- Britannica. (2025). *Oparin-Haldane theory*. En *Encyclopaedia Britannica*. Recuperado de fuente, <https://www.britannica.com/science/Oparin-Haldane-theory>
- Bybee, R. W. (2014). The BSCS 5E instructional model: Personal reflections and contemporary implications. *Science and Children*, 51(8), 10–13.
- Carmona Guzmán, E. (2013). *Elementos químicos, moléculas y vida*. Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 106(1-2), 69-80. <https://www.rac.es/ficheros/doc/01101.pdf>

- Chela-Flores, J. (2001). La Astrobiología, un marco para la discusión de La relación hombre-universo. *Principia (Universidad Centro Occidental L. Alvarado, Barquisimeto, Venezuela)*, 18, 12-18.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Dewey, J., & Singh, R. (2020). *Experiential learning is a fundamental strategy in primary science education. Journal of Education and Practice*, 11(22), 1–10. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1271122.pdf>
- Escobar, R., & Escobar, M. (2016). La relación entre el pensamiento complejo, la educación y la pedagogía. *Administración y Desarrollo*, 46(1), 88-99. Recuperado de <http://esapvirtual.esap.edu.co/ojs/index.php/admindesarro/article/view/62>
- García Jiménez, E. S. (2023). Diseño seminario académico" astrobiología para educadores" un aporte a la formación docente del ciclo de profundización de la UPN.
- 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.
- Gil Angel, A. (2016). Diseño de una estrategia metodológica para contribuir en el pensamiento científico de los estudiantes.
- Gil Mejía, C. R. (2024). *Diseño de una unidad didáctica de astrobiología para niños del ciclo I en los colegios del municipio de Ramiriquí (Boyacá-Colombia)* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).
- Gilbert, W. (1986). The RNA world. *Nature*, 319(6055), 618. <https://doi.org/10.1038/319618a0>
- Heinrich, M. R. (Ed.). (2013). *Extreme environments: Mechanisms of microbial adaptation*. Elsevier.
- Higgs, P. G., & Lehman, N. (2015). The RNA world: molecular cooperation at the origins of life. *Nature Reviews Genetics*, 16(1), 7–17. <https://doi.org/10.1038/nrg3841>
- *Instituto de Astrobiología de Colombia-IAC*. (2024, November 5). Astrobiología. <https://astrobiologia.org/>
- Kaltenegger, L. (2023). *The Next 20 Years of Exoplanet Research: From Discovery to Characterization and Biosignatures. Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 61, 353–384. <https://doi.org/10.1146/annurev-astro-032122-025648>
- 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.
- Lemarchand, G. A., & Tancredi, G. (2010). *Astrobiología: del Big Bang a las Civilizaciones*. Montevideo: UNESCO.
- Londoño Villamil, G. (2018). Divulgación, a. Y. Científica, para lograr entornos protectores por medio de la astronomía en niños y jóvenes indígenas del araracuara caquetá. *iii encuentro de investigadores en didáctica y currículo universidad de la amazonia*.
- Martin, W., Baross, J., Kelley, D., & Russell, M. J. (2008). Hydrothermal vents and the origin of life. *Nature Reviews Microbiology*, 6(11), 805–814. <https://doi.org/10.1038/nrmicro1991>
- Ministerio de Educación Nacional - MEN. 2006, Estándares básicos de competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas, Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- Miramontes, O. (n.d.). *Los sistemas complejos como instrumentos de conocimiento y transformación del mundo*. [https://ru.ceiich.unam.mx/bitstream/123456789/3290/1/Perspectivas en las teorías de sistemas Cap7 Los sistemas complejos como instrumentos.pdf](https://ru.ceiich.unam.mx/bitstream/123456789/3290/1/Perspectivas%20en%20las%20teorias%20de%20sistemas%20Cap7%20Los%20sistemas%20complejos%20como%20instrumentos.pdf)
- Miramontes, P. (1999). *Los sistemas complejos como instrumentos de conocimiento y transformación del mundo*. En Santiago Ramírez (Ed.), *Perspectivas sobre la teoría de sistemas*. UNAM-Siglo XXI. [Capítulo disponible en línea]
- Miller, S. L. (1953). A production of amino acids under possible primitive Earth conditions. *Science*, 117(3046), 528–529. <https://doi.org/10.1126/science.117.3046.528>
- Morin, E. (2006). *El método 1. La naturaleza de la naturaleza* (7ª ed.). Ediciones Cátedra. Madrid, España. ISBN 978-84-376-2330-6
- Napier, W. M. (2007). *Pollination of exoplanets by nebulae*. *International Journal of Astrobiology*, 6(3), 223–228. <https://doi.org/10.1017/S1473550407003710>
- NASA Astrobiology. (2022). Nasa.gov. <https://astrobiology.nasa.gov/career-pathsuggestions/#:~:text=Astrobiology%20is%20the%20study%20of,%2C%20planetary%2C%20and%20cosmic%20phenomena>

- NASA. 2015, Astrobiology Strategy, Washington: *An Astrobiology Strategy for the Search for Life in the Universe*. National Academies Press. National Aeronautics and Space Administration.
- NASA Exoplanet Archive. (2024). *Confirmed Planets Overview*. NASA. <https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/>
- NASA Webb Telescope Team. (2023, November 30). *Webb Study Reveals Rocky Planets Can Form in Extreme Environments*. NASA. <https://www.nasa.gov/missions/webb/webb-study-reveals-rocky-planets-can-form-in-extreme-environments/>
- Oliveros Prada, A. (2021). Desde el materialismo dialéctico a la comprensión de la vida, su origen y posibilidades a partir de la astrobiología y la astroquímica con estudiantes de grado cuarto de primaria del Colegio Bosanova IED Una propuesta para filosofar desde la ciencia.
- Ordóñez, C. L. (2010). Desempeño auténtico en educación. *En Ordóñez, CL y Castaño, C. Pedagogía y didáctica: Libro del maestro (151-160)*. Quito: Ministerio de Educación de Ecuador.
- Pereira, M. (2010). Consideraciones básicas del pensamiento complejo de Edgar Morin, en la educación. *Educare*, 14(1), 67–75. <https://doi.org/10.15359/ree.14-1.6>
- Postberg, F., Khawaja, N., Hsu, H.-W., Sekine, Y., Shibuya, T., & Kempf, S. (2023). *Detection of phosphorus and clues to habitability in the ice grains ejected from Saturn's moon Enceladus*. *Nature Astronomy*, 7(7), 753–759. <https://doi.org/10.1038/s41550-023-02045-6>
- Ramírez, S. (2019). Astrobiology as a didactic strategy to develop academic competences and skills. Obtenido de <http://sait.oats.inaf.it/MSAIT900419/PDF/2019MmSAI..90..695I.pdf>
- Rangel, C. E. (2024). *Fomento de habilidades investigativas a partir de la enseñanza de la astronomía en un semillero de investigación escolar*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/20520>.
- Rojas-Ortega, E., Vázquez, K., Segal-Kischinevsky, C., & González, J. (2020). Del Big Bang al origen de la vida: aspectos básicos. *Revista de Educación Bioquímica*, 39(3), 83-95.
- Reátegui Torres, G. R., Yahuana Pasapera, R., Soplín Ríos, J. A., Vizcarra Quiñones, A. M., & Barba-Briceño, L. E. (2022). *Conductismo, cognitivismo, constructivismo: sus aportes y las características del docente y estudiante*. *Paidagogo*, 4(2), 90-102. <https://doi.org/10.52936/p.v4i2.136>

- Romo, J. (2012) Divulgación científica y medios: pseudociencia, mala ciencia y polémicas en la divulgación de la Astrobiología. Tesis para obtener el título de biólogo. Universidad autónoma de México.
- Ruiz-Mirazo, K., Briones, C., & de la Escosura, A. (2017). *Chemical roots of biological evolution: the origins of life as a process of development of autonomous functional systems*. *Open Biology*, 7(4), 170050. <https://doi.org/10.1098/rsob.170050>
- Santos, C. M. D., Alabi, L. P., Friaça, A. C. S., & 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.
- Schultz, J., dos Santos, A., Patel, N., & Rosado, A. S. (2023). *Life on the edge: Bioprospecting extremophiles for astrobiology*. *Journal of the Indian Institute of Science*, 103(4), 721-737. <https://doi.org/10.1007/s41745-023-00382-9>
- TERC. (2005). *Astrobiology: An integrated science approach*. Cambridge, MA: TERC. Recuperado de <https://www.terc.edu/e-pubs/astrobiology>
- Thomas Harttung Nassif y Nancy Zeller. (2006). "Astrobiología: uso de la investigación para revitalizar los planes de estudios científicos", *The American Biology Teacher* 68(1), 7-12.
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. Autodesk Foundation.
- Valderrama, D., Sofía, D., & Flórez, N. (n.d.). *Apropiación conceptual de la astronomía en el contexto de la educación primaria*. Retrieved April 18, 2024, from https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/handle/001/3190/TGT_Apropiaci%c3%b3n_conceptual_astronomia.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Valencia-Meza, A., & Ortiz Alegría, A. (2022). El desarrollo de la Astrobiología como ciencia: Astrobiología. *EPISTEMUS*, 16(33). <https://doi.org/10.36790/epistemus.v16i33.214>
- Villamil, G. L. La astrobiología como estrategia didáctica para generar actitudes positivas hacia las ciencias experimentales y sociales. *MEMORIAS, SEMANA*, 145.

- Zerna-Valle, A. P., & Vergara-Ibarra, J. L. (2024). Diseño de una propuesta didáctica innovadora para la enseñanza y el aprendizaje de conjuntos. *MQRInvestigar*, 8(1), 6028-6047.

10. ANEXOS

10.1 Guías Didácticas

Guía de acceso a conocimientos previos

Guía Didáctica No°01

Evaluación de conocimientos previos

Elaborada por: Rafael Antonio Fonseca Rincón

SEMILLERO DE ASTRONOMÍA ASTROBOSANOVA

Propuesta didáctica para la enseñanza de la Astrobiología desde la Interdisciplinariedad en el semillero de astronomía del colegio Bosanova de Bogotá

Nombre: _____ Curso: _____ Fecha: _____

VISITANDO EL VECINDARIO GALACTICO, LA TIERRA UN HOGAR MUY ACOGEDOR

Bienvenidos de nuevo al semillero de astronomía ASTROBOSANOVA, prepárate para un emocionante viaje por el universo y disfruta del mundo de la astronomía y la astrobiología.

Responde las siguientes preguntas usando tus conocimientos previos.

1. ¿Para ti, qué es la Astrobiología?

2. ¿Para ti, qué hace diferente a La Tierra de los demás planetas y cuerpos del sistema solar?

Completa la información, dibuja y colorea mientras aprendes.

Nuestro Sistema Solar

EL SOL

Composición- elementos	Tamaño	Tipo de estrella	Ubicación

MERCURIO

Generalidad Gaseoso o Rocoso	Distancia respecto al sol	Temperatura prom	Presencia de agua líquida?

VENUS

Generalidad Gaseoso o Rocoso	Distancia respecto al sol	Temperaturas prom	Presencia de agua líquida?

LA TIERRA

Generalidad Gaseoso o Rocoso	Distancia respecto al sol	Temperaturas prom	Presencia de agua líquida?

MARTE

Generalidad Gaseoso o Rocoso	Distancia respecto al sol	Temperaturas prom	Presencia de agua líquida?

JUPITER



Generalidad Gaseoso o Rocoso	Distancia respecto al sol	Temperaturas prom	Presencia de agua líquida?

Guía Sesión dos, guía #2 “la vida un fenómeno emergente en el universo”

Guía didáctica Astrobiología #2 – Nivel secundaria

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de ciencia y tecnología

Semillero de Astronomía ASTROBOSONOVA

Elaborada por: Rafael Antonio Fonseca Rincón

Propuesta didáctica pedagógica para la enseñanza de la Astrobiología desde la multidisciplinariedad en el semillero de astronomía del colegio Bosanova de Bogotá

Nombres _____

Curso _____ Fecha _____

La Vida un Fenómeno Emergente en el Universo

Momento 1

1. Dibuja, colorea y señala, cómo se ORIGINO el universo y hace cuánto tiempo, identifica elementos químicos resultantes de los primeros momentos del universo.

Momento 2

2. Después de la información , responde las siguientes preguntas

a. ¿Cómo crees que se originó la vida en el universo según la ciencia?

b. ¿Qué crees que es necesario para que exista vida en el universo?

c. ¿Qué elementos químicos, sustancias y mezclas crees que se necesitan para formar vida? Clasifica entre orgánicos e inorgánicos.

d. ¿Por qué el agua es fundamental para la vida en el universo? Sabes cómo se detecta agua en otros planetas?

Guía Sesión # 3, Guía “Somos polvo de estrellas”

Guía didáctica Astrobiología #3 – Nivel secundaria

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de ciencia y tecnología

Semillero de Astronomía ASTROBOCANOVA

Elaborada por: Rafael Antonio Fonseca Rincón

Propuesta didáctica pedagógica para la enseñanza de la Astrobiología desde la multidisciplinariedad en el semillero de astronomía del colegio Bocanova de Bogotá

Nombre _____ Curso _____ Fecha _____

1. Responde las siguientes preguntas usando tus propias palabras o dibuja y colorea si así lo deseas.

- ¿Para ti qué significado tiene la famosa frase de Carl Sagan “Somos polvo de estrellas”?

- ¿Qué te hace pensar la frase “La vida un fenómeno emergente en el universo”?

- ¿Para ti qué es auto organización?

Guía 4 Laboratorio de Microscopía.

Guía didáctica Actrobiología #4

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de ciencia y tecnología

Trabajo de grado I y Prácticas Pedagógicas y Didácticas II

Semillero de Astronomía ASTRONOMÍA

Elaborada por: Rafael Antonio Fonseca Rincón

Propuesta didáctica pedagógica para la enseñanza de la Actrobiología desde la multidisciplinariedad en el semillero de astronomía del colegio Bosanova de Bogotá

GUIA DE LABORATORIO PARA OBSERVACION DE MICRORGANISMOS

OBJETIVOS:

- Explica el funcionamiento de las partes primarias del microscopio compuesto
- Observar y Reconocer formas de vida microscópicas y la diversidad de organismos presentes en las muestras de agua elaboradas en sesiones anteriores del semillero
- Relacionar durante la práctica de laboratorio las teorías del origen de la vida (generación espontánea, Caldo primigenio de Oparin, panspermia)

PRIMERA PARTE: RECONOCIMIENTO DEL MICROSCOPIO.

Materiales (lab)

- Bata
- Tapabocas
- Regla
- Microscopio (DBI)
- Papel de cocina
- Portaobjetos y cubreobjetos
- 2 pipetas Pasteur
- 4 mecheros de alcohol
- 5 palillos de dientes
- Gotero
- Hojas blancas
- Lápices, colores, borrador y tajalápiz
- 2 Muestras de agua con sedimentos elaboradas previamente en el semillero
- Carpeta de laboratorio

Marco Teórico I

El microscopio compuesto está integrado por tres tipos de componentes:

Componentes mecánicos: Son aquellos que sirven de sostén, movimiento y sujeción de los sistemas ópticos y de iluminación, así como de los objetos que se van a observar.

- Base. Es un soporte metálico, amplio y sólido en donde se apoyan y sostienen los otros componentes del microscopio.
- Brazo, estativo o columna. Permite la sujeción y traslado del microscopio. Soporta al tubo óptico, a la platina y el revólver.
- Platina. Superficie plana de posición horizontal que posee una perforación circular central. En ella se apoya la preparación (lámina portaobjetos que contiene a la muestra que se va a examinar) que se sujeta a la platina mediante pinzas o con un carrito que, mediante mandos especiales facilitan el movimiento de la preparación de derecha a izquierda y de adelante hacia atrás.

Actividad de observación

Para esta actividad cada uno debe hacer el montaje para cada muestra de los montajes experimentales elaborados durante la segunda sesión del semillero, y de estas observaciones deben completar el siguiente informe.

Muestra 1

Esquema del organismo observado (Realice el dibujo)

Aumento:

Observación adicional:

¿Qué actividad realizó el organismo?

¿Qué otros organismos estaban cerca?

Otras observaciones.

Sesión 5 Guía # 5, Exoplanetas, Extremófilos, ¿Existe vida fuera de la Tierra?

Guía didáctica Astrobiología #5 – grado quinto
Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de ciencia y tecnología
Semillero de Astronomía ASTROBOSANOVA
Elaborada por: Rafael Antonio Fonseca Rincón
Propuesta didáctica para la enseñanza de la Astrobiología desde la
interdisciplinariedad en el semillero de astronomía del colegio Bosanova de
Bogotá.



Nombres _____
Curso _____ Fecha _____

Preguntas acceso a conocimiento previo.

1. Si quisiéramos buscar vida en otro planeta, ¿qué necesitamos saber?

2. ¿Qué condiciones hacen habitable un planeta?

3. ¿Cuáles son las moléculas necesarias para la vida?

4. ¿Qué formas de vida podrían existir?

Dibuja acá aquellas formas de vida que podrían existir en otros lugares del universo.

10.2 Evidencias Guías

Evidencia Guía 1 Acceso a conocimientos previos

VISITANDO EL VECINDARIO GALACTICO, LA TIERRA UN HOGAR MUY ACOGEDOR

Bienvenidos de nuevo al semillero de astronomía ASTOBOSANOVA, prepárate para un emocionante viaje por el universo y disfruta del mundo de la astronomía y la astrobiología.
Responde las siguientes preguntas usando tus conocimientos previos.


1. ¿Para ti, qué es la Astrobiología?
las personas que trabajan sobre el espacio y la
Biología de vida extraterrestre

2. ¿Para ti, qué hace diferente a La Tierra de los demás planetas y cuerpos del sistema solar?
que la Tierra tiene vida además de el resto de los
planetas

Completa la información, dibuja y colorea mientras aprendes.

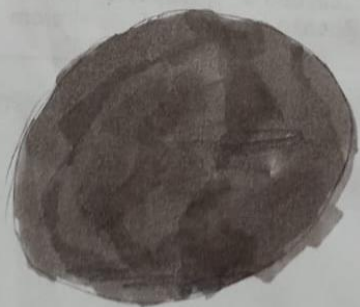
Nuestro Sistema Solar

EL SOL



Composición- elementos	Tamaño	Tipo de estrella	Ubicación
masa hidrogeno	1.39 Mkm	enano amarillo 7:40 g	centro del sistema solar

MERCURIO



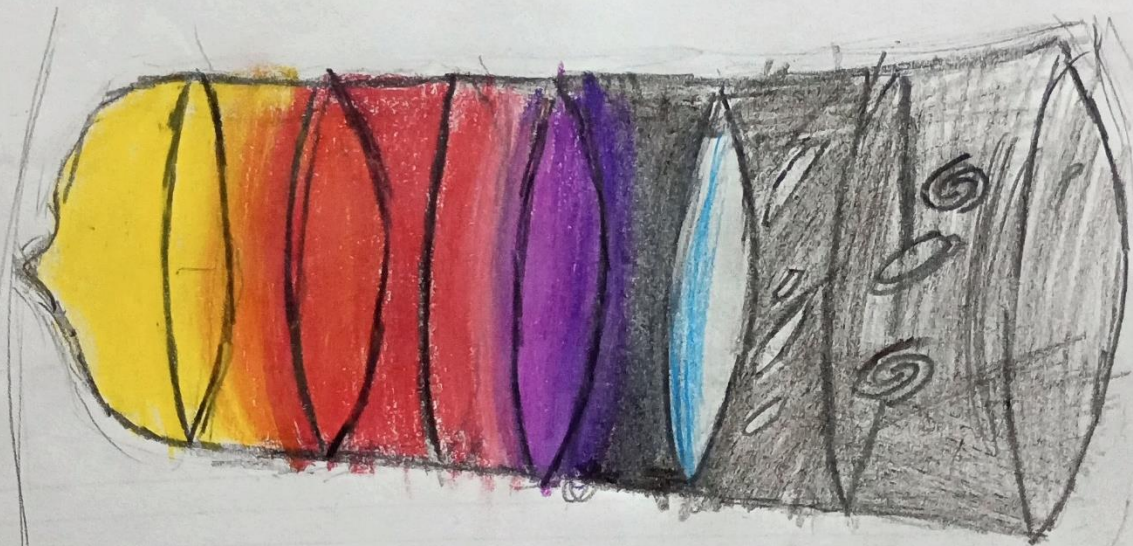
Generalidad Gaseoso o Rocoso	Distancia respecto al sol	Tempera- turas prom	Presenci- a de agua líquida?
Rocoso	60.2 m Km	473. C -483. C	NO

Evidencia Guía Sesión dos, guía #2 “la vida un fenómeno emergente en el universo”

La Vida un Fenómeno Emergente en el Universo

Momento 1

1. De acuerdo con la explicación dibuja y colorea cómo se formó el universo, según la ciencia?



2. Responde las siguientes preguntas orientadoras.

a. ¿Qué crees que es necesario para que exista vida en el universo?

LOS consumidores primarios secundarios terciarios
Y los productores

b. ¿Qué elementos crees que se necesitan para formar vida?

Choprus

Evidencia Guía Sesión 3

2. Explica a través de un dibujo y usando tus propias palabras cómo se da la nucleosíntesis estelar para la creación de los elementos presentes en el universo

En el núcleo de las estrellas, muy alta presión y altas temperaturas permite la formación de elementos más pesados a partir de los más ligeros



3. ¿Sabes cuáles son las Fuerzas fundamentales del universo? Y ¿Crees que estas fuerzas interfieren en el origen y la vida en el universo?

<p>• Gravitación</p>	<p>• Fuerza electromagnética</p>	<p>• Fuerza nuclear débil</p>
<p>• Fuerza nuclear fuerte</p>	<p>Sí, ya que son las condiciones de crear las proteínas y la vida y todo lo que conocemos.</p>	

"Es posible, pues, explorar la vida de un universo que forme su orden y su organización en la turbulencia, la inestabilidad, la desviación, la improbabilidad, la disipación energética". E. Morin, El Método.

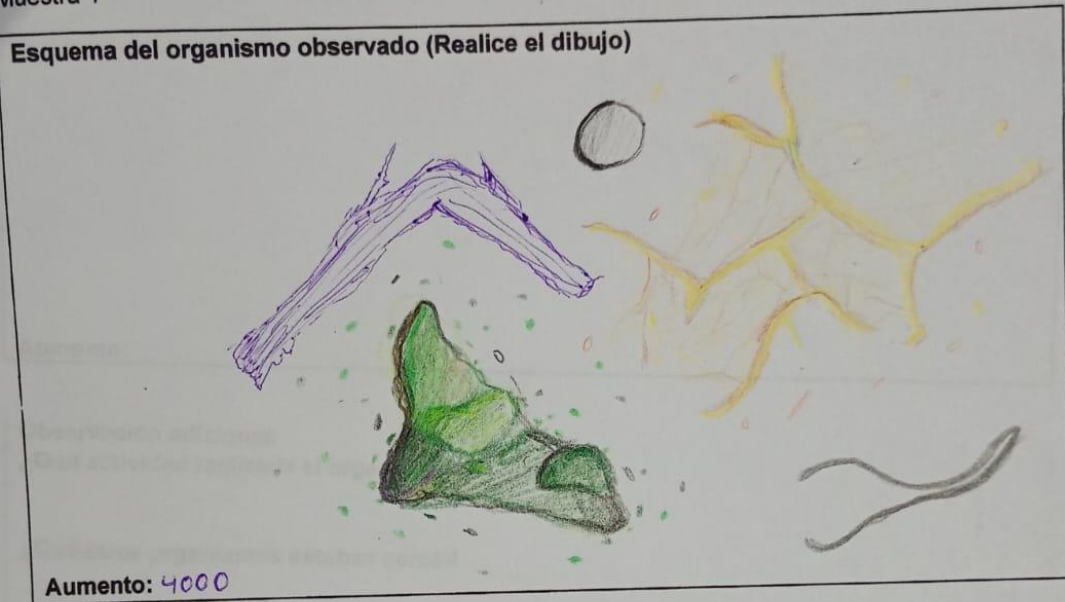
Evidencia Guía sesión laboratorio

Actividad de observación

Para esta actividad cada uno debe hacer el montaje para cada muestra de los montajes experimentales elaborados durante la segunda sesión del semillero, y de estas observaciones debe completar el siguiente informe.

Muestra 1

Esquema del organismo observado (Realice el dibujo)



Aumento: 4000

Observación adicional:

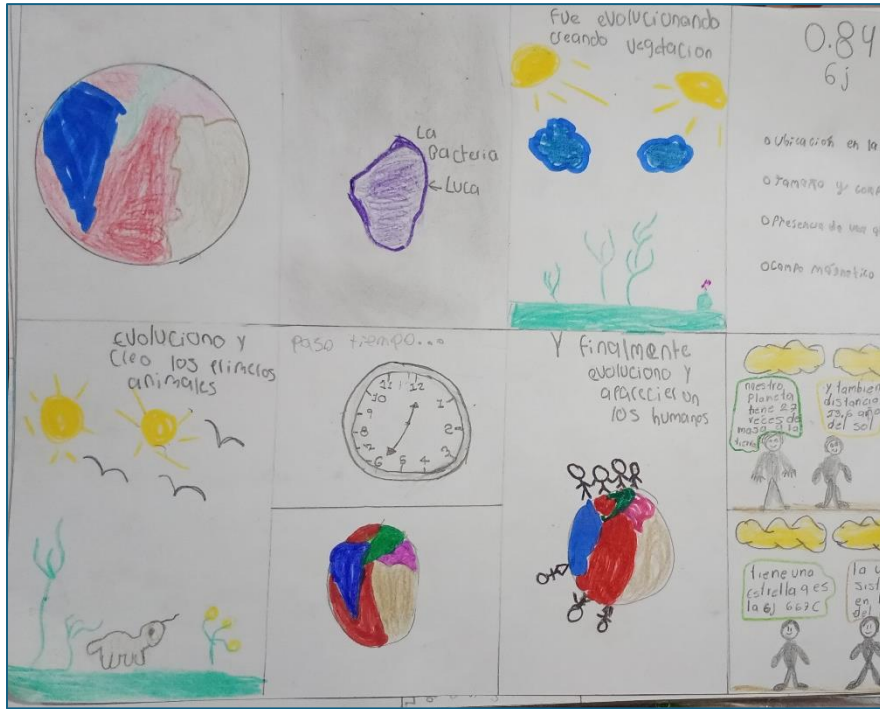
¿Qué actividad realizada el organismo?

La mayoría de los organismos permanecieron inmóviles, las únicas diferencias notables eran sus formas y los elementos a su alrededor

¿Qué otros organismos estaban cerca?


apreciamos muestras vegetales, cabello, moho que apareció en las muestras y pequeños microorganismos visibles

Evidencias Comics Exoplanetas



10.3 Consentimiento Informado

	FORMATO		
	CON SENTIMIENTO INFORMADO PARA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN		
Código: FOR333NV	Fecha de Aprobación: 20-08-2019	Versión: 02	Página 1 de 3


Subdirección de Gestión de Proyectos – Centro de Investigaciones CIUP
Comité de Ética en la Investigación

En el marco de la Constitución Política Nacional de Colombia, la Ley Estatutaria 1581 de 2012 “Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales” y la Resolución 1542 del 18 de diciembre de 2018 “Por la cual se derogan las Resoluciones N°0540 de 2015 y N° 1304 de 2018, y se reglamenta el Comité de Ética en Investigación de la Universidad Pedagógica Nacional y demás normatividad aplicable vigente, se ha definido el siguiente formato de consentimiento informado para proyectos de investigación realizados por miembros de la comunidad académica considerando el principio de autonomía de las comunidades y de las personas que participan en los estudios adelantados por miembros de la comunidad académica.

Lo invitamos a que lea detenidamente el Consentimiento informado, y si está de acuerdo con su contenido exprese su aprobación firmando el siguiente documento:

PARTE UNO: INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO

Título del proyecto de investigación	Propuesta didáctica interdisciplinaria para la enseñanza de la Astrobiología en el semillero de astronomía del semillero de astronomía del colegio Basanueva de Bogotá
Resumen de la investigación	<p>El presente escrito describe un proyecto cuyo objetivo principal es desarrollar una propuesta didáctica que, mediante un enfoque holístico y basado en la comprensión de conceptos básicos de astrobiología, promueva una comprensión integral del cosmos. El público al que se dirige este proyecto de métodos mixtos, que combina enfoques cualitativos y cuantitativos, son los estudiantes del semillero de astronomía del semillero de astronomía del Colegio Basanueva de Bogotá.</p> <p>El campo de la astrobiología, que se encuentra en pleno desarrollo dentro de las ciencias naturales, es fundamentalmente interdisciplinario y transdisciplinario. La interdisciplinariedad en este campo de conocimiento implica una estrecha colaboración e intercambio de metodologías entre las diferentes disciplinas científicas (física, química, biología, geología y astronomía) con el fin de ampliar nuestra comprensión de los fenómenos relacionados con la vida en el universo. Esta integración permite desarrollar marcos analíticos más amplios que los que se pueden crear dentro de los límites de una sola disciplina. El carácter transversal trasciende las fronteras disciplinares, vinculando las ciencias naturales y las humanidades. La astrobiología plantea cuestiones que van más allá de la investigación científica, involucrando otras dimensiones tales como: la filosófica, la educativa y la humana que enriquecen nuestra contemplación de la vida y la existencia. Además, ofrece un enfoque amplio que puede</p>

	FORMATO		
	CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PROYECTO 8 DE INVESTIGACIÓN		
Código: FOR026NV	Fecha de Aprobación: 20-08-2019	Versión: 02	Página 2 de 3

	abordarse desde la formación inicial en la escuela, con el propósito de formar estudiantes con pensamiento crítico y científico, conscientes del valor intrínseco de la vida como propiedad emergente del universo, y que, desde las ciencias, exploren la posibilidad de la vida más allá de la Tierra.	
Descriptor clave del proyecto de investigación	astrobiología, holístico, interdisciplinar, transdisciplinar, semillero	
Descripción de los posibles beneficios de participar en el estudio	Enriquecer el conocimiento propio en ciencias naturales y en astronomía a partir de experiencias de aprendizajes significativos. Abordando una visión compleja de la vida en el cosmos y participando de talleres didácticos entorno a la astronomía y la astrobiología que permitan ampliar lo aprendido en el aula de clases.	
Mencione la forma en que se socializarán los resultados de la investigación	Los resultados se <u>socializarán</u> de manera inicial, con la entrega del comic sobre astrobiología al colegio Bogotá como herramienta didáctica para la enseñanza de las ciencias naturales, Y se entregarán los resultados en el documento final del trabajo el cual estará disponible en el repositorio de la universidad	
Explícite la forma en que mantendrá la reserva de la información	Los nombres de los estudiantes se mantendrán en total reserva y no serán usados ni en el documento ni en la herramienta didáctica. Solo se usarán los dibujos que desarrollen en las guías didácticas y se citarán como participante del semillero #. Para las fotos tomadas como evidencia de las sesiones del semillero, se protegerán los rostros de los estudiantes.	
Datos generales del investigador principal	Nombre(s) y Apellido(s) : Rafael Antonio Fonseca RIVERA	
	N.º de Identificación: 1030591416	Teléfono 3013024964
	Correo electrónico: rafonseca@upn.edu.co	
	Dirección: Carrera 87 bis # 53-86 sur	

PARTE DOS: CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo : _____

Identificado con Cédula de Ciudadanía _____, en representación de _____ con número de identificación _____.

Declaro que:

	FORMATO		
	CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN		
Código: FOR020MV	Fecha de Aprobación: 20-08-2019	Versión: 02	Página 3 de 3

1. He sido invitado a participar en la investigación y de manera voluntaria he decidido hacer parte de este estudio.
2. He sido informado sobre los temas en que se desarrollará el estudio, han sido resueltas todas mis inquietudes y entiendo que puedo dejar de participar en cualquier momento si así lo deseo.
3. Sobre esta investigación me existen los derechos de acceso, rectificación y oposición que podré ejercer mediante solicitud ante el investigador responsable, en la dirección de contacto que figure en este documento.
4. Conozco el mecanismo mediante el cual los investigadores garantizan la custodia y confidencialidad de mis datos.
5. La información obtenida de mi participación será parte del estudio y mi anonimato se garantizará. Sin embargo, si así lo deseo, autorizaré de manera escrita que la información personal o institucional se mencione en el estudio.
6. Autorizo a los investigadores para que divulguen la información y las grabaciones de audio, video o imágenes que se generen en el marco del proyecto y que no comprometan lo enunciado en el punto 4D.

En constancia, manifiesto que he leído y entendido el presente documento.

Firma,

Firma del participante (si aplica),

Nombre: _____

Identificación: _____

Fecha: _____

Con domicilio en la ciudad de: _____

Dirección: _____

Teléfono y N° de celular: _____

Correo electrónico: _____

La Universidad Pedagógica Nacional agradece sus aportes y su decidida participación