

**El cielo como aula: La astronomía como estrategia para la formación del pensamiento crítico y científico.**

Andrés Felipe López Garzón

Facultad de Educación, Universidad Pedagógica Nacional

Asesor: Oscar Helí Arbeláez Garcés

22 de abril de 2025

## **Agradecimientos**

A mi familia, por ser el pilar fundamental de mi vida. Gracias por creer en mí incluso en los momentos más inciertos, por su amor incondicional que me sostiene y por ser la razón por la que lucho cada día. Su apoyo constante en cada uno de mis proyectos me ha permitido avanzar con determinación y esperanza.

A mis amigos, por su compañía sincera, por estar presentes en los momentos de dificultad, por ofrecerme palabras de ánimo cuando más las necesitaba y por hacer mi vida más feliz con su presencia, su escucha y su alegría compartida.

A la educación pública, representada por la Universidad Pedagógica Nacional y Universidad Nacional de Colombia, por abrirme las puertas del conocimiento y brindarme la oportunidad de formarme, crecer y superarme día a día. Gracias por ser un espacio donde florecen los sueños y se consolidan los proyectos de vida.

Y al profesor Oscar Helí, por su orientación comprometida y rigurosa durante el desarrollo de este trabajo. Gracias por enseñarme, no solo con palabras, sino con el ejemplo, que la resiliencia es una virtud esencial para enfrentar los desafíos académicos y personales. Su acompañamiento fue una guía luminosa en este proceso de construcción intelectual y crecimiento personal.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>El cielo como aula: La astronomía como estrategia para la formación del pensamiento crítico y científico. ....</b>	<b>5</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>7</b>
<b>Planteamiento del problema.....</b>	<b>8</b>
<b>Horizontes y trayectorias pedagógicas: Una mirada a los antecedentes de la enseñanza de la astronomía en Colombia. ....</b>	<b>10</b>
<b>Del Cielo Ancestral al Espacio Global: Una Travesía Histórica de la Astronomía en Colombia y el mundo.....</b>	<b>12</b>
<b>Un saber que se convierte en ciencia: La Astronomía como Pilar del Conocimiento Moderno ....</b>	<b>12</b>
<b>Del calendario muisca al satélite Libertad 1: Trayectoria astronómica en Colombia .....</b>	<b>15</b>
<b>Más que estrellas: La astronomía como puente para desafíos del siglo XXI.....</b>	<b>17</b>
<b>Aproximación teórica y conceptual: Pensamiento Crítico y Científico en la Enseñanza Astronómica .....</b>	<b>20</b>
<b>Rompiendo esferas de cristal: Astronomía como herramienta de emancipación cognitiva .....</b>	<b>20</b>
<b>De la curiosidad al método: Forjando mentes científicas bajo el cielo de Bogotá .....</b>	<b>28</b>
<b>De los mitos estelares al método científico: La astronomía como catalizador de mentes críticas en el siglo XXI.....</b>	<b>31</b>
<b>Pedagogía estelar: Freire, Dewey y la construcción del conocimiento astronómico .....</b>	<b>35</b>
<b>Teoría de la Disciplina Formal, educación como desarrollo y educación problematizadora.....</b>	<b>37</b>
<b>Constelaciones culturales: Astronomía arraigada en la cotidianidad.....</b>	<b>38</b>
<b>Mucho más que un telescopio: Innovaciones didácticas para descifrar el universo .....</b>	<b>40</b>
<b>Laboratorios cósmicos: Experiencias pedagógicas del Planetario de Bogotá.....</b>	<b>50</b>
<b>ASTROBEBÉS: Astronomía desde la cuna, ambientes holísticos para despertar la ciencia en bebés .....</b>	<b>50</b>
<b>De la observación a la transformación: Investigación-Acción en el programa ASTROBEBÉS....</b>	<b>53</b>
<b>Semilleros estelares: Centros de Interés y Clubes de Astronomía como espacios de indagación colectiva.....</b>	<b>57</b>
<b>Del cosmos al aula: Experiencias sensoriales y críticas en los Centros de Interés .....</b>	<b>59</b>
<b>Arte, tierra y ciencia: Metodologías creativas que unen lo estético y lo científico .....</b>	<b>64</b>
<b>Pensar el universo: Cómo la astronomía cultiva mentes críticas y científicas.....</b>	<b>65</b>
<b>El planetario como epicentro: Diálogos entre fundamentos conceptuales y las experiencias del planetario .....</b>	<b>67</b>
<b>Educación Colaborativa: Constructivismo en Acción en el Aula Cósmica.....</b>	<b>67</b>
<b>Astrobiología como Puente: Ciencia, Filosofía y Ética en la Exploración Espacial.....</b>	<b>69</b>
<b>Haciendo visible lo abstracto: didáctica experiencial en la enseñanza astronómica.....</b>	<b>71</b>
<b>Astronomía vs. Astrología: Una Batalla por la Razón en la Era de la Desinformación .....</b>	<b>73</b>
<b>Un cielo para todos: Astronomía como herramienta de inclusión y equidad: .....</b>	<b>74</b>

<b>Astronomía con Sentido Social: Hacia una Pedagogía Crítica y Contextual.....</b>	<b>75</b>
<b>Horizontes educativos: Conclusiones y hallazgos.....</b>	<b>75</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>82</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>88</b>

## **El cielo como aula: La astronomía como estrategia para la formación del pensamiento crítico y científico.**

El presente texto busca analizar la manera en que las estrategias pedagógicas del Planetario de Bogotá, basadas en el enfoque constructivista propio de la institución, favorecen al desarrollo de habilidades científicas y el pensamiento crítico en niños y niñas. Teniendo en cuenta el contexto de un país como Colombia, donde las competencias en matemáticas y ciencias presentan desafíos significativos, la enseñanza de la astronomía aparece como una herramienta valiosa para fortalecer las falencias que se presentan en estas áreas. Al estudiar la experiencia del Planetario, se busca destacar su papel como espacio transformador en la educación científica y como un modelo que puede ser replicado en otros contextos y escenarios educativos.

El documento se organiza en varios apartados con la intención de ofrecer una lectura progresiva y articulada. En primer lugar, se presenta el planteamiento del problema, donde se expone la motivación que dio origen al estudio, se busca contextualizar la relevancia del tema y se formulan los objetivos de la investigación. Posteriormente, se desarrolla una revisión teórica y conceptual, en la cual se abordan las nociones de pensamiento crítico, pensamiento científico, educación no formal, didáctica de la astronomía, y se dialoga con autores como Paulo Freire, Adorno, Horkheimer, Habermas, Dewey y Vigotsky, entre otros, para construir una base sólida que sustente la interpretación de las prácticas observadas.

Más adelante, mediante una revisión documental, se incluye el análisis de las prácticas educativas del Planetario de Bogotá, detallando las estrategias didácticas más representativas (como los clubes de astronomía, los programas de primera infancia, los talleres y semilleros), y destacando su potencial para la formación de sujetos críticos y reflexivos.

En los capítulos finales se encuentra el apartado de conclusiones y hallazgos, donde se busca sintetizar los hallazgos más relevantes, se valoran los aportes del estudio, se reconocen las limitaciones de la investigación y se plantean posibles proyecciones futuras.

Cabe señalar que esta investigación se concibe como un primer acercamiento exploratorio a la relación entre las prácticas educativas del Planetario de Bogotá y la formación del pensamiento científico y crítico en niños, niñas y adolescentes. En este sentido, no pretende agotar el tema ni clausurar la discusión, sino más bien abrir nuevas preguntas y rutas de indagación. De hecho, los hallazgos obtenidos invitan a pensar en una posible segunda etapa de desarrollo investigativo que, de contar con las condiciones adecuadas, tanto institucionales como académicas, podría abordarse en el marco del programa de maestría. Lo que se busca con esta proyección es lograr profundizar en aspectos metodológicos, incorporar estudios de caso con mayor amplitud, y contrastar los hallazgos con evidencias empíricas más robustas.

## Resumen

El siguiente artículo de reflexión busca explorar la astronomía como estrategia pedagógica en el desarrollo del pensamiento crítico y científico en niños, niñas y adolescentes, utilizando como referencia las experiencias del Planetario de Bogotá. A través de un análisis histórico, teórico y práctico, se busca evidenciar cómo la astronomía, gracias a su carácter interdisciplinario, fomenta habilidades esenciales como la observación rigurosa, la resolución de problemas y la reflexión crítica sobre el entorno. Se planea abordar distintas experiencias pedagógicas que se desarrollan en el Planetario de Bogotá, entre estas experiencias podemos encontrar programas como ASTROBEBÉS, el centro de interés en astronomía, los clubes de astronomía, los semilleros, las vacaciones astronómicas, el museo del espacio, talleres y cursos infantiles en general. Estas actividades promueven actitudes favorables para la ciencia desde la primera infancia, también vinculan saberes ancestrales con conocimientos científicos y, de igual manera, combinan la experiencia estética con la reflexión científica en estudiantes de educación básica y media. Los casos que se analizarán pretenden ilustrar cómo la astronomía puede ser una herramienta efectiva para cultivar curiosidad, pensamiento crítico y consciencia ambiental.

***Palabras clave:*** Pensamiento crítico, pensamiento científico, enseñanza de la astronomía, didáctica de la astronomía, Planetario de Bogotá.

## **Planteamiento del problema**

En primer lugar, abordando de lleno la problemática a analizar, es importante empezar mencionando el contexto actual, donde la formación de habilidades cognitivas como el pensamiento crítico y científico se consideran esenciales para enfrentar desafíos complejos, surge la necesidad de explorar estrategias pedagógicas innovadoras. La astronomía, al integrar conocimientos interdisciplinarios y fomentar la observación rigurosa de fenómenos naturales, se posiciona como un campo con un alto potencial para alcanzar este fin. Es por esta razón que el tema de este trabajo es la Astronomía como estrategia para la formación del pensamiento crítico y científico.

Este análisis se centra en comprender **¿Cómo las prácticas educativas del Planetario de Bogotá, institución emblemática en divulgación científica de la ciudad, pueden contribuir a la construcción de pensamiento científico y crítico en niños, niñas y adolescentes?**

Para ello, se propone examinar no solo las metodologías didácticas implementadas desde 2020 — periodo clave por su adaptación a nuevos contextos educativos—, sino también las bases teóricas que sustentan su enfoque, es decir, indagar en la manera en que se enseña la astronomía, en el planetario de Bogotá, y su contribución en el desarrollo del pensamiento crítico y científico en niños, niñas y adolescentes.

Por tal razón surge un interés en identificar y explorar las diferentes experiencias pedagógicas y didácticas relacionadas con la enseñanza de la astronomía que ha llevado a cabo el planetario de Bogotá, desde la temporalidad mencionada anteriormente. Se espera alcanzar este objetivo mediante la deconstrucción de distintas narrativas pedagógicas, identificando la manera en que se articulan principios científicos con procesos reflexivos que van más allá de la memorización. Con

este ejercicio se pretende evidenciar si estas experiencias estimulan la formulación de preguntas fundamentadas, el análisis de evidencias y la confrontación de ideas preconcebidas sobre fenómenos cósmicos.

La investigación pretende así referenciar algunas narrativas científicas y críticas para la enseñanza de la astronomía en las que se inspira el enfoque pedagógico del planetario distrital, y con las cuales busca conectar las prácticas observables con marcos conceptuales críticos, pretendiendo así generar una mirada integral sobre la astronomía como puente entre el asombro por lo desconocido y el rigor metodológico que caracteriza tanto al pensamiento crítico, como al pensamiento científico.

Para finalizar este apartado, se menciona de manera explícita los componentes del planteamiento del problema con el fin de evitar ambigüedades en el por qué y para qué de esta propuesta de investigación.

**Tema:** La Astronomía como estrategia para la formación del pensamiento crítico y científico.

**Pregunta de investigación:** ¿Cómo las prácticas educativas del Planetario de Bogotá, institución emblemática en divulgación científica de la ciudad, pueden contribuir a la construcción de pensamiento científico y crítico en niños, niñas y adolescentes?

Horizontes y trayectorias pedagógicas: Una mirada a los antecedentes de la enseñanza de la astronomía en Colombia.

**Objetivo general:** Indagar la manera en que se enseña la astronomía, en el planetario de Bogotá, y su contribución en el desarrollo del pensamiento crítico y científico en niños y niñas.

**Objetivos específicos:**

- Identificar las diferentes experiencias pedagógicas y didácticas relacionados con la enseñanza de la astronomía que ha llevado a cabo el planetario de Bogotá desde el año 2020 a la actualidad.

- Referencias algunas narrativas científicas y críticas para la enseñanza de la astronomía en las que se inspira el enfoque pedagógico del planetario distrital.

### **Horizontes y trayectorias pedagógicas: Una mirada a los antecedentes de la astronomía en Colombia.**

La enseñanza de la astronomía ha comenzado a consolidarse en Colombia como un campo de innovación educativa, tanto en contextos escolares como no formales. A pesar de que su presencia en el currículo oficial aún es limitada, algunos trabajos de investigación han evidenciado su potencial para articular saberes, fomentar el pensamiento crítico y promover la apropiación social de la ciencia desde una perspectiva interdisciplinar. A continuación, se expondrán algunos de estos trabajos, los cuales han sido referentes para el desarrollo de este texto.

En primer lugar, vale la pena mencionar el artículo de Valderrama, Navarrete, Torres y Vera (2021) el cual ofrece una revisión sistemática de la producción académica sobre la enseñanza de la astronomía en Colombia durante la última década. Los autores identifican que la mayoría de las investigaciones se concentran en los niveles de educación media, y señalan una débil articulación entre la astronomía y otras áreas del saber en los programas escolares. Asimismo, enfatizan en la carencia de formación especializada en astronomía entre el profesorado de ciencias naturales, lo que limita el alcance de algunas propuestas pedagógicas. Este texto nos permite dimensionar los desafíos estructurales que enfrenta la enseñanza de la astronomía en el país. Por otra parte, el trabajo de Tabares Gallego (2022) se enfoca en el uso de la astronomía como herramienta para la formación docente en contextos no formales, particularmente a través del proyecto AstroMAE del Planetario de Medellín. Esta investigación destaca la importancia de

la experimentación cualitativa, la observación del cielo y la resignificación de saberes científicos como estrategias para fortalecer el aprendizaje interdisciplinar y la apropiación de la ciencia desde la experiencia.

Una investigación mucho más relacionada con el ámbito escolar es la investigación de Donato Morales (2020) realizada en el Club de Astro ciencias Atlantis del Colegio Cundinamarca, resalta cómo la astronomía, articulada con enfoques críticos y metodologías participativas, puede ser un medio pertinente y eficaz para la formación del pensamiento crítico. El autor propone una metodología basada en la Reflexión-Acción-Participación (RAP), que permite a los estudiantes vincular los saberes astronómicos con problemáticas sociales y ambientales de su entorno, intentando generar agentes de transformación conscientes de su realidad. Desarrollando una línea similar, el trabajo de Bocanegra Caro (2018) muestra de qué manera la astronomía puede servir como recurso pedagógico para fortalecer el aprendizaje matemático en grado quinto. Su propuesta de unidad didáctica interdisciplinaria integró contenidos astronómicos y matemáticos, apoyándose en la observación del cielo y el uso de recursos visuales y lúdicos. La experiencia demostró una mejora en la motivación y el desempeño de los estudiantes, así como en la articulación efectiva entre distintas áreas del conocimiento.

En el contexto específico del Planetario de Bogotá, la investigación de Cortés Pachón et al. (2018) propone una mirada inclusiva y crítica sobre los procesos de comunicación e interacción entre el personal del Planetario y visitantes en condición de discapacidad. Este trabajo destaca el potencial transformador de la astronomía no solo como saber científico, sino como experiencia cultural, estética y política. De igual manera, se señala la importancia de acompañar este tipo actividades de una mediación pedagógica intencionada y contextualizada.

La intención de los antecedentes aquí expuestos es observar un panorama amplio de experiencias

que han reivindicado el papel de la astronomía reconociendo su potencial como eje articulador de saberes y como medio para el desarrollo de competencias científicas y críticas. Este trabajo intenta articularse a esta línea de investigación, pero pretende aportar una perspectiva propia, centrada en las prácticas educativas del Planetario de Bogotá, con lo cual se busca comprender la manera en que dichas prácticas inciden en la formación de pensamiento crítico y científico en los niños, niñas y adolescentes.

### **Del Cielo Ancestral al Espacio Global: Una Travesía Histórica de la Astronomía en Colombia y el mundo**

A continuación, se planteará una aproximación contextual e histórica relacionada con el campo de la astronomía, con el fin de entender su desarrollo a lo largo de la historia y la complejidad de su proceso constitutivo, el cual permitió a este saber convertirse en ciencia. Igualmente, se intentará analizar su posible relación con el campo de la educación.

#### **Un saber que se convierte en ciencia: La Astronomía como Pilar del Conocimiento Moderno**

Desde tiempos inmemoriales la astronomía ha jugado un papel determinante en la historia de la humanidad, tanta ha sido su influencia que es considerada una de las ciencias más antiguas, por lo tanto, acercarnos al conocimiento del espacio es al mismo tiempo conocer nuestros orígenes y los lazos que nos conectan como especie con el resto de los seres que habitan nuestro planeta. Por esta razón, la posibilidad de observar y aprender del cielo nocturno no solo es un regalo producto de millones de años de evolución del universo, sino que también ha sido la inspiración para múltiples culturas alrededor del mundo.

Para las culturas ancestrales, como la cultura muisca en Colombia, las observaciones astronómicas fueron fundamentales dentro de su estilo de vida, ya fuese para desarrollar calendarios y medir el tiempo, como para organizar la agricultura. Las sociedades antiguas usaban la astronomía no solo en relación con el trabajo agrícola, sino también para rituales religiosos y la navegación (Duque-Escobar, 2017, p. 398). Es así como el estudio del cielo y los movimientos celestes permitió a las civilizaciones avanzar en la medición del tiempo y el entendimiento del cosmos, vislumbrando algunas de las bases para el desarrollo de la ciencia moderna.

La astronomía, como ciencia formal, se consolidó en Europa a partir del Renacimiento, especialmente en el siglo XVII, con el trabajo de figuras relevantes como, Nicolas Copérnico, Galileo Galilei, Johannes Kepler e Isaac Newton, quienes realizaron avances significativos como el perfeccionamiento del telescopio, la creación y consolidación de teorías como las leyes de Kepler, y la Ley de Gravitación Universal de Newton, con lo cual se marca el inicio de la astronomía moderna. (Torres Arango, C. & Duque-Escobar, G, 2023, p. 12). Este saber astronómico, que se convertía en ciencia y por ende nos permitía tener una visión más científica del universo, fue fundamental durante la era de las exploraciones alrededor del mundo debido a que la navegación dependía principalmente de la observación del cielo y de los astros. A partir de la creación de observatorios astronómicos en los siglos XVII y XVIII, como el observatorio de Cádiz y más tarde el Real observatorio de Greenwich, la astronomía adquirió un carácter práctico para la expansión comercial y territorial de las naciones europeas (Duque-Escobar, 2017, p. 399). Pero este no va a ser el único momento histórico en donde la astronomía va a jugar un papel relevante dentro de la geopolítica y la configuración de las relaciones de poder que ordenan el mundo. Esta influencia de la astronomía dentro del orden mundial, tras la segunda guerra mundial, marcará un antes y un después en la manera como nos comunicamos, trabajamos,

estudiamos, amamos y en general la forma como experimentamos la realidad. A mediados del siglo XX, durante la Guerra Fría, la astronomía desempeñó un papel significativo en el contexto de la carrera espacial entre Estados Unidos y la Unión Soviética. Este enfrentamiento no solo se desarrolló en los aspectos político y militar, sino también en lo científico y tecnológico. La exploración espacial se convirtió en una herramienta de poder geopolítico, donde ambas superpotencias intentaban demostrar su superioridad en todos los aspectos y escenarios, incluso fuera de la tierra.

Durante este periodo se va a generar una relación bastante estrecha entre política y astronomía, esta relación se puede observar en el uso de misiones espaciales como símbolos de prestigio nacional y superioridad frente al rival. Tanto los grandes hitos de la exploración espacial soviética, entre los que encontramos el lanzamiento del primer satélite artificial o el primer ser vivo y el primer ser humano en orbitar la tierra, como la llegada del ser humano a la Luna en 1969 por parte de Estados Unidos fueron un claro ejemplo de la manera en que la exploración espacial se convirtió en una extensión de la rivalidad entre ambos bloques. Esto transformó la astronomía en un campo de interés estratégico, ya que los avances en esta área podían tener aplicaciones militares, como el desarrollo de satélites de espionaje y sistemas de defensa basados en el espacio (López-Gómez, 2015, p. 52).

El desarrollo de nuevas tecnologías durante la Guerra Fría, impulsado en gran medida por la carrera espacial, permitió avances científicos que continúan siendo relevantes en la actualidad. Tecnologías como los satélites de comunicación, los sistemas de navegación GPS y las técnicas de telecomunicación fueron, en parte, fruto de esta competencia. La creación de la NASA en 1958 y los posteriores logros espaciales fueron fundamentales para el avance de la ciencia astronómica y tecnológica (López-Gómez, 2015, p. 53).

En términos geopolíticos, la exploración espacial jugó un papel crucial para reconfigurar la percepción del poder mundial. La carrera espacial no solo tenía fines científicos, sino que reflejaba el equilibrio de poder entre las naciones. La caída de la Unión Soviética y el fin de la Guerra Fría llevaron a un nuevo orden global en el cual la cooperación internacional en proyectos astronómicos, como la Estación Espacial Internacional (ISS), comenzó a tener un mayor peso, subrayando la importancia de la diplomacia y la colaboración en la ciencia (Hobsbawm, 2014, citado en López-Gómez, 2015, p. 52).

### **Del calendario muisca al satélite Libertad 1: Trayectoria astronómica en Colombia**

En el territorio que hoy conocemos como Colombia, la astronomía como ciencia formal empezó en la época colonial, este desarrollo estuvo ligado principalmente a la navegación y cartografía. Personajes como Francisco José de Caldas fueron fundamentales en la creación del observatorio astronómico de Bogotá en 1803, considerado un momento sin precedentes del pensamiento ilustrado en el Nuevo Reino de Granada (Duque-Escobar, 2017, p. 425). Este observatorio fue pionero en la región, y no solo representó el inicio formal de la ciencia astronómica en el país, sino que también simbolizó el deseo de integrar a las colonias en el ámbito científico europeo. Personajes relevantes como el “sabio caldas” fueron los primeros en utilizar este observatorio para realizar observaciones astronómicas y meteorológicas, siendo pionero en la determinación de las latitudes y las altitudes del territorio colombiano. (Duque-Escobar, 2017, p. 426)

Este interés por la astronomía en el país se mantuvo activo durante el siglo XIX, aunque estuvo limitado por las condiciones políticas y económicas que surgieron como consecuencia del proceso de independencia del territorio. Sin embargo, hacia finales de siglo y comienzos del siglo XX, la astronomía colombiana empezó a consolidarse con la fundación de instituciones académicas como la Universidad Nacional de Colombia, donde la astronomía y las ciencias

exactas empezaron a jugar un papel importante en la formación de ingenieros y científicos en el país. (Duque-Escobar, 2017, p. 408).

En este contexto de finales de siglo, Colombia experimentó avances notables en astronomía, especialmente bajo la influencia de Julio Garavito Armero, quien llevó a cabo importantes investigaciones en astronomía dinámica. En 1967, el país se unió a la Unión Astronómica Internacional (Torres Arango, C. & Duque-Escobar, G, 2023, p. 17). Este fue un paso clave para el reconocimiento internacional del país en el campo de la astronomía.

A medida que avanzaba el siglo XX, la astronomía se transformó tanto a nivel global como en Colombia, gracias a los avances tecnológicos. En el país, aunque los recursos tecnológicos no eran tan avanzados como en otras partes del mundo, los astrónomos nacionales utilizaron herramientas como el sextante y el cronómetro para determinar coordenadas geográficas y astronómicas con gran precisión (Duque-Escobar, 2017, p. 399). Posteriormente, las tecnologías modernas, como el uso de computadoras para el cálculo astronómico, empezaron a implementarse, lo que mejoró la precisión de las predicciones astronómicas y facilitó la integración de Colombia en proyectos internacionales de astronomía.

Ya para finales del siglo XX con la creación de la Red de Astronomía de Colombia en 1993, y la apertura del primer pregrado en astronomía en 2009 en la Universidad de Antioquia, se dan hitos fundamentales en la historia astronómica del país. En 2007, la Universidad Sergio Arboleda lanzó el satélite conocido como Libertad 1, con lo cual se puede apreciar el avance del país en tecnología aeroespacial (Torres Arango, C. & Duque-Escobar, G, 2023, p. 18).

Actualmente, la única universidad en Colombia que ofrece un programa de pregrado en astronomía es la Universidad de Antioquia, lo que la convierte en pionera en la formación de astrónomos a nivel nacional. Sin embargo, existen otras instituciones que han comenzado a fortalecer la enseñanza en este campo a nivel de posgrado. La Universidad Nacional de

Colombia, por ejemplo, ha ofrecido una maestría en astronomía desde el año 2002, mientras que universidades como la Sergio Arboleda, El Bosque y la Universidad del Valle, en Cali, brindan cursos y diplomados en esta disciplina. Estos esfuerzos, aunque parecen ínfimos, reflejan un avance en la promoción de la astronomía en el país. De igual manera, es indiscutible que aún queda un largo camino por recorrer para consolidar plenamente esta ciencia dentro del ámbito académico y científico en Colombia.

### **Más que estrellas: La astronomía como puente para desafíos del siglo XXI**

La enseñanza de la astronomía en el siglo XXI aparece como un campo atractivo y fundamental para la formación del pensamiento científico en los estudiantes. La astronomía, al tratar temas complejos como el origen del universo, la física de los cuerpos celestes y las leyes del movimiento estimula el razonamiento lógico, la observación con rigurosidad, la resolución de problemas y, no menos importante, el pensamiento crítico. Estos aspectos son fundamentales para desarrollar habilidades científicas en las personas. (Duque-Escobar, 2017, p. 420). De igual manera, podemos entender su importancia en el desarrollo de tecnologías avanzadas y su capacidad para inspirar nuevas generaciones de científicos.

Además, la astronomía tiene un carácter interdisciplinario, conectando áreas del conocimiento como la física, la química, las matemáticas, la filosofía e incluso la geografía, lo que la convierte en una herramienta poderosa para integrar y contextualizar el conocimiento. En un contexto educativo, la astronomía puede ser una herramienta para motivar a los estudiantes a interesarse e inclinarse por carreras científicas y tecnológicas, lo que es esencial en un mundo globalizado que enfrenta retos como el cambio climático y la exploración espacial. (Duque-Escobar, 2017, p. 418).

Teniendo en cuenta este contexto, el pensarse la inclusión de la astronomía en el currículo educativo colombiano aparece como una respuesta sensata y pertinente por varias razones que van más allá del simple conocimiento del cosmos. En primer lugar, la astronomía es una ciencia que fomenta el desarrollo del pensamiento crítico y lógico, ya que requiere que los estudiantes comprendan y analicen fenómenos complejos a través de la observación, el análisis de datos y el uso de modelos matemáticos. En un contexto como el colombiano, donde se ha identificado una deficiencia en el desarrollo de competencias matemáticas y científicas, la astronomía puede convertirse en una herramienta poderosa para subsanar estas falencias (Torres Arango, C. & Duque-Escobar, G, 2023, p. 4).

Igualmente, su carácter interdisciplinar puede permitir a los estudiantes aplicar conceptos abstractos en contextos reales y tangibles, como el movimiento de los planetas o la predicción de eclipses. Esto no solo estimula el interés por las ciencias, como se mencionó anteriormente, sino que también incentiva el desarrollo de la lógica matemática. En un sistema educativo como el colombiano, que ha mostrado grandes falencias en la enseñanza de la matemática y la física, la astronomía puede ser un móvil para que los estudiantes adquieran estas competencias de una manera atractiva, y sobre todo contextualizada (Torres Arango, C. & Duque-Escobar, G, 2023, p. 6).

Otra potencialidad propia de la astronomía se relaciona con que la misma nos permite desarrollar la capacidad de observación, análisis, interpretación y comprensión en general de fenómenos naturales, muchos de los cuales se presentan en la vida cotidiana de las personas (López y Movilla, 2016) esas habilidades a su vez contribuyen en el desarrollo social, pues tienden hacia la construcción de un pensamiento científico que, como se ha venido mencionando, favorece el desarrollo tecnológico de un país y por ende, uno esperaría, la calidad de vida de las personas que

lo habitan. Además, una posible inclusión de la astronomía en el currículo respondería a la necesidad de formar sujetos preparados para los retos del siglo XXI.

El impulso y fortalecimiento de la educación científica es clave para cerrar las brechas que existen actualmente en la educación colombiana, donde los bajos índices de desempeño en matemáticas y ciencias son una constante en las evaluaciones estandarizadas, tanto a nivel nacional como internacional (Torres Arango, C. & Duque-Escobar, G, 2023, p. 17).

Sumado a esto, la crisis climática y medioambiental por la que atravesamos nos podría permitir comprender la importancia de preparar a las futuras generaciones en temas relacionados con la exploración espacial y la sostenibilidad de los recursos que posee nuestro planeta.

En este sentido, la astronomía no solo enriquece el conocimiento científico de los estudiantes, sino que, por una parte, es una herramienta eficaz para desarrollar habilidades analíticas y matemáticas, que son esenciales en la formación de ciudadanos críticos y competentes, y por otra, nos proporciona herramientas y conocimientos que tienen aplicaciones directas en la vida cotidiana. Desde los sistemas de posicionamiento global (GPS) por medio del desarrollo de satélites de navegación y comunicación, hasta la meteorología y el desarrollo de software (Duque-Escobar, 2017, p. 420).

Finalmente, aunque la astronomía no haga parte aún de los currículos de enseñanza en instituciones de educación básica, media y/o vocacional, la enseñanza de la astronomía en Colombia ha tendido a enfocarse en fortalecer el conocimiento sobre el espacio exterior y la tecnología espacial, un campo que ha crecido con iniciativas como la creación de la Comisión Colombiana del Espacio en 2006 (Duque-Escobar, 2017, p. 420). Incorporarla en el currículo es, por tanto, una estrategia educativa que podría contribuir tanto al mejoramiento de la calidad educativa como a la formación de sujetos preparados, capaces de construir una sociedad que logre enfrentar los desafíos del futuro.

## **Aproximación teórica y conceptual: Pensamiento Crítico y Científico en la Enseñanza Astronómica**

En esta sección se buscará plantear las categorías que sirven de ejes conceptuales, las cuales buscan apoyar la lectura e interpretación del trabajo, y se encuentran enmarcadas en la pregunta de investigación. Principalmente se abordarán los términos *Pensamiento crítico, pensamiento científico, enseñanza y didáctica de la astronomía*, desde una perspectiva en la cual se comprenda el porqué de su elección y desde qué mirada se construyen. Esta información se recolectó principalmente de bases de datos como Scielo, ERIC, Dialnet, Doaj, Google Scholar entre otras.

### **Rompiendo esferas de cristal: Astronomía como herramienta de emancipación cognitiva**

En este apartado, se planea abordar el concepto de pensamiento crítico desde sus raíces filosóficas hasta su aplicación en el ámbito educativo. Partiendo de la Escuela de Frankfurt, se busca explorar la manera en que esta corriente ha logrado integrar contribuciones significativas de autores como Kant y Marx, quienes sentaron las bases para un pensamiento orientado al cuestionamiento y a la transformación social. La relación entre pensamiento crítico y educación será examinada, con ejemplos específicos de su utilidad en la enseñanza de la astronomía como herramienta para desarrollar en los estudiantes una visión crítica sobre los conocimientos y las estructuras que los rodean.

La construcción de este concepto se dará desde los postulados propios de la escuela de Frankfurt ya que el pensamiento crítico es un concepto fundamental en la construcción teórica de esta escuela, no obstante es importante mencionar los antecedentes de esta categoría, principalmente desde los aportes realizados por autores como Immanuel Kant y Karl Marx, los cuales resultan

fundamentales para entender la manera en que ha evolucionado esta categoría a lo largo del tiempo, especialmente en las ciencias sociales y la filosofía. Kant y Marx, aunque provienen de tradiciones filosóficas distintas, contribuyen a delinear un concepto de pensamiento crítico que abarca tanto una dimensión epistemológica como una praxis orientada hacia la transformación social (Morales Zúñiga, 2014, p. 4).

En primer lugar, Immanuel Kant es considerado uno de los pioneros en la formalización de la categoría pensamiento crítico desde una dimensión epistemológica. Su obra establece un enfoque introspectivo hacia las capacidades de la razón humana para conocer y juzgar de manera autónoma. En la *Crítica de la razón pura*, Kant explora los límites de la razón, proponiendo que el acto de conocer está sujeto a las condiciones intrínsecas del pensamiento humano. Su enfoque crítico no se centra en los objetos de conocimiento, sino en la estructura misma del conocimiento, examinando hasta qué punto es posible conocer independientemente de la experiencia. En este sentido, Kant plantea que la crítica de la razón es una herramienta fundamental para evaluar y, posteriormente, afinar el pensamiento filosófico, lo cual subraya la importancia de la autoevaluación en el proceso crítico (Morales Zúñiga, 2014, p. 6).

En un segundo lugar, Karl Marx, amplía la noción de pensamiento crítico más allá de la dimensión epistemológica abordada por Kant y lleva esta categoría al ámbito de la praxis social. Para Marx, la crítica no solo debe abordar los procesos cognitivos, sino también debe aplicarse en la esfera social con el fin de cuestionar las estructuras económicas y políticas que la conforman. Su enfoque construido desde el materialismo histórico permite que el pensamiento crítico funcione como un análisis de las condiciones materiales de existencia, en donde aparecen elementos como la explotación y desigualdad, los cuales caracterizan a las sociedades capitalistas. Marx considera que el pensamiento crítico tiene un gran potencial transformador, como se puede ver plasmado en sus famosas tesis sobre Feuerbach: "Los filósofos no han hecho

más que interpretar de diversos modos el mundo, pero de lo que se trata es de transformarlo" (Marx, 1995, citado en Morales Zúñiga, 2014, p. 7). Esta afirmación es clave para comprender la dimensión práctica del pensamiento crítico en Marx, que se orienta hacia la emancipación y el cambio social mediante una comprensión crítica de la realidad.

Ambos enfoques, tanto el de Kant como el de Marx, presentan la categoría de pensamiento crítico como una herramienta para el cuestionamiento. Sin embargo, mientras que Kant enfoca su crítica en la estructura del conocimiento y los límites propios de la razón, Marx ve la crítica como un medio para la liberación social. Esta diferencia radica, principalmente, en sus objetivos: por su parte, Kant busca entender las condiciones del conocimiento humano, mientras que Marx persigue transformar las condiciones materiales de existencia. Según Morales Zúñiga (2014), una integración fructífera del pensamiento crítico ideal sería aquella que conjugue la crítica epistemológica kantiana con la crítica social marxista, permitiendo un enfoque integral que abarque tanto el entendimiento como la acción (p. 8).

Teniendo en cuenta el bagaje construido con anterioridad por estos autores, la escuela de Frankfurt implementará dentro de sus estudios esta categoría del pensamiento crítico como un pilar fundamental dentro de su construcción teórica, definiéndola como la capacidad de los individuos para cuestionar, analizar y transformar las estructuras sociales, económicas y políticas dominantes. Según Horkheimer y Adorno, el pensamiento crítico se opone a la teoría tradicional que, al centrarse en la racionalidad instrumental, busca explicar la realidad de manera objetiva y neutral, manteniendo el *status quo* y las relaciones de poder existentes (Wiggershaus, 2016, p. 4). Por su parte, la teoría tradicional pretende ser desinteresada, así disfrace o suprima los intereses que la guían (Wiggershaus, 2016, p. 4) en contra posición a la teoría crítica, la cual busca emancipar a los individuos al hacer visibles las contradicciones y los mecanismos de dominación presentes en la sociedad. Según esta perspectiva, el pensamiento crítico no se limita a la

descripción pasiva de la realidad, sino que está profundamente ligado a la praxis, es decir, a la acción transformadora de los sujetos sociales. Adorno y Horkheimer afirman que la teoría crítica debe ser un “proyecto emancipador” que permita a los sujetos “penetrar las falsificaciones ideológicas” y reconocer las “contradicciones implícitas en su experiencia material” (Santacruz Guerrero, 2013, p. 18). En el contexto educativo de la enseñanza de la astronomía, esto significa que esta ciencia puede ser una herramienta para que los estudiantes desarrollen una visión crítica de su entorno, de los conocimientos que reciben y de las estructuras de poder que los condicionan.

No obstante, autores como Jürgen Habermas han señalado que este tipo de racionalidad propuesta desde la teoría tradicional, denominada racionalidad técnico-instrumental, ha llegado a dominar las sociedades contemporáneas, orientando el conocimiento y la ciencia hacia fines exclusivamente pragmáticos en términos capitalistas. Habermas critica esta racionalidad como una forma de dominio ideológico que deshumaniza al sujeto, reduciendo la acción humana a la lógica de la eficiencia y el control técnico. En respuesta, Habermas propone una razón emancipadora, que se vincula con la crítica y la autorreflexión, y cuyo objetivo es liberar al sujeto de las estructuras de poder que lo alienan, devolviendo a la ciencia y la tecnología un papel ético y liberador (Delgado de Colmenares, 2002, pp. 5-12).

Por ende, podríamos afirmar que la teoría crítica, mediante el desarrollo del pensamiento crítico, se enfoca en la manera en que la educación puede ser una herramienta transformadora. La enseñanza de la astronomía, desde esta perspectiva, no debe limitarse a la transmisión de conocimientos técnicos sobre el cosmos, sino que debe ser una vía para fomentar el pensamiento crítico en los estudiantes. Al observar y estudiar el universo, las personas pueden cuestionar su lugar en él, así como las ideas preconcebidas sobre la ciencia y la tecnología. La astronomía puede, de esta manera, contribuir a que los estudiantes reflexionen sobre temas más amplios, al

enseñar astronomía de manera crítica, se puede conectar el conocimiento científico con las problemáticas actuales, como el cambio climático, la exploración espacial o el uso sostenible de los recursos naturales. Esto convierte a los estudiantes en actores conscientes de los desafíos globales y les ofrece herramientas para participar en su posible solución.

Para la Escuela de Frankfurt, el pensamiento crítico es fundamental porque permite a los sujetos romper con las formas de pensamiento hegemónicas que perpetúan la opresión y la explotación.

La crítica que desarrollan autores como Adorno y Horkheimer apunta a desenmascarar la ideología dominante, que, a través de la cultura y los medios de comunicación, manipula a las masas y las mantiene en un estado de conformidad (Palacio Díaz, 2020, p. 419) En la enseñanza de la astronomía, esto implica analizar críticamente la manera en que los avances tecnológicos y científicos en el espacio están al servicio de ciertos intereses políticos y económicos, en lugar de ser un bien común para toda la humanidad.

A continuación, se presenta un cuadro comparativo entre el pensamiento crítico y la pseudoracionalidad con el fin de comprender la manera en que se construyen nuevos mecanismos de control, alienación y reproducción del status quo desde las industrias culturales.

**Tabla 1**

*Pseudo racionalidad vs Pensamiento Crítico*

<b>Categoría</b>	<b>Industrias Culturales y Pseudo racionalidad</b>	<b>Pensamiento Crítico</b>
<b>Objetivo principal</b>	Mantener el <i>statu quo</i> mediante la homogenización cultural y la reproducción de ideologías dominantes (Adorno & Horkheimer, 2003, p. 167).	Cuestionar estructuras de poder y buscar la emancipación social mediante la reflexión dialéctica (Adorno, 1983, p. 318).

<b>Relación con el individuo</b>	Alienación: el sujeto es reducido a un "objeto de medidas administrativas" (Adorno, 2001, p. 13), dependiente de productos estandarizados (ej: horóscopos).	Autonomía: el arte auténtico exige un "esfuerzo espiritual" para alcanzar la obra, no al revés (Rey Morató, 2004, p. 44).
<b>Tipo de racionalidad</b>	<i>Pseudorracionalidad:</i> combinación de consejos banales ("sé prudente") con autoridad mística ("los astros lo dictan") (Adorno, 1962, p. 4 del archivo <i>Superstición...</i> ).	<i>Razón dialéctica:</i> integra crítica social y rechaza la instrumentalización de la razón (Adorno, 1983, p. 77).
<b>Cultura y arte</b>	Mercantilización del arte: "testimonio del fracaso de la cultura" (Rey Morató, 2004, p. 41). Ej: música comercial como "arte inferior".	Arte auténtico: "heridas sociales" que exponen el contenido histórico de su tiempo y buscan la emancipación social (Adorno, 1983, p. 326). Ej: Guernica (Adorno, 1984, p. 153).
<b>Visión de la libertad</b>	<i>Libertad ilusoria:</i> elecciones prediseñadas (ej: horóscopos como "guiño autoritario") (Adorno, 1962, p. 7).	<i>Libertad emancipadora:</i> La relación con el arte no supone posesión, sino todo lo contrario, el sujeto desaparece en la obra de arte y se vuelve universal (Rey Morató, 2004, p. 43).

Adorno analiza la astrología como un fenómeno paradigmático de la pseudorracionalidad.

En *Superstición de segunda mano* (1962), destaca la manera en que los horóscopos combinan consejos banales como el "sé prudente" con una autoridad mística "los astros lo ordenan", creando una ilusión de control sobre un destino socialmente opresivo. Esta dinámica refleja la estrategia de las industrias culturales, las cuales buscan cosificar lo irracional para neutralizar la crítica. La astrología no solo vende respuestas simplistas, sino que naturaliza la dependencia al

presentar la sumisión -a superiores, al mercado, etc.- como un "destino cósmico". Así, funciona como un mecanismo de adaptación que evita cuestionar las estructuras de poder reales. Esta dinámica refleja la manera en que la cultura de masas "expropia la conciencia" (Rey Morató, 2004, p. 55), reduciendo al individuo a un consumidor pasivo que internaliza roles jerárquicos como un destino cósmico.

De igual manera, para Adorno, la comparación entre astrología y astronomía no es solo una disputa epistemológica, sino un reflejo de la lucha entre dominación y emancipación. Mientras la astrología encapsula la resignación ante un destino prefabricado, la astronomía, en su forma crítica, simboliza la posibilidad de entender y transformar el mundo. En un contexto donde las industrias culturales fomentan la pseudorracionalidad, el pensamiento crítico se vuelve un acto de resistencia que nos ayuda a cuestionar tanto los horóscopos que nos dicen "cómo vivir" como las tecnologías que nos vigilan sin preguntar "para qué".

Por otra parte, Adorno nos advierte sobre el impacto negativo de las creencias pseudocientíficas en el desarrollo del pensamiento racional. La astrología, aparece como un ejemplo constante dentro de su análisis. Este conjunto de creencias representa para Adorno una "superstición de segunda mano", una forma de irracionalidad que, aunque se presenta como conocimiento, en realidad se adapta a las necesidades y deseos del individuo sin exigir un análisis crítico real. En el capítulo 14 de los escritos sociológicos, "Superstición de segunda mano", Adorno expone la manera en que los individuos recurren a la astrología porque busca satisfacer una necesidad psicológica, no precisamente por su validez como creencia. Quienes adoptan este conjunto de tradiciones lo hace sin pasar por el filtro del cuestionamiento o la verificación racional. (Adorno, 1962, p.12)

En contraste a lo anterior, la enseñanza de la astronomía en edades tempranas puede proporcionar un enfoque que se basa en la evidencia y en el método científico, con lo cual se busca que los

estudiantes comprendan la manera en que el conocimiento del universo se construye a través de observación y razonamiento. Este proceso de enseñanza puede ser fundamental para que los niños y niñas desarrollen la habilidad de cuestionar creencias que les han sido infundadas, con lo cual se estaría promoviendo una independencia cognitiva que Adorno consideraba esencial para una sociedad emancipada de las "pseudorracionalidades" que alienan la mente.

La preponderancia de estas creencias prevalece debido a una falta de cuestionamiento crítico por parte de las personas, esto conlleva a que se acepten explicaciones simplistas o la superstición en lugar de una construcción profunda del entendimiento sobre determinado fenómeno. Esto se refleja en su crítica a la astrología como una forma de "adaptación a las necesidades reales" de la sociedad, donde las personas, en vez de buscar un conocimiento riguroso, prefieren el consuelo superficial de interpretaciones prediseñadas y simples. (Adorno, 1962, p.20)

Desde esta perspectiva, el pensamiento crítico no solo es visto como una herramienta de análisis, sino también es un medio para fomentar la autonomía del sujeto. En palabras de Habermas, el pensamiento crítico debe permitir a los individuos reconocer su papel como agentes históricos capaces de transformar las condiciones sociales en las que viven (Mate, 2000, p. 43) Esto implica que el desarrollo del pensamiento crítico no se reduce al ámbito académico o teórico, sino que tiene una dimensión práctica y política que busca la emancipación y la justicia social. Al estudiar astronomía, los estudiantes no solo adquieren conocimientos científicos, sino que también aprenden a cuestionar y reflexionar sobre el papel que juega la ciencia a la hora de construir una sociedad más justa.

En consecuencia, con lo anterior, se puede afirmar que, en el mundo actual atravesado por múltiples problemáticas de tipo ambiental, defensa de la biodiversidad, adaptabilidad al cambio climático, etc. Resulta importante la formación de este pensamiento crítico en los jóvenes como

una respuesta a los prejuicios sociales y políticos que se divulgan a través de los medios de comunicación. Por ejemplo, el terraplanismo, el negacionismo con relación al cambio climático, la globalización neoliberal y sus lógicas de explotación y depredación, el auge de ideologías fascistas y xenóforas, etc.

El pensamiento crítico puede fomentar una educación más profunda y reflexiva, que no solo transmita conocimientos científicos, sino que también prepare a los estudiantes para enfrentar los desafíos sociales y políticos de nuestro tiempo. Desde la enseñanza de la astronomía podríamos promover la autonomía del sujeto, un elemento fundamental para la formación del pensamiento crítico, con el fin de llevar a los propios sujetos a la autoconciencia de las condiciones sociales que los rodean, fomentando aún más el papel transformador que poseen estos agentes de cambio (Mate, 2000, p. 45). Esto se puede lograr a través de una educación astronómica, donde los docentes tienen la oportunidad de desarrollar actividades que inciten a los estudiantes a observar, formular preguntas y buscar respuestas a través de experimentación y verificación empírica. Este tipo de enseñanza activa e investigativa se contrapone al enfoque pasivo y acrítico que Adorno critica en las supersticiones, proponiendo en su lugar una educación que fomente en el estudiante el hábito de cuestionar y de no aceptar de manera automática las explicaciones populares.

### **De la curiosidad al método: Forjando mentes científicas bajo el cielo de Bogotá**

El pensamiento científico es un proceso que implica el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior, tales como la observación, la experimentación, el análisis crítico y la argumentación. A diferencia de otros enfoques de enseñanza tradicionales que se centran en la memorización de hechos, el pensamiento científico busca formar en los estudiantes una actitud proactiva hacia la solución de problemas, basada en el razonamiento lógico y la evidencia empírica (Santos, 2003, p.11). Este tipo de pensamiento no se restringe exclusivamente a las

ciencias naturales o matemáticas, sino que se extiende a cualquier área del conocimiento que promueva la indagación sistemática, la construcción de hipótesis, el análisis crítico y la toma de decisiones informadas.

A través de la historia, la ciencia se ha desarrollado como una herramienta para comprender el mundo, estructurándose sobre la base de la razón instrumental y técnico-científica, que busca eficiencia y control sobre el entorno natural y social. Pero es importante desligar al pensamiento científico de su carácter meramente técnico-cientificista, y abordarlo desde la mirada emancipadora que Habermas (1986) le da a la razón. Esta razón emancipadora está profundamente conectada con la idea de un conocimiento que no se limita a ser instrumental, sino que tiene un interés liberador, orientado a la transformación social (Habermas, 1986).

El desarrollo del pensamiento científico requiere no sólo el conocimiento de teorías y conceptos, sino también la incorporación de habilidades como la argumentación, la experimentación y el trabajo colaborativo, lo cual permite a los estudiantes enfrentarse de manera crítica y reflexiva a los desafíos de su entorno cotidiano (Mosquera, 2008, p.17). En el contexto educativo, fomentar el pensamiento científico es clave para preparar a los estudiantes a enfrentarse a un mundo cada vez más complejo y tecnológicamente avanzado, donde la resolución rápida de problemas es esencial. A través de la implementación de estrategias pedagógicas innovadoras, es posible vincular este tipo de pensamiento con la vida cotidiana y el contexto escolar, contribuyendo así al fortalecimiento de competencias críticas, reflexivas y proactivas (Adúriz-Bravo, 1999, p.15).

De igual manera, el pensamiento científico se puede definir de una manera más concreta como, la capacidad de generar conocimientos a partir de la observación, la formulación de preguntas y la habilidad para anticipar y explicar fenómenos. Según Dino Segura (2013), el pensamiento científico "se caracteriza por ciertas conductas y disposiciones imprescindibles, como la capacidad para elaborar preguntas y sorprenderse, la habilidad para encontrar relaciones entre

aspectos aparentemente distantes o distintos, la confianza en los otros y la necesidad de comunicarse con ellos" (Segura, 2013, p. 132). En el ámbito de la enseñanza de la astronomía, esta capacidad se amplifica, ya que el estudio del universo no solo provoca asombro en los estudiantes, sino que también, al enseñarse de manera crítica, les plantea retos intelectuales que requieren habilidades de análisis, predicción, relacionamiento y síntesis.

El desarrollo del pensamiento científico desde la infancia es crucial para fomentar el aprendizaje a largo plazo. En este contexto, la astronomía puede ser una excelente herramienta educativa. En los primeros años de vida, el pensamiento científico se manifiesta en la capacidad de los niños para establecer patrones, hacer conexiones y anticipar acontecimientos, algo que la observación del cosmos y los fenómenos astronómicos facilita de manera natural. Los niños que participan en actividades de observación astronómica pueden aprender a formular preguntas, como ¿Por qué las estrellas se mueven?, y a buscar explicaciones lógicas para esos fenómenos. Esto les ayuda a "anticiparse a los acontecimientos" y a desarrollar confianza en sí mismos al enfrentar problemas y buscar soluciones (Segura, 2013, p. 131). En contra posición, las creencias infundadas como la astrología, no solo desvían a los individuos de una comprensión científica del mundo, sino que además termina perpetuando una pasividad cognitiva, es decir, una dependencia de lo externo para explicar el sentido de la propia realidad.

Con el fin de evitar dicha perpetuación, el desarrollo del pensamiento científico en las escuelas se podría potenciar cuando la astronomía se integra como parte del currículo. Carrillo (2012) señala que uno de los retos en la enseñanza es ir más allá de la simple transmisión de conocimientos y promover "la experimentación y el debate, que aproximen a la solución de problemas y la toma de decisiones" (Carrillo, 2012, p. 14). La astronomía, como ciencia interdisciplinaria, ofrece a los estudiantes la oportunidad de aplicar conceptos de diversos campos del conocimiento, lo que favorece la capacidad de resolver problemas complejos. Además, la enseñanza de la astronomía

fomenta el pensamiento crítico, ya que los estudiantes deben interpretar datos de observaciones astronómicas, formular hipótesis e incluso comprobarlas mediante la experimentación.

Asimismo, la innovación pedagógica, que puede generarse por medio de la implementación de la astronomía en los currículos, es clave para fomentar el pensamiento científico y alentar el desarrollo de la razón emancipadora. Ya que esta busca superar la dominación que impone la racionalidad técnica, promoviendo una praxis comunicativa y crítica que permita la reflexión sobre las condiciones sociales que oprimen a los sujetos. Esto implica la creación de ambientes educativos que favorezcan la creatividad, la curiosidad y el protagonismo del estudiante. Segura subraya que es fundamental evitar que la educación se base exclusivamente en la repetición y la memorización, y que en su lugar se fomenten "el aprendizaje por descubrimiento o por invención" (Segura, 2013, p. 133). En la astronomía, esto se traduce en actividades como la observación directa del cielo, la construcción de modelos del sistema solar o la simulación de fenómenos astronómicos, que permiten a los estudiantes participar activamente en los procesos de aprendizaje. Así, el pensamiento científico se desliga de su carácter meramente instrumental, y se transforma en una herramienta no sólo para conocer y controlar el entorno, sino también para cuestionar las estructuras sociales y políticas que limitan la autonomía y el desarrollo pleno del ser humano.

### **De los mitos estelares al método científico: La astronomía como catalizador de mentes críticas en el siglo XXI**

La astronomía ofrece un contexto ideal para cultivar el pensamiento científico, integrando aspectos de observación, exploración y análisis de fenómenos naturales que fomentan la curiosidad y el enfoque sistemático en los estudiantes. En este apartado, se presentarán los beneficios de la astronomía en el desarrollo de una comprensión profunda y significativa de la

ciencia y se examinará la manera en que esta disciplina puede motivar a los estudiantes a cuestionar y entender mejor el universo y su relación con él.

La astronomía, al estar centrada en la observación y la interpretación de fenómenos naturales, nos permite trabajar dentro de un contexto ideal para el desarrollo del pensamiento científico.

Estudiar el cosmos no solo fomenta en los estudiantes una actitud de curiosidad, sino que también nos ofrece la implementación de un enfoque metódico que es fundamental para el avance del conocimiento científico. Además, la astronomía nos sirve como herramienta para introducir a los estudiantes en conceptos fundamentales como la teoría heliocéntrica, las leyes de Kepler y la gravitación universal, los cuales podrían considerarse pilares fundamentales dentro del pensamiento científico moderno. Carrillo destaca que la experimentación y el debate en el aula ayudan a desarrollar en los estudiantes competencias cognitivas superiores (Carrillo, 2012, p. 15).

Por otra parte, la diferencia esencial entre astrología y astronomía se convierte en una excelente herramienta pedagógica. Mientras la astrología es una práctica sin base científica que asocia el comportamiento humano a los astros, la astronomía, como ciencia, se basa en el estudio empírico de los cuerpos celestes y sus interacciones. Este contraste nos permite comprender la manera en que la astronomía representa el potencial de la razón ilustrada para emancipar al ser humano mediante el conocimiento objetivo. Sin embargo, Adorno advierte que, en el capitalismo avanzado, incluso la ciencia puede caer en la razón instrumental: reducirse a una herramienta de dominio técnico, desconectada de la reflexión ética. Por ejemplo, si la astronomía se limita a calcular órbitas para satélites de vigilancia (sin cuestionar su uso político), pierde su carácter crítico y se alinea con la lógica de control de las industrias culturales. La ciencia auténtica, para Adorno, debería ser dialéctica, integrando la crítica social en su práctica, un ejemplo de esto sería el denunciar la manera en que la tecnología espacial sirve a intereses militares o comerciales.

Es importante comprender que la astrología no es un error individual, sino un reflejo de la

irracionalidad sistémica. En un mundo donde el destino colectivo parece regido por fuerzas incomprensibles, como pueden ser los mercados financieros o las crisis climáticas, los individuos recurren a "explicaciones" mágicas para aliviar su angustia. Las industrias culturales explotan esta necesidad, vendiendo la astrología como un sucedáneo de agencia, en donde "elegir" un horóscopo da la ilusión de control, mientras se obedece a un sistema opresivo que niega la autonomía real. Así, la astrología actúa como "opio social", similar a la religión en Marx, pero adaptado a la era del consumo masivo.

A continuación, se presenta un cuadro en donde se explica, desde la crítica de Adorno, esta contraposición entre pseudoracionalidad, encarnada en la astrología, y ciencia crítica, reflejada en la astronomía.

**Tabla 2**

*Astrología vs Astronomía*

<b>Categoría</b>	<b>Astrología (Pseudoracionalidad)</b>	<b>Astronomía (Ciencia Crítica)</b>
<b>Base epistemológica</b>	<i>Pseudociencia:</i> "La astrología [...] recurre a fuerzas cósmicas indeterminadas [...] contradichas crasamente por la astrofísica moderna" (Adorno, 1962, p. 3).	<i>Ciencia empírica:</i> La astronomía estudia fenómenos celestes mediante observación, experimentación y lenguaje matemático (Adorno, 1962).
<b>Función social</b>	<i>Consuelo alienante:</i> "La astrología [...] ofrece respuestas ilusorias a problemas sociales, reforzando dependencia" (Adorno, 1962, p. 5).	<i>Conocimiento crítico:</i> "La astronomía [...] podría emancipar, pero se instrumentaliza como técnica de dominio" (Adorno & Horkheimer, 2003, p. 53).

<b>Relación con el individuo</b>	<i>Infantilización</i> : "El horóscopo [...] presupone debilidad del yo e impotencia social real" (Adorno, 1962, p. 7).	<i>Empoderamiento</i> : "La ciencia auténtica exige cuestionar [...] las estructuras de poder" (Adorno, 1983, p. 318).
<b>Vinculación con industrias culturales</b>	<i>Mercantilización de lo irracional</i> : "La astrología [...] se convierte en institución cosificada [...] como producto de consumo masivo" (Adorno, 1962, p. 3).	<i>Cientificismo</i> : Mediante el análisis y reflexión de la ciencia sobre sí misma se evita caer en la pseudo cultura (Adorno, 1962)
<b>Ejemplo textual</b>	"La astrología [...] es un fenómeno de masas de superstición secundaria [...] que normaliza la adaptación a lo existente" (Adorno, 1962, p. 3).	"La astronomía contradice de forma crasa la fe en la astrología [...] pero se la instrumentaliza para fines técnicos" (Adorno, 1962, p. 4).

Frente a la pseudorracionalidad de la astrología y la razón instrumental de la astronomía, Adorno señala que la tarea consiste en recuperar el arte y la ciencia como herramientas de emancipación, no de control. Como escribió en *Dialéctica de la Ilustración*: "La Ilustración, al renunciar a la reflexión sobre sí misma, firma su propia condena" (Adorno & Horkheimer, 1944/2003, p. 53). Es por tal razón que tanto el pensamiento científico como el pensamiento crítico deben denunciar la pseudorracionalidad de la astrología y su función alienante, con el fin de recuperar el potencial emancipador de la ciencia, vinculándolo a proyectos de justicia social. Solo así se evita que la razón ilustrada, como advierte en *Dialéctica de la Ilustración*, se convierta en un nuevo mito. Por otra parte, desde la enseñanza de la astronomía, se pueden plantear actividades que muestren a los estudiantes cómo se han desarrollado mitos y supersticiones alrededor de los astros, a la par que se exponen los fundamentos científicos de la astronomía, resaltando cómo esta se apoya en la

observación y en el método científico para adquirir conocimiento.

Por ejemplo, en lugar de simplemente desestimar la astrología como falsa, los docentes pueden guiar a los estudiantes a investigar por qué algunas personas creen en el horóscopo y cómo se construyen las afirmaciones astrológicas. A partir de esta comparación, los niños pueden descubrir por sí mismos la manera en que la astronomía ofrece respuestas basadas en pruebas mientras la astrología se sustenta en generalizaciones y en patrones ambiguos, como los horóscopos que Adorno define como una "pseudorracionalidad" por su aparente lógica que, en realidad, no está conectada con la realidad empírica.

Teniendo en cuenta lo anterior podríamos afirmar que, el pensamiento científico, en combinación con la enseñanza de la astronomía, ofrecen una oportunidad única para desarrollar en los estudiantes una comprensión profunda del mundo de manera contextualizada, esto debido a que la astronomía no solo fomenta el pensamiento crítico y el análisis lógico, sino que también permite a los estudiantes aplicar estos conocimientos en un contexto más amplio y cercano, lo que les ayuda a tomar decisiones informadas y a participar activamente en la construcción de la sociedad. El enfoque interdisciplinario y práctico de la astronomía en la educación formal promueve el desarrollo integral de los estudiantes, preparándolos para enfrentar los desafíos del siglo XXI.

### **Pedagogía estelar: Freire, Dewey y la construcción del conocimiento astronómico**

La enseñanza, como proceso complejo, requiere una aproximación que abarque múltiples perspectivas. En este apartado, se analizarán los conceptos de enseñanza a partir de las propuestas de Paulo Freire y John Dewey, quienes defienden una educación centrada en el estudiante, basada en la experiencia y la interacción. Estos enfoques resaltan la enseñanza como una vía para el empoderamiento y el aprendizaje significativo, de igual manera se buscará señalar cómo estos

principios en la enseñanza de la astronomía pueden ayudar a fomentar en los estudiantes el pensamiento crítico y la participación activa en su aprendizaje.

La enseñanza es un proceso complejo que puede ser analizado desde diversas perspectivas, en este marco teórico se construirá el concepto a partir de los postulados de Paulo Freire y John Dewey, se abordará la enseñanza desde la disciplina formal, la educación como desarrollo, y la educación problematizadora. El análisis de la enseñanza desde estas perspectivas trata de revelar la complejidad del proceso educativo. Estos enfoques buscan ofrecer marcos de análisis valiosos con el fin de entender la manera en que se produce el aprendizaje, por lo cual la enseñanza contextualizada y colaborativa van a ser relevantes para promover un ambiente de construcción conjunta del conocimiento. Al aplicar estos principios a un contexto de educación en astronomía, se busca promover un aprendizaje significativo, activo y crítico, adaptado a las necesidades y capacidades de los estudiantes.

Podríamos decir que, desde sus postulados, tanto Freire como Dewey proponen enfoques que subrayan la enseñanza como un medio para la emancipación y la participación democrática. Paulo Freire, plantea una visión crítica de la enseñanza. Para él, la enseñanza tradicional es una "educación bancaria", donde el docente deposita conocimientos en los estudiantes, quienes los reciben pasivamente. Freire propone, en consecuencia, una enseñanza dialógica, donde ambos, estudiante y docente, son co-creadores del conocimiento a través de un diálogo continuo (Freire, 1970). Este enfoque considera a la educación como un proceso de liberación, en el que el educando adquiere conciencia crítica y empoderamiento.

John Dewey, considera la enseñanza como un proceso basado en la experiencia y la reflexión. Dewey argumenta que el proceso de enseñanza debe estar estrechamente vinculado a las experiencias del estudiante, lo que permite que el aprendizaje sea relevante y significativo.

(Dewey, 1995). Además, resalta que la educación debe promover la participación activa en la vida democrática, fomentando el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

### **Teoría de la Disciplina Formal, educación como desarrollo y educación problematizadora**

Este apartado se centra en tres perspectivas educativas que destacan por su enfoque en el desarrollo de habilidades y en aprendizaje contextualizado, donde se busca adaptar el aprendizaje a las necesidades de los estudiantes. Se analizará la manera en que estas teorías pueden aplicarse a la enseñanza de la astronomía para fomentar la autonomía y la participación activa en el proceso educativo. Desde el enfoque de la disciplina formal hasta la educación problematizadora, cada modelo propone estrategias que, al aplicarse en la enseñanza y aprendizaje de la astronomía, permiten a los estudiantes explorar, experimentar y reflexionar críticamente sobre el conocimiento que adquieren.

La teoría de la disciplina formal sostiene que la educación debe centrarse en el desarrollo de poderes específicos a través de la práctica reiterada. Este enfoque considera que la educación tiene como objetivo cultivar ciertas habilidades que ya están presentes en una forma no desarrollada. Según Dewey (1995), "una persona adiestrada es la que puede hacer las cosas principales que son importantes para ella mejor que podría hacerlas sin un adiestramiento" (Dewey, J., 1995, p. 67). Este enfoque implica que la educación debe ir directamente a adiestrar estas habilidades, lo que sugiere que el aprendizaje es un proceso de refinamiento de capacidades ya existentes.

La educación también puede ser vista como un proceso de desarrollo interno, donde el crecimiento personal es fundamental. Esta perspectiva se opone a la idea de que la educación debe ser meramente preparatoria para futuros deberes. Se argumenta que "la idea de que la educación es un desenvolvimiento desde dentro parece tener más semejanza con la concepción

del crecimiento" (Dewey, J., 1995, p. 67). Este enfoque enfatiza la importancia de las experiencias inmediatas y la interacción con el entorno, sugiriendo que el aprendizaje debe ser contextual y relevante para el estudiante.

La educación problematizadora, en contraste con la concepción "bancaria" de la educación, promueve un enfoque dialógico donde educador y educandos participan activamente en el proceso de aprendizaje. Freire (1969) sostiene que "nadie se educa a sí mismo—, los hombres se educan entre sí con la mediación del mundo" (p. 69). Este enfoque implica que el conocimiento no es un depósito que se transfiere de un educador a un educando, sino un proceso colaborativo de construcción de significados.

La relación entre educador y educando es fundamental para el aprendizaje efectivo. El educador debe ser un facilitador que promueva la curiosidad y el pensamiento crítico. "El maestro debe estar ocupado, no con la materia de estudio en sí misma, sino en su interacción con las necesidades y capacidades presentes del alumno" (Dewey, J., 1995, p. 160). Esto implica que la enseñanza debe ser adaptativa y centrada en el estudiante, fomentando un ambiente de aprendizaje activo y participativo.

### **Constelaciones culturales: Astronomía arraigada en la cotidianidad**

En este apartado se busca enfatizar en la relevancia del contexto social y cultural en el proceso de enseñanza, destacando la manera en que la educación contextualizada puede transformar la experiencia de aprendizaje para los estudiantes. Con ejemplos enfocados a la astronomía, como la relación entre las culturas y las constelaciones, se ilustrará cómo el aprendizaje vinculado al contexto de vida de los estudiantes promueve el aprendizaje significativo y el interés por el contenido. Este enfoque resalta la necesidad de conectar los fenómenos astronómicos y los conceptos científicos con las realidades cotidianas y culturales de los estudiantes.

El contexto social y cultural es crucial en el proceso educativo. La enseñanza debe ser relevante y conectada a las experiencias de vida de los estudiantes, lo cual es particularmente significativo en disciplinas como la astronomía, donde diferentes tipos de fenómenos pueden ser interpretados de maneras muy diferentes según el contexto cultural. Por ejemplo, enseñar sobre las constelaciones adquiere un nuevo significado si los estudiantes comprenden que diferentes culturas, como la maya o la griega, las interpretaban de formas únicas y atribuían distintos valores y narrativas a los mismos patrones estelares.

Como sugiere Dewey (1995), "la materia de estudio organizada representa el fruto maduro de experiencias semejantes a la suya" (p. 160). Esto indica que la educación debe estar profundamente enraizada en la realidad social de los educandos, permitiendo que el aprendizaje sea significativo y aplicable a su vida diaria. En relación con la astronomía, se podría conectar, por ejemplo, el estudio de la rotación y la traslación de la Tierra con fenómenos cotidianos como el cambio de estaciones o el ciclo del día y la noche, resaltando la manera en que estos fenómenos astronómicos afectan actividades diarias, que van desde la agricultura hasta diversas festividades o ritos culturales.

Por su parte, Freire argumenta que la educación no puede ser un acto aislado, sino que debe estar profundamente enraizada en la realidad social, cultural y económica de los estudiantes. Esto implica que el contenido educativo no solo debe ser relevante, sino que también debe tener sentido dentro del marco de experiencias personales de los estudiantes. Según Freire, "la educación auténtica no se hace de A para B o de A sobre B, sino A con B, con la mediación del mundo" (Freire, 1970, p. 54). Aplicando esta idea al campo de la enseñanza de la astronomía, enseñar sobre temas como la exploración espacial puede adquirir un sentido especial si se conecta con los avances tecnológicos cercanos a la cotidianidad de los estudiantes o con los sueños y aspiraciones que puedan tener los educandos en relación con la construcción y aportes a la

ciencia en el futuro.

Freire también critica la concepción "bancaria" de la educación, donde el educador deposita información en los educandos sin considerar su contexto. Desde esta perspectiva bancaria, "los educandos son vistos como seres de la adaptación, del ajuste" (Freire, 1970, p. 52). Por ejemplo, enseñar a los estudiantes la información básica sobre el sistema solar sin conectar ese conocimiento a preguntas o curiosidades cercanas a su realidad limita su interés y capacidad crítica, haciendo que perciban el conocimiento como algo impuesto. Esta visión descontextualizada tiende a limitar la capacidad crítica de los estudiantes, perpetuando la opresión y la pasividad.

Para que la educación sea verdaderamente liberadora, Freire argumenta que debe desafiar las estructuras de poder y permitir que los educandos reconozcan y cuestionen su realidad. En el campo de la astronomía, esto podría significar animar a los estudiantes a investigar la manera en la que el cambio climático afecta los ecosistemas locales o explorar cómo la contaminación lumínica limita la observación de estrellas en la ciudad, de forma que el conocimiento se convierta en una herramienta para interpretar y actuar en su propio entorno, resaltando, una vez más, la importancia del contexto dentro de los procesos de aprendizajes significativos.

### **Mucho más que un telescopio: Innovaciones didácticas para descifrar el universo**

En este último apartado, se busca explorar la didáctica de la astronomía, una disciplina que integra conocimientos de las ciencias naturales y de las ciencias sociales. Este enfoque didáctico busca conectar los contenidos astronómicos con el contexto de los estudiantes, promoviendo un aprendizaje significativo y práctico, ya que activa procesos cognitivos esenciales como la "imaginación creadora". Se buscará analizar la manera en que la innovación pedagógica y las estrategias didácticas específicas, como el uso de simulaciones y proyectos de larga duración,

pueden hacer accesible el conocimiento astronómico, fomentando competencias reflexivas y críticas en los estudiantes, de igual manera este tipo de didácticas pueden entenderse como una serie de herramientas que ayudan a los estudiantes a prepararse para enfrentar los desafíos actuales, tanto educativos y culturales, como sociales y ambientales.

La didáctica ha sido definida históricamente como el "arte de enseñar", y su evolución hacia una ciencia pedagógica ha permitido su aplicación en diferentes disciplinas. En el contexto de la astronomía, la didáctica se enfrenta al reto de hacer comprensibles conceptos complejos como las escalas cósmicas, la estructura del universo y los fenómenos celestes. Como señala Fernández Huerta (1985), "la didáctica tiene por objeto las decisiones normativas que llevan al aprendizaje gracias a la ayuda de los métodos de enseñanza" (Huertas, 1985, como se citó en Prieto & Sánchez, 2023, p. 44), lo cual es particularmente relevante en la astronomía, donde se deben diseñar estrategias que permitan a los estudiantes conectar lo abstracto con lo observable. En este contexto, la didáctica juega un papel crucial, ya que se requiere de enfoques innovadores y adaptaciones metodológicas para transmitir conceptos abstractos y complejos de manera accesible para los estudiantes.

Néstor Camino (2011) define la didáctica de la astronomía como una "disciplina de fusión", que integra elementos tanto de las ciencias naturales (astronomía) como de las ciencias sociales (educación). El propósito principal de este tipo de didáctica es conectar los fenómenos astronómicos con el contexto social y cultural de los estudiantes, lo que permite una enseñanza más significativa y cercana a sus realidades (Camino, 2011, p. 3). En este sentido, la didáctica de la astronomía no se limita a la transmisión de datos, sino que busca generar experiencias de aprendizaje en las que los estudiantes puedan interactuar activamente con los fenómenos que estudian.

En cuanto a las didácticas específicas, como la didáctica de la astronomía, surge la necesidad de

optimizar los aprendizajes a través de la interacción entre el profesorado y el alumnado. Ortega-Sánchez (2019) describe la importancia de analizar las prácticas de enseñanza con relación a un conjunto de saberes específicos (p. 32), lo cual en astronomía implica el uso de modelos y simulaciones para representar fenómenos que no son fácilmente accesibles a la observación directa.

Evidentemente dentro del estudio de la didáctica de la astronomía no basta simplemente con problematizar los contenidos que se enseñan, sino que también es importante problematizar la formación docente que existe alrededor de este campo del conocimiento, ya que la formación docente en astronomía es esencial para que los profesores adquieran las competencias necesarias a la hora de transmitir conceptos complejos de manera comprensible y accesible para quienes desean aprender. En este sentido, la enseñanza de la astronomía exige que los docentes desarrollen no solo competencias conceptuales, sino también procedimentales, para que puedan emplear herramientas didácticas como el uso de software astronómico, simulaciones y telescopios virtuales.

Ortega (2019) destaca la importancia de que "el profesorado aprenda a tomar decisiones desde los problemas de la práctica, interpretándolos desde la teoría y devolviéndolos a la práctica" (p. 33).

En el caso de la astronomía, esta retroalimentación entre teoría y práctica es crucial para ajustar las estrategias didácticas a las necesidades de los estudiantes, ya que la enseñanza de la astronomía debe ser contextualizada y, por lo tanto, tiene que vincularse con fenómenos del entorno.

Shulman (1987) también aporta una visión valiosa sobre la importancia del conocimiento pedagógico del contenido, una integración del conocimiento astronómico específico con las estrategias pedagógicas más eficaces (Gómez, 2011, p. 15). Esto implica que los docentes que piensen integrar el uso de la astronomía a su labor no solo deben dominar los contenidos

científicos, sino también saber cómo enseñarlos de manera que sean significativos para los estudiantes. Teniendo en cuenta lo anterior, es importante señalar que uno de los principios fundamentales en la didáctica de la astronomía es el aprendizaje significativo, desarrollado por David Ausubel y aplicado en el contexto de la astronomía por Camino. Este enfoque plantea que los estudiantes deben conectar los nuevos conocimientos con los que ya poseen, permitiendo que estos adquieran un sentido personal y práctico. Para que esto suceda, el contenido debe ser "lógicamente significativo", es decir, coherente y estructurado, y también "psicológicamente significativo", adecuado a la madurez y capacidades de los estudiantes (Camino, 2011, p. 4). En la enseñanza de la astronomía, el aprendizaje significativo se ve reflejado cuando los estudiantes pueden observar fenómenos astronómicos de manera directa, como el ciclo de las fases lunares o el movimiento aparente del Sol, y luego relacionar esas observaciones con conceptos teóricos como la rotación y traslación de la Tierra, sin el afán que muchas veces genera la estructura para la enseñanza del currículo oficial. Camino sugiere que un proceso de enseñanza que trate, por ejemplo, las fases de la Luna deben durar al menos dos o tres ciclos lunares para que los estudiantes puedan experimentar, observar y analizar los cambios, lo que facilita una comprensión más profunda (Camino, 2011, p. 5).

Estas ideas pueden comprenderse igualmente desde un enfoque vigotskiano, al entender que la enseñanza de la astronomía no solo conecta los contenidos con el contexto de los estudiantes, sino que también activa procesos cognitivos esenciales como la imaginación creadora, definida por Vigotsky (1999) como una actividad que combina y estructura nuevas ideas a partir de elementos de la realidad (p. 7). A partir de su teoría de la imaginación, Lev Vigotsky ofrece un sustento relevante para analizar la manera en que la enseñanza de la astronomía puede fomentar el pensamiento científico y crítico en niños y niñas, principalmente desde un ejercicio didáctico que priorice la imaginación. Vigotsky (1999) define la imaginación como una "actividad

combinadora” que estructura nuevas ideas a partir de elementos de la realidad, destacando que "la actividad creadora de la imaginación depende de la riqueza de la experiencia anterior del hombre" (p. 7). Esto implica que, en el contexto educativo, la astronomía debe partir de conocimientos concretos, como observaciones del cielo, modelos del sistema solar o fenómenos naturales, para que los estudiantes puedan combinar, transformar y cuestionar dichos elementos, ejercitando así su capacidad crítica.

Esta teoría ofrece un sustento pedagógico clave para diseñar estrategias didácticas en astronomía que fomenten el pensamiento científico y crítico en niños y niñas. Un aspecto clave desde esta perspectiva es el vínculo entre imaginación y realidad. Vigotsky (1999) señala que “La primera forma de relación de la imaginación con la realidad consiste en que toda creación de la imaginación siempre se estructura con elementos tomados de la realidad y que se conservan de la experiencia anterior del hombre.” (p.6). Por ejemplo, al enseñar conceptos como la gravedad o las fases lunares, los niños pueden imaginar escenarios hipotéticos, como, por ejemplo, intentando responder ¿Qué pasaría si la luna no existiera? Este tipo de escenarios, aunque no sean empíricamente reales, se fundamentan en principios científicos. Esta dinámica no solo estimula la creatividad, sino que también promueve la formulación de hipótesis, un pilar del método científico. Como afirma Vigotsky, "la imaginación es la base de toda actividad creadora [...] que hace posible la creación artística, científica y técnica" (p. 4).

La didáctica de la astronomía puede aprovechar el vínculo entre imaginación y realidad que Vigotsky destaca. El autor señala que “El análisis científico de las creaciones fantásticas y más alejadas de la realidad, por ejemplo: las fábulas, los mitos, las leyendas, etc., nos confirma que las creaciones más fantásticas no son otra cosa que una nueva combinación de los elementos que fueron extraídos, en resumen, de la realidad y han sido sometidos a la actividad modificadora y transformadora de nuestra imaginación.” (p. 6). Esto sugiere que actividades como analizar

mitologías culturales vinculadas a las estrellas o plantear escenarios futuros como la posible colonización de planetas, no solo enriquecen la creatividad, sino que también permiten contrastar ideas con evidencia científica. Teniendo en cuenta el ejemplo anterior, al debatir la viabilidad de colonizar otros planetas, los estudiantes ejercitan el pensamiento crítico, evaluando limitaciones técnicas y éticas, un ejercicio que Vigotsky propone utilizando la imaginación como un proceso activo que la convierte en una herramienta para proyectar el futuro y resolver problemas "La actividad creadora del hombre la hace un ser proyectado hacia el futuro, un ser que crea y transforma su presente" (p. 4).

Además, la materialización de la imaginación, concepto clave en Vigotsky (1999), se aplica dentro de la didáctica de la astronomía mediante la creación de proyectos prácticos. El autor afirma que la esencia de la materialización de la imaginación:

Consiste en que la estructura de la fantasía puede presentarse como algo sustancialmente nuevo, que no ha estado en la experiencia del hombre y que no corresponde a ningún objeto existente en realidad, sin embargo, al ser una materialización exterior, al tomar cuerpo material, esta imaginación "cristalizada" al hacerse cosa, comienza a existir realmente en el mundo y a influir sobre otras cosas.

Esta imaginación se hace real, como ejemplo de ella podemos tomar cualquier mecanismo técnico, máquina o instrumento, que creado por la imaginación combinadora del hombre no corresponde a ningún modelo existente en la naturaleza, pero muestra la relación práctica, real y más convincente con la realidad, porque al materializarse se hicieron tan reales como las demás y ejercen su influencia sobre el mundo de la realidad que les rodea. (pp. 10-11)

Lo anterior se puede traducir en actividades como construir maquetas del sistema solar, registrar observaciones telescópicas, pensarse nuevos inventos productos del avance tecnológico y social, o programar simulaciones de eclipses. Estas tareas no solo concretizan conceptos abstractos, sino que también permiten a los estudiantes verificar hipótesis, identificar errores y ajustar sus modelos mentales, fortaleciendo la validación empírica y el escepticismo científico.

Finalmente, el autor enfatiza que la imaginación se nutre de la experiencia social y colaborativa.

Vigotsky (1999) habla sobre la importancia de la colaboración en la creación humana, retomando a Ribot (1901), mencionando que:

Se habla tanto del vuelo libre de la imaginación, de la omnipotencia del genio, que se olvidan de las condiciones sociológicas (sin hablar de otras) de las cuales a cada paso depende lo uno y lo otro. Por muy individual que sea cualquier creación siempre incluye el coeficiente social. En este sentido, ninguna invención será personal, en el puro significado de la palabra, en ella siempre queda algo de colaboración anónima. (p. 17)

En astronomía, esto se refleja en estrategias como proyectos grupales de investigación o debates sobre ética espacial. Como lo veremos de manera más clara al analizar las experiencias del planetario de Bogotá, al trabajar en equipo, los estudiantes confrontan perspectivas diversas, cuestionan supuestos y construyen conocimiento colectivo, un proceso que Vigotsky vincula con la ley del signo emocional común, donde las emociones compartidas refuerzan el aprendizaje significativo. Vigotsky (1999) explica esta ley como la manera en que “las impresiones o las imágenes [...] que producen en nosotros una influencia emocional similar, tienen la tendencia a unirse entre sí, a pesar de que no existan relaciones palpables de similitud ni de afinidad entre estas imágenes” (p.10). Esto conlleva a que se construyan obras partiendo de un sentimiento general o “signo emocional común” que nos permite involucrar o agrupar diferentes elementos

que no necesariamente tienen una relación clara, sino que los percibimos cercanos o similares y nos permiten agrupar las representaciones o acontecimientos más allá de las relaciones racionales que construimos fuera de la emocionalidad.

Teniendo en cuenta lo anterior podríamos decir que Al estimular la imaginación como herramienta científica, los estudiantes no solo comprenden el universo, sino que también desarrollan habilidades para cuestionar, innovar y transformar su realidad, cumpliendo con la visión de Vigotsky (1999) de que "la creación es la condición indispensable para la existencia" (p. 5).

Algunos ejemplos concretos de la aplicación de actividades didácticas significativas desde la perspectiva de Vigotsky podrían ir desde simulaciones interactivas en donde se puedan usar herramientas como *Stellarium* para explorar movimientos celestes, permitiendo a los estudiantes "recombinar" variables (posición, tiempo) y predecir fenómenos, hasta proyectos de indagación, en donde se planteen preguntas problematizadoras relacionadas con alguna temática propia de la astronomía, guiando a los estudiantes a analizar criterios científicos y debatir su evolución.

Igualmente pueden verse combinaciones interesantes entre arte y ciencia, como lo son las creaciones de narrativas, en donde los estudiantes buscan inventar historias sobre viajes interestelares, integrando conceptos como relatividad o ciclo de vida estelar, para vincular imaginación y rigor científico.

La didáctica de la astronomía también se caracteriza por la implementación de proyectos de larga duración, que permiten a los estudiantes desarrollar una comprensión profunda y concisa de los fenómenos astronómicos. Estos proyectos incluyen actividades sistemáticas de observación del cielo diurno y nocturno, en las que los estudiantes pueden registrar datos y realizar análisis a lo largo del tiempo. Algunos ejemplos de proyectos exitosos mencionados por Camino (2011) incluyen la construcción de relojes de Sol en escuelas primarias, la observación sistemática de la

Luna y el seguimiento de estrellas como Canopus y la Cruz del Sur (Camino, 2011, p. 6).

Esta metodología permite que los estudiantes no solo adquieran conocimientos teóricos, sino que también desarrollen habilidades prácticas de observación, registro y análisis, fundamentales para el pensamiento científico. Además, la naturaleza prolongada de los proyectos les da la oportunidad de reflexionar y reevaluar sus observaciones, lo que fortalece su capacidad crítica y analítica, esto sin mencionar la capacidad que posee esta metodología de la didáctica de la astronomía para cohesionar el conocimiento de varias ciencias con el fin de generar una apropiación interdisciplinaria de este, enfrentando de manera directa la problemática que genera el análisis cercenado del conocimiento que hemos construido como consecuencia del enfoque de nuestro sistema educativo. Es decir, ver cada una de las ciencias y sus enseñanzas como información aislada, las cuales producen aprendizajes que no se encuentran interconectados entre sí.

Por otra parte, la astronomía también enfrenta el desafío de mantenerse relevante en un contexto educativo cambiante. Los avances tecnológicos ofrecen nuevas oportunidades para la enseñanza, como el uso de simulaciones en 3D, realidad aumentada o aplicaciones que permiten la observación en tiempo real de fenómenos astronómicos. Estas herramientas requieren de una innovación didáctica constante para garantizar que los métodos de enseñanza se adapten a las nuevas formas de aprendizaje de los estudiantes.

En concordancia con lo anterior, uno de los principales retos en la enseñanza de la astronomía es hacer más accesibles sus contenidos, en términos de acceso a la información y comprensión de esta, por medio de métodos didácticos que conecten lo abstracto con lo concreto. Ortega-Sánchez (2019) sugiere que la didáctica (de las ciencias sociales) debe centrarse en el desarrollo de una "conciencia crítica en los estudiantes" (p. 33), y esto es aplicable también a la astronomía. Al abordar temas como la exploración espacial o el origen del universo, uno esperaría que los

estudiantes sean capaces de desarrollar un pensamiento crítico y reflexivo sobre su lugar en el cosmos, el impacto de esto en su entorno inmediato, en el desarrollo político, económico, cultural y social de su comunidad, en sus condiciones materiales de existencia, etc.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede mencionar que tanto la astronomía, como su didáctica, aparecen como herramientas pertinentes para procesos de interdisciplinariedad, con los cuales se busca que los estudiantes generen una visión holística de un fenómeno o hecho concreto. La astronomía ofrece una perspectiva única para abordar temas como el impacto de la actividad humana en el planeta y la necesidad de preservar el medio ambiente. Cambil y Fernández (2023) subrayan que uno de los retos actuales de la educación es integrar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en el currículo, promoviendo una conciencia crítica sobre el impacto humano en el universo (p. 6). En astronomía, esto puede lograrse al enseñar sobre el cambio climático a través de la observación de los efectos de la contaminación lumínica o los fenómenos climáticos en otros planetas.

La didáctica de la astronomía ofrece un marco amplio y complejo, pero esencial para la enseñanza de las ciencias, tanto naturales como sociales. A medida que las tecnologías avanzan y las demandas educativas cambian, la didáctica debe evolucionar para integrar nuevas estrategias que permitan a los estudiantes comprender mejor el universo y su lugar en él. La vinculación de la astronomía con los ODS y el desarrollo de competencias críticas en el alumnado son áreas claves para la enseñanza de esta disciplina en el momento histórico que vivimos.

Finalmente, la didáctica de la astronomía se sustenta en la investigación educativa, la cual permite mejorar constantemente las estrategias de enseñanza. Camino destaca que la investigación es esencial para "generar nuevas preguntas, identificar conflictos y construir alternativas" que transformen los procesos educativos (Camino, 2011, p. 10). La investigación en didáctica de la astronomía no solo busca mejorar el rendimiento académico de los estudiantes,

sino también promover una mayor comprensión del universo y su relación con la vida cotidiana. A través del aprendizaje significativo, la observación directa y los proyectos de larga duración, los estudiantes no solo adquieren conocimientos astronómicos, sino que también desarrollan habilidades científicas y reflexivas que les permiten comprender mejor su lugar en el universo. La innovación pedagógica y la investigación educativa son pilares fundamentales para mejorar continuamente los procesos de enseñanza y aprendizaje en este campo.

### **Laboratorios cósmicos: Experiencias pedagógicas del Planetario de Bogotá**

Lo que a continuación se va a plantear hace parte de una descripción de algunos programas y experiencias pedagógicas propias del planetario de Bogotá. Mediante la revisión documental se busca comprender cómo estas prácticas educativas pueden contribuir a la construcción del pensamiento científico y crítico a niños, niñas y adolescentes. Dentro de estas experiencias encontramos programas como ASTROBEBÉS, el centro de interés en astronomía, los clubes de astronomía, los semilleros, las vacaciones astronómicas, el museo del espacio, talleres y cursos infantiles en general. Para fines de este trabajo se abordarán los programas que se encuentran más consolidados hasta el momento en el planetario de Bogotá y que se relacionan de manera más directa con el desarrollo de habilidades científicas y el fomento del pensamiento crítico.

#### **ASTROBEBÉS: Astronomía desde la cuna, ambientes holísticos para despertar la ciencia en bebés**

En un primer lugar se abordará el Programa ASTROBEBÉS del Planetario de Bogotá. Este programa aparece como pionero a la hora de fomentar actitudes favorables hacia la ciencia en bebés de 0 a 24 meses. Este programa es una iniciativa del Planetario de Bogotá dirigida a la primera infancia, que utiliza la astronomía como eje central para acercar a los niños a la ciencia

de manera lúdica y sensorial, su diseño tiene como objetivo crear experiencias significativas a partir de la astronomía, promoviendo actitudes positivas hacia la ciencia mediante la experimentación y el arte (Gómez-Mendoza, 2022, p. 96).

Su construcción se basa en un enfoque holístico, que considera cinco planos del desarrollo humano: físico, biológico, emocional, intelectual y espiritual. A través de este enfoque, se diseñaron ambientes enriquecidos que integran elementos sensoriales, materiales y experiencias que permiten a los bebés explorar y relacionarse con conceptos científicos, específicamente relacionados con la astronomía. El objetivo final es promover actitudes como la curiosidad, el asombro y el interés por la ciencia desde edades tempranas. (Díaz, 2018). El Programa ASTROBEBÉS ha estado en funcionamiento desde el 2015 y sigue siendo una iniciativa vigente en el Planetario de Bogotá, ya que forma parte de su oferta educativa y cultural dirigida a la primera infancia.

La investigación realizada por Jessica Juliana Martínez Chaves y Lincy Johanna Roa Cabrera<sup>1</sup>, con relación al programa ASTROBEBÉS aporta un enfoque innovador a la hora de analizarlo, ya que ellas proponen el enriquecimiento de los ambientes para fomentar actitudes favorables hacia la ciencia. Aunque el estudio se realizó en 2020, este sigue siendo relevante, especialmente en el contexto actual, donde se busca fortalecer la educación científica desde edades tempranas.

Además, el enfoque holístico y la metodología de investigación-acción utilizada en el estudio pueden ser aplicados en otros contextos educativos y culturales, lo que amplía su vigencia e impacto. (Martínez Chaves & Roa Cabrera, 2020, p. 42). Al mismo tiempo, resalta la importancia de los espacios no convencionales, como los planetarios, para la apropiación social de la ciencia,

---

<sup>1</sup> Es importante señalar que la intención de dicha investigación se basó en cuestionar las prácticas adultocéntricas en la educación inicial, buscando reconocer a los bebés como sujetos sociales y cognoscentes. De igual manera, se plantearon el objetivo de validar escenarios no convencionales para la educación, con lo cual buscaron fortalecer el programa ASTROBEBÉS por medio de su estudio minucioso.

un tema que sigue siendo de gran interés en el ámbito educativo y científico.

Es importante mencionar y profundizar en una de las principales características de este programa, su enfoque holístico, como se menciona en el trabajo investigativo de Chávez y Cabrera (2020) este tipo de espacios busca integrar los cinco planos del desarrollo humano (físico, biológico, emocional, intelectual y espiritual) en el diseño de los ambientes. (Martínez Chaves & Roa Cabrera, 2020, p. 60).

El enfoque holístico se basa en la idea de que el ser humano, al ser parte de la naturaleza, no puede ser comprendido de manera fragmentada, sino que debe ser abordado como una totalidad, en otras palabras, el holismo se puede entender como “la tendencia en la naturaleza y a través de la evolución creadora, a constituir sistemas (conjuntos) que en muchos aspectos son superiores y más complejos que la suma de sus partes” (Smuts, 1936, p.86)

En este sentido, autores como Wernicke (1994) afirman que el desarrollo humano se comprende como un proceso integral que abarca cinco dimensiones que están interconectadas. En primer lugar, el *plano físico* hace referencia al cuerpo y sus interacciones con el entorno, incluyendo aspectos como la motricidad, la percepción sensorial y la exploración del espacio. El *plano biológico* aborda los procesos vitales, las etapas de desarrollo, y respeta las necesidades y ritmos, reconociendo la importancia de los procesos individuales. En el *plano emocional*, se priorizan las emociones, los afectos y las relaciones interpersonales, destacando la curiosidad, el asombro y la motivación como fuertes catalizadores del aprendizaje. El *plano intelectual* se centra en los procesos cognitivos, como la observación, la exploración sistemática, la formulación de hipótesis y la resolución de problemas, fundamentales para la construcción del conocimiento. Por último, el *plano espiritual* trasciende lo individual al promover la conexión con el universo y la naturaleza, fomentando la contemplación, la reflexión y la búsqueda de significado como parte de un sentido de pertenencia a algo más amplio (Wernicke, 1994, como se cita en Martínez Chaves

& Roa Cabrera, 2020, p. 68-81).

Esta perspectiva holística subraya la interdependencia de estas dimensiones en la formación integral del ser humano, de igual manera este enfoque busca integrar estas dimensiones en el diseño de experiencias educativas, asegurando que los ambientes sean significativos y estimulantes para los participantes. En el caso del programa ASTROBEBÉS, este enfoque permite que los bebés no solo interactúen con elementos físicos, sino que también experimenten emociones, desarrollen habilidades cognitivas y establezcan conexiones con el universo y su entorno, demostrando así el potencial que posee para la enseñanza del pensamiento científico y crítico, ya que estimula actitudes favorables para la ciencia como lo son la observación, la exploración y la experimentación; de igual manera, estimula la aprehensión del pensamiento crítico, debido a que este tipo de actividades y escenarios permiten que los niños y niñas conozcan su mundo por medio de las interacciones con su entorno inmediato, construyendo no solo una visión propia del mundo, sino que comprendiendo su lugar en el. Los niños y las niñas, como señala Gómez (2019) “desarrollan sus propias formas de relacionamiento con el mundo, construyen maneras propias a la hora de conferir sentido a su lugar en el universo, así como dar cuenta de las regularidades que se producen en el espacio y tiempo” (p. 129)

### **De la observación a la transformación: Investigación-Acción en el programa ASTROBEBÉS**

De igual manera, es importante mencionar que la investigación utilizó una metodología de investigación-acción, que permitió a las investigadoras no solo observar y analizar, sino también intervenir y transformar el espacio de ASTROBEBÉS. Este enfoque es particularmente relevante en el contexto educativo, ya que busca mejorar las prácticas pedagógicas a través de la reflexión y la acción. La investigación-acción también permitió la participación activa de los

bebés, sus familias y el equipo del Planetario, lo que enriqueció los resultados y aseguró que las propuestas fueran pertinentes y efectivas.

En cuanto a los hallazgos arrojados por la investigación, podemos mencionar que los ambientes enriquecidos tuvieron impacto en el desarrollo del pensamiento científico y las actitudes favorables hacia la ciencia en los bebés, aunque en un inicio estos espacios carecían de una intencionalidad pedagógica clara para fomentar actitudes científicas e iban más ligados a la manipulación de objetos los cuales se enfocaban en temáticas basadas en la astronomía. Más adelante se observó que los bebés mostraron mayor interés y curiosidad por los elementos dispuestos en los ambientes, y las interacciones con estos elementos buscaban fomentar habilidades como la observación, la exploración y la experimentación, como señalan Martínez y Roa (2020):

Al respecto, es posible afirmar que el conocimiento temático de la astronomía, en este caso, es el motivo para acercarlos a las ciencias a partir de sus actitudes favorables; puesto que, el hacer se enfoca desde la experimentación, la práctica y la exploración del medio [...] partir del análisis de la información del grupo de discusión y el documento oficial del Programa se argumenta que en las acciones del bebé está presente la observación, la generación de hipótesis, la experimentación, el hacer conclusiones y además, que requiere de acciones que conduzcan a ensayo y error para alcanzar la comprensión de algunos saberes de la ciencia que, en el caso del Planetario de Bogotá han sido transpuestos al escenario en forma de objetos, señales, interacciones; aun cuando, algunas capacidades se vinculen directamente con habilidades que se requieren en el ámbito educativo y que hacen parte del “método científico” (pp.104 - 105)

Por su parte, el enfoque holístico permitió diseñar ambientes que no solo fomentaron el desarrollo cognitivo de los bebés, sino que también promovieron su bienestar emocional. De igual manera es importante mencionar que, aunque este enfoque permitió tanto a las investigadoras como al equipo pedagógico del planetario de Bogotá reflexionar sobre la importancia de considerar todas las dimensiones del desarrollo humano en el diseño de experiencias educativas, no arrojó una relación evidente entre la exploración del lugar y los objetos, con el desarrollo de pensamiento crítico.

Lo anterior se puede constatar con los resultados de la investigación realizada por Martínez y Roa (2020) en donde se afirma que:

Los datos permitieron establecer que la relación entre bebé-espacio no es evidente, puesto que como se observó en los diarios de campo, la estadía de los bebés giró en torno a tomar los objetos para una fugaz observación y así con varios elementos en muy corto tiempo, adicionalmente los familiares/acompañantes insistían en tratar de motivar la exploración de ellos, pero muy pocas veces se lograba, lo que conllevó a exploraciones momentáneas. Este énfasis señalado, refiere a la relación niñez – objetos, centrada en la importancia de la manipulación para el reconocimiento del entorno organizado por los encargados de las actividades. (p.106)

Otra falencia que Martínez y Roa (2020) señalan frente al desarrollo del programa ASTROBEBÉS va relacionada con la manera en que se recolecta la información, ya que “el programa no cuenta con un medio de recolección de información que les permita conocer su impacto y eficacia; en tanto, no se ha logrado establecer un instrumento que sustente el alcance de las mismas.” (p.107)

Igualmente es importante mencionar que, aunque no se logró establecer una relación clara sobre

la manera en que los bebés se relacionaban entre sí y con el espacio, si se pueden reafirmar las capacidades cognoscitivas de los bebés e incluso las actitudes favorables para la ciencia en aquellos que pasaron más tiempo en los espacios del programa. Como señala Martínez y Roa (2020):

Desde los hallazgos obtenidos en esta investigación, se reafirma la capacidad cognoscitiva en los bebés, luego se aduce que también se aproximan a los objetos-elementos del entorno siendo capaces de sustraer lo necesario; habiendo pasado de un deseo por explorarlos a una motivación por conocerlos. [...] el sujeto guarda una fuerte conexión con el objeto, por cuanto ese deseo sobre este último determina su proceso de conocimiento; posterior a esto, que remite tanto a lo sensorial como a lo perceptual y genera la aprehensión de aquello que está conociendo. (p.144)

Teniendo en cuenta lo anterior se podría decir que el análisis de las experiencias construidas desde el programa ASTROBEBÉS, evidencia, en primer lugar, la importancia de los espacios no convencionales para los aprendizajes significativos, y en un segundo lugar, el hecho de que la astronomía puede ser una herramienta valiosa para fomentar actitudes científicas y habilidades cognitivas desde la primera infancia, aunque con ciertos matices. Este programa, basado en un enfoque holístico utiliza ambientes enriquecidos sensorialmente para promover la curiosidad, la observación y el asombro en bebés, vinculando lo lúdico con conceptos astronómicos.

Estudios como los de Martínez Chaves y Roa Cabrera (2020) nos permiten comprender que estas experiencias estimulan capacidades cognitivas y actitudes favorables hacia la ciencia, como la generación de hipótesis y la exploración activa, aunque también revelan limitaciones, como la falta de instrumentos sistemáticos para medir su impacto real y la dificultad para establecer relaciones claras entre la manipulación de objetos y el desarrollo del pensamiento crítico.

Independientemente de lo anterior, el enfoque metodológico de investigación-acción empleado dentro de la investigación de Chaves y Roa, permitió reflexionar sobre la importancia de diseñar espacios educativos integrales, donde la interacción con el entorno y la participación de familias y educadores enriquecen el proceso. Así, mientras el programa demuestra el potencial de la astronomía como eje para despertar el asombro y la conexión con el universo, también hace un énfasis importante en la necesidad de fortalecer la evaluación pedagógica y la intencionalidad en el diseño de actividades, subrayando la relevancia de seguir perfeccionando este tipo de iniciativas para garantizar una educación científica temprana más efectiva y fundamentada, esto con el fin de garantizar que estos ambientes no solo estimulen habilidades científicas incipientes, sino que también consoliden un pensamiento crítico y reflexivo a largo plazo.

### **Semilleros estelares: Centros de Interés y Clubes de Astronomía como espacios de indagación colectiva**

Los Centros de Interés en Astronomía (CIA) son una iniciativa del Planetario de Bogotá en colaboración con las Instituciones Educativas Distritales (IED), cuyo propósito es fomentar el aprendizaje de la astronomía mediante procesos de indagación y exploración (IDARTES, 2020, p. 7). Desde los CIA se busca integrar talleres prácticos y rutas pedagógicas para abordar temas como las ciencias astronómicas. Estos espacios han permitido el desarrollo de habilidades científicas mediante el trabajo colaborativo, la formulación de preguntas y la construcción de explicaciones basadas en evidencia. La introducción de enfoques como la pedagogía de la pregunta y el aprendizaje basado en problemas ha favorecido la apropiación del conocimiento y la conexión entre los saberes escolares y la vida cotidiana (Gómez-Mendoza, 2022, p. 99). La metodología de los CIA se basa en el enfoque "INQUIRY", el cual estimula la formulación de preguntas auténticas, la experimentación y la construcción de explicaciones sobre fenómenos

astronómicos por medio de la indagación científica escolar (IDARTES, 2020, p. 8). Esta metodología busca fomentar dentro de los CIA la apropiación de la cultura científica en niños y niñas mediante la integración de la astronomía, el arte y la tecnología. Igualmente, este programa utiliza una metodología basada en Proyectos de Investigación Científica Escolar (PICE), estructurados en conversaciones que promueven la indagación, la formulación de preguntas auténticas y la construcción colectiva de conocimiento frente a la astronomía (IDARTES, 2020, p. 3).

Estas conversaciones buscan tratar temas complejos que nazcan de los intereses de los estudiantes, la finalidad de esta manera de abordar las temáticas es permitir que las personas se desenvuelvan de manera creativa en un formato sencillo como pueden ser las charlas. Como señalan Barrios y Cifuentes (2022):

Para que sea posible desarrollar los Proyectos de Investigación Científica Escolar (PICE), los CIA han establecido una ruta de interacción y comunicación que no es estrictamente lineal, puesto que puede retomar diferentes discusiones o cambios que se dan dentro del proceso de indagación con los niños, niñas y jóvenes, y se relaciona con las características del conocimiento científico; a esto lo denominan “conversaciones”, cada una de ellas se desarrollan con unos objetivos específicos. (p.16).

Teniendo en cuenta lo anterior, podríamos afirmar que los CIA buscan fomentar el aprendizaje de la astronomía a través de la indagación, la exploración y talleres prácticos que integran ciencias, arte y tecnología. Esto se busca alcanzar mediante la implementación de metodologías como el enfoque *INQUIRY* y los Proyectos de Investigación Científica Escolar (PICE), promoviendo la formulación de preguntas auténticas, la experimentación y la construcción colectiva de conocimiento mediante conversaciones flexibles y no lineales, adaptadas a los intereses de los

estudiantes. Estas dinámicas, basadas en la pedagogía de la pregunta y el aprendizaje por problemas, fortalecen habilidades científicas como el trabajo colaborativo, el pensamiento crítico y la conexión entre saberes escolares y contextos cotidianos, permitiendo que los estudiantes establezcan conexiones significativas entre el conocimiento científico y su vida cotidiana. Según Barrios y Cifuentes (2022), los PICE destacan por su estructura adaptable, que permite retomar discusiones y cambios durante el proceso de indagación, facilitando un espacio creativo para que niños, niñas y jóvenes se apropien de la cultura científica mientras exploran fenómenos astronómicos de manera integral y significativa.

### **Del cosmos al aula: Experiencias sensoriales y críticas en los Centros de Interés**

Como se mencionó anteriormente, el proceso educativo que se desarrolla en los CIA se organiza en "conversaciones", donde los estudiantes desarrollan proyectos de investigación escolar que les permiten generar interpretaciones y explicaciones sobre el universo. Estas conversaciones se estructuran en fases, las cuales incluyen la formulación de preguntas, la experimentación y la socialización de hallazgos (IDARTES, 2020, p. 16). Es así como en un primer momento podemos observar la intencionalidad que tienen estas experiencias de fomentar el pensamiento científico, y por ende el desarrollo del pensamiento crítico en los niños, niñas y adolescentes que participan de estas. Ahora bien, los CIA combinan estos elementos del pensamiento científico con experiencias estéticas e inteligible, permitiendo a los estudiantes conectar su percepción sensorial con el conocimiento científico (Barrios & Cifuentes, 2022, p. 76). La idea detrás de incluir las experiencias estéticas dentro del estudio de las ciencias naturales, como lo es la astronomía, va enfocada en fomentar la apropiación de la cultura científica en niños y niñas mediante la integración de la astronomía, el arte y la tecnología, los cuales pueden llegar a ser vehículos poderosos para transmitir ideas, y, sobre todo, despertar pasiones e interés genuino en el estudio

de cualquier campo del conocimiento.

Un ejemplo de lo que se menciona anteriormente es el evento Universo de Sentidos, este evento se llevó a cabo durante el 2018 y el 2019 e integró ejes como interculturalidad, primera infancia y género, diseñando actividades que combinaron pedagogía, divulgación científica y arte. Por ejemplo, la función *Orión para Niños* involucró a los participantes en narrativas interactivas sobre el cosmos, reforzando la idea de que la ciencia es una construcción humana y cultural (Gómez-Mendoza, 2022, p. 96). Se podría entonces señalar que esta actividad busca fomentar el pensamiento crítico al cuestionar estereotipos y valorar múltiples perspectivas, como los saberes ancestrales vinculados a la astronomía (Álape et al., 2017, como se citó en Gómez-Mendoza, 2022, p. 96). De igual manera, estas experiencias permiten a los participantes generar herramientas para el cuestionamiento, permitiendo que los individuos puedan interpelar, analizar y transformar las estructuras sociales y de pensamiento que se presentan como dominantes en su cotidianidad.

En este sentido, se podría decir que los CIA del Planetario de Bogotá pretenden no solo fortalecen el conocimiento científico, sino que también fomentan el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes. Según Carr (2002), la educación debe promover la capacidad de cuestionamiento y la reconstrucción reflexiva de la práctica pedagógica (p. 154). En este sentido, los CIA permiten a los estudiantes cuestionar fenómenos naturales, contrastar información y construir argumentos basados en evidencia (Barrios & Cifuentes, 2022, p. 81).

Además, los CIA propenden a contribuir a la formación de un espíritu científico que integra la indagación con la sensibilidad estética. Estos centros nos ayudan a comprender que la articulación entre arte y ciencia no solo favorece la comprensión de los fenómenos astronómicos, sino que también estimula la creatividad y la imaginación en el proceso de aprendizaje (IDARTES, 2020, p. 25). Este enfoque busca fomentar en los estudiantes una visión holística del

conocimiento, en la que la razón y la emoción se complementan para generar un aprendizaje significativo.

Es por lo anterior, que se plantean la importancia de considerar la relación que se construye entre la imaginación en la experiencia estética con el aprendizaje significativo, en aras de incrementar tanto la motivación y curiosidad por el aprendizaje de la astronomía en los niños, niñas y adolescentes que hacen parte de estos escenarios, como el desarrollo de habilidades esenciales para el desarrollo del pensamiento crítico y científico por medio de la indagación, creatividad y reflexión colectiva, las cuales son fundamentales en la construcción del conocimiento científico escolar. Por lo cual Barrios y Cifuentes (2022) plantean hipótesis desde la teoría sobre *la imaginación creadora en la edad infantil* de Vygostky (1999) en donde según el autor, la imaginación no es solo una capacidad propia e innata de los seres humanos, sino que se puede entender como un proceso mediado culturalmente el cual nos permite, como individuos, reconstruir y moldear la realidad a partir de nuestras experiencias previas y nuestra interacción con el entorno (Vygotsky, 1999, p. 4).

Teniendo en cuenta estos planteamientos, se puede comprender la relevancia de los mismos para la enseñanza de la astronomía en los CIA del Planetario de Bogotá, ya que en estos contextos el enfoque teórico construido por Vygostky respalda la importancia de las experiencias estéticas e inteligibles en la enseñanza de la astronomía, esto se entiende mejor al analizar la experiencia de los CIA y ver como a través de la exploración y la indagación, los niños y niñas participantes pueden desarrollar representaciones mentales de fenómenos astronómicos, vinculando su percepción sensorial con la conceptualización científica. Aquí es relevante señalar lo planteado por Vygotsky en donde el autor destaca que la imaginación surge de la interacción entre la percepción, la memoria y la creatividad, lo que permite que los estudiantes no solo reproduzcan información científica, sino que también generen nuevas formas de entender el universo

(Vygotsky, 1999, p. 4).

Esta relación entre imaginación y conocimiento es esencial para el desarrollo del pensamiento crítico y científico en los estudiantes. Desde la perspectiva planteada por Vygotsky, el aprendizaje ocurre en la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), donde los niños pueden alcanzar niveles de comprensión más avanzados con la ayuda de un mediador, ya sea un docente o un compañero más experimentado. En los CIA, este principio se puede ver materializado a través de la guía de los formadores y la estructura de las “conversaciones”, que permiten a los niños formular preguntas, experimentar y construir colectivamente explicaciones sobre fenómenos astronómicos (Barrios & Cifuentes, 2022, p. 76).

Es importante comprender que la imaginación, desde la manera en que se plantea y articula desde los CIA, no es meramente un recurso artístico, sino que debe entenderse como una herramienta cognitiva esencial para la creación de pensamiento científico y crítico. Como señalan Barrios y Cifuentes (2022) retomando a Vygotsky: “*Las grandes hipótesis, de donde nacen las grandes teorías, son las esencias de la obra de la imaginación*” (citado en Barrios & Cifuentes, 2022, p. 95). Esto subraya la manera en que la imaginación creadora, la cual combina elementos de la memoria para generar nuevas ideas, permite a los estudiantes formular hipótesis y modelos explicativos durante procesos de indagación.

Es importante mencionar que la manera en que los CIA estructuran su proceso educativo en "conversaciones" organizadas en fases (formulación de preguntas, experimentación y socialización de hallazgos), tienen la pretensión de fomentar el pensamiento científico y crítico en niños, niñas y adolescentes. Esto se puede ver reflejado a la hora de analizar sus dinámicas e identificar que integran elementos de indagación científica con experiencias estéticas y sensoriales, vinculando la astronomía con el arte y la tecnología para generar una apropiación del conocimiento científico desde la cultura. Ejemplos como el evento *Universo de Sentidos* (2018-

2019) demuestran la manera en que estas actividades interactivas, como las narrativas sobre el cosmos, cuestionan estereotipos y valoran perspectivas diversas, incluyendo saberes ancestrales, lo que fortalece la capacidad de los participantes para analizar y transformar estructuras sociales y cognitivas dominantes.

Apoyados en la teoría de la imaginación creadora de Vygotsky, entendida como un proceso culturalmente mediado que permite reconstruir la realidad a partir de experiencias previas, los CIA construyen la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), donde la guía de mediadores, ya sean docentes o pares, facilita que los estudiantes formulen hipótesis, contrasten información y construyan explicaciones colectivas sobre fenómenos astronómicos. De esta manera, la imaginación se convierte en una herramienta clave para la formulación de hipótesis y la construcción de nuevas formas de comprender el universo, esta herramienta cognitiva es clave para generación de cuestionamientos críticos sobre el mundo y su realidad social. De igual manera ayuda a consolidar un enfoque educativo en el que la razón y la emoción se complementan para un aprendizaje significativo y transformador.

Podríamos decir entonces que los CIA pretenden evidenciar que la integración de lo estético y lo científico no solo enriquece la comprensión de la astronomía, sino que también promueve habilidades esenciales como la creatividad, la reflexión colaborativa y el pensamiento crítico. Al articular sensibilidad artística con indagación rigurosa, se logra un aprendizaje significativo que trasciende la memorización, fomentando en los estudiantes una visión holística del conocimiento donde razón y emoción se complementan. Sin embargo, este modelo requiere continuar evaluando su impacto en la formación de un espíritu científico crítico, asegurando que las experiencias diseñadas no solo despierten interés, sino que también consoliden competencias para cuestionar, argumentar y transformar el mundo desde una mirada interdisciplinar y culturalmente inclusiva

### **Arte, tierra y ciencia: Metodologías creativas que unen lo estético y lo científico**

En las actividades planteadas desde los CIA se hizo énfasis en el vínculo que se forma entre la experiencia estética, o sea la dimensión sensible y la experiencia inteligible, es decir la dimensión racional. Lo anterior se puede identificar en los ejercicios que se construyeron en el transcurso de las actividades, como lo fueron los ejercicios de *Mapas sensibles*, *los microhábitats* y *las instalaciones Land-Art*. En un primer lugar, los mapas sensibles, consistieron en una actividad donde los niños y las niñas exploraron entornos naturales cercanos, donde por medio de sus sentidos lograron registrar texturas, sonidos y movimientos, lo que les permitió reflexionar sobre fenómenos como la vida y las condiciones para que esta se dé (Barrios & Cifuentes, 2022, p. 96). En segundo lugar, los Land-Art, definidos por Abad (2006, como se citó en Barrios y Cifuentes, 2022) como un “movimiento que utiliza la naturaleza de una manera metafórica (cambio, evolución, crecimiento, espacio virgen, etc.)” (p.243) permitieron que, mediante la reorganización creativa de elementos naturales, los estudiantes construyeran y analizaran analogías sobre los ciclos vitales, conectando de esta manera arte y ciencia (Barrios & Cifuentes, 2022, p. 99).

Por su parte, la experiencia de los Microhábitats permitió que los niños y las niñas diseñaran experimentos para comprobar las hipótesis que lograron construir en las actividades anteriores (Mapas sensibles y Land-Art) sobre las necesidades de los seres vivos, integrando de esta manera observación empírica y reflexión crítica (Barrios & Cifuentes, 2022, p. 106). La relación que construyen estas experiencias, en donde logran vincular la percepción estética con el pensamiento científico refleja la idea Vygotskiana que la imaginación es capaz de mediar entre la experiencia sensible y el pensamiento abstracto.

Los hallazgos obtenidos en la implementación de los CIA evidencian un impacto positivo en la formación científica de los estudiantes. En primer lugar, se ha observado un incremento en la

motivación y curiosidad por la astronomía, lo que se refleja en una mayor participación en actividades de indagación y experimentación (Barrios & Cifuentes, 2022, p. 80). Esto se evidenció en el incremento del nivel de conciencia de los participantes sobre la interdependencia que existe entre los seres vivos, luego de realizar las actividades. Por ejemplo, al participar en la actividad de creación de microhábitats, los niños y las niñas comprendieron que algunos factores como pueden ser la luz, el agua y el aire son esenciales para la vida, con lo cual lograron vincular estos conceptos abstractos con experiencias tangibles y cercanas (Barrios & Cifuentes, 2022, p. 110). Estos factores nos permiten identificar la pretensión de desarrollar habilidades científicas y críticas mediante la implementación de aprendizajes significativos. Adicionalmente, los estudiantes lograron desarrollar habilidades científicas clave mediante la estimulación de las mismas, como lo son la observación, la formulación de hipótesis y la argumentación, con lo cual se busca fortalecer su capacidad para comprender el mundo natural desde una perspectiva crítica (IDARTES, 2020, p. 8).

Otro resultado relevante es la incorporación del arte como herramienta pedagógica en la enseñanza de la ciencia. Aunque en algunos casos su presencia ha sido limitada, se ha identificado su potencial para mejorar la comprensión y apropiación del conocimiento astronómico (Dewey, 1934, citado en IDARTES, 2020, p. 11). En este sentido, la combinación de experiencias estéticas e inteligibles contribuye a una educación más integral, en la que los estudiantes pueden expresar y visualizar conceptos científicos de manera creativa.

### **Pensar el universo: Cómo la astronomía cultiva mentes críticas y científicas**

Teniendo en cuenta las actividades realizadas es mucho más evidente la relación entre los CIA y la enseñanza del pensamiento crítico y científico, entendidos desde las categorías que se plantearon en el marco teórico, ya que, en primer lugar, dicha relación aparece por medio del

enfoque interdisciplinario y experiencial que propone la experiencia. Segundo, a través de la observación, la experimentación y el diálogo, los estudiantes aprenden a cuestionar sus propias ideas y a desarrollar explicaciones fundamentadas en evidencia, lo cual evidencia aún más dicha relación. Igualmente, estos espacios promueven el pensamiento crítico al incentivar preguntas, análisis de fenómenos y trabajo colaborativo, estos procesos nos ayudan a fomentar una actitud reflexiva ante el conocimiento y contribuyen a la formación de ciudadanos capaces de analizar información con rigurosidad y escepticismo, habilidades esenciales en un mundo donde la desinformación es un desafío constante (IDARTES, 2020, p. 25).

Por su parte, la metodología de "conversaciones" exige y permite a los estudiantes contrastar ideas, evaluar evidencias y construir modelos explicativos, con lo cual se fortalece su capacidad analítica (IDARTES, 2020, p. 10). Asimismo, la integración del arte, como se vio reflejado en las instalaciones Land-Art, no solo permite estimular la creatividad, sino que también lleva a que los niños logren abordar problemas científicos desde múltiples perspectivas (Dewey, 1934, p. 61).

De una manera similar, el enfoque en la experiencia estética, el cual se puede ver reflejado en la implementación de actividades sensoriales, complementa el método científico y la construcción del pensamiento crítico al destacar la importancia de la emoción y de la percepción subjetiva en la construcción de conocimiento. Ya que como señala Dewey (1934), la relación emoción y la razón es compleja y para nada antagónicas, ya que, aunque la experiencia estética parezca mera excitación emocional aislada, no lo es, sino más bien debe entenderse como una interacción entre lo sensible y lo racional, donde ambas dimensiones se entrelazan en una cualidad emotiva que enriquece la comprensión del mundo.

Teniendo lo expuesto anteriormente en cuenta, podemos señalar que los CIA del Planetario de Bogotá tienen la pretensión de integrar lo estético e inteligible en la educación científica, ya que esta integración no solo permite motivar a los estudiantes, sino que al mismo tiempo nos permite

desarrollar habilidades esenciales para el pensamiento crítico y científico. Al fomentar la indagación, la creatividad y la reflexión colectiva, este programa ofrece un modelo pedagógico innovador que trasciende el dualismo tradicional entre arte y ciencia.

### **El planetario como epicentro: Diálogos entre fundamentos conceptuales y las experiencias del planetario**

La propuesta pedagógica del Planetario de Bogotá, bajo la dirección de María Angélica Leal y según lo relatado en la entrevista que se construyó para fines de este trabajo, se articula con los fundamentos teóricos expuestos en el marco conceptual, especialmente en torno al pensamiento crítico, la pedagogía constructivista y la didáctica de la astronomía como herramienta de emancipación cognitiva, la cual se sitúa en la intersección entre la ciencia, la cultura y la transformación social. Este análisis explora las convergencias entre las prácticas descritas en la entrevista y las teorías educativas y filosóficas, destacando la manera como el planetario materializa principios pedagógicos innovadores en su labor cotidiana.

### **Educación Colaborativa: Constructivismo en Acción en el Aula Cósmica**

Las experiencias pedagógicas propuestas desde el planetario se sustentan en una epistemología constructivista y se articulan a través de cinco enfoques pedagógicos que permiten una mirada crítica e inclusiva del conocimiento. Esta estructura compleja y flexible no solo responde a las necesidades diversas del público del planetario, sino que también se alinea con los principios fundamentales del pensamiento crítico y científico planteados por la tradición filosófica y pedagógica crítica, desde Kant y Marx hasta Freire, Dewey y la Escuela de Frankfurt.

El punto de partida del modelo pedagógico del Planetario de Bogotá es el reconocimiento del sujeto que aprende como un portador activo de saberes, percepciones y representaciones del

mundo. Este enfoque constructivista del planetario reconoce, tal como lo menciona María Angélica Leal<sup>2</sup>, que los visitantes "es otro que trae ya unas percepciones, unas concepciones del mundo y en conjunto con eso es que construimos y trabajamos de la mano para crear esas comprensiones." (Leal, M.A. entrevista realizada personalmente, 21 de marzo de 2025), por esta razón puede relacionarse con la teoría de Vigotsky (1999) sobre el aprendizaje significativo. Este autor enfatiza que el conocimiento se construye a partir de la interacción entre las experiencias previas del individuo y su entorno social. En el planetario, esto se traduce en actividades como los talleres de "Astrobebés", donde niños de dos años describen texturas para crear dibujos narrativos (Leal, M.A. entrevista realizada personalmente, 21 de marzo de 2025). Estas dinámicas reflejan la idea de Vigotsky de que la imaginación se nutre de elementos concretos de la realidad, permitiendo a los menores "recombinar" sensaciones (como lo suave o frío) en representaciones simbólicas (Vigotsky, 1999, p. 7).

Además, la metodología del planetario evita la educación bancaria criticada por Freire (1970), que reduce al educando a un receptor pasivo. En contraste, el modelo del Planetario se funda en una educación dialógica, en donde la comprensión del universo y sus fenómenos parten de un intercambio horizontal entre saberes ciudadanos y científicos.

Esta visión que promueve un diálogo horizontal se hace manifiesta en programas como Planetario para profes, donde docentes y estudiantes co-crean clubes de astronomía, con lo cual se genera de igual manera, una co-construcción activa del conocimiento, que responde al principio freireano de que *"nadie educa a nadie, nadie se educa solo, los hombres se educan entre sí mediado por el*

---

<sup>2</sup> María Angélica Leal es docente de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, maestra en biología de la Universidad Nacional de Colombia, quien cursa actualmente el doctorado en astrobiología en la misma universidad. Dentro del planetario de Bogotá es la directora del equipo de educación. Al mismo tiempo lidera, desde el año 2021, los procesos de educación, investigación y proyectos que se realizan al interior del planetario, junto con la creación y consolidación del modelo pedagógico de la institución.

*mundo*” (Freire, 1970, p. 54). De igual manera, se podría mencionar que esta práctica tiene la pretensión de ejemplificar la pedagogía propuesta por Freire, en el sentido en que esta concibe la educación como un acto colaborativo de "problemematización del mundo" (Freire, 1970, p. 69), donde el conocimiento surge de la reflexión crítica sobre la realidad.

Este enfoque dialogante también se ve influenciado por las ideas de John Dewey, quien consideraba que el aprendizaje debía partir de la experiencia directa del estudiante y de su participación activa en la resolución de problemas reales (Dewey, 1995). Así, el Planetario ofrece escenarios donde la enseñanza de la astronomía se articula con la vida cotidiana, la cultura, las emociones y los problemas sociales, siguiendo la línea de una pedagogía contextualizada y significativa. La elección de la astrobiología como eje transdisciplinar del modelo es un claro ejemplo de cómo se privilegia un enfoque experiencial, en el cual se puede abordar desde múltiples disciplinas y preguntas fundamentales cómo el origen de la vida y su posibilidad en otros entornos cósmicos.

### **Astrobiología como Puente: Ciencia, Filosofía y Ética en la Exploración Espacial**

Uno de los ejes más potentes en el modelo pedagógico del Planetario es su contribución al desarrollo del pensamiento crítico, entendido como la capacidad de cuestionar la realidad, interpelar las estructuras de poder y actuar en consecuencia para transformar el entorno. Esta noción se encuentra profundamente enraizada en los planteamientos de Kant y Marx. Kant, desde una dimensión epistemológica, propone la crítica como evaluación de los límites del conocimiento humano (Morales Zúñiga, 2014, p. 6), mientras que Marx extiende la crítica hacia la praxis social, enfatizando que el objetivo no es solo interpretar el mundo, sino transformarlo (Marx, 1995, citado en Morales Zúñiga, 2014, p. 7).

El Planetario, como centro cultural y científico, no se limita a difundir conocimientos

astronómicos, sino que plantea espacios donde estos conocimientos se ponen en diálogo con problemas contemporáneos, como el cambio climático, la desigualdad social o las creencias pseudocientíficas. Estos espacios se convierten en escenarios para el ejercicio del pensamiento crítico, entendiendo la astronomía no como un saber neutral, sino como una herramienta de emancipación cognitiva (Wiggershaus, 2016). Así lo demuestran iniciativas como las “charlas incómodas” o las “aulas de co-creación ambiental”, en donde se problematizan temas como el terraplanismo, la astrología, el origen de la navidad<sup>3</sup> o los impactos de la contaminación lumínica, articulando ciencia, cultura y reflexión crítica.

Por otra parte, con relación a la transdisciplinariedad, podemos decir que la elección de la astrobiología como eje transdisciplinar en el planetario responde a la necesidad de integrar áreas como la biología, la astronomía y las ciencias sociales. Esta aproximación se vincula con Vigotsky (1999), quien destaca que la imaginación creadora permite sintetizar elementos dispares para generar nuevas comprensiones. Por ejemplo, al preguntarse “¿cómo fue la vida en nuestro planeta? ¿cómo son esas condiciones para que la vida surja? Y extrapolar estas condiciones a otros lugares del universo para saber si quizás es posible la vida en otros lugares del sistema solar, e inclusive más allá” (Leal, M.A. entrevista realizada personalmente, 21 de marzo de 2025), los visitantes combinan conocimientos científicos con preguntas filosóficas, ejercitando lo que Vigotsky (1999) denomina “actividad combinadora” (p. 6).

Dentro de esta pretensión frente a la transdisciplinariedad también podemos ver reflejada la crítica de Adorno y Horkheimer (2003) a la racionalidad instrumental. Al abordar la astrobiología

---

<sup>3</sup> La Navidad tiene un origen astronómico ya que esta fecha coincide con el solsticio de invierno en el hemisferio norte, que marca el día más corto del año y el inicio del aumento paulatino de las horas de luz. Además, la tradición cristiana de celebrar el nacimiento de Jesús el 25 de diciembre se ha vinculado a antiguas festividades paganas como las Saturnales romanas, que también se celebraban en esta época del año y honraban al dios Saturno. Desde las charlas incómodas planteadas por el planetario este tema se aborda tanto desde su relación con la astronomía, como desde su instrumentalización en términos políticos, culturales y del ejercicio del poder en general.

no solo como un tema técnico, sino como un puente para discutir la ética de la exploración espacial o el cambio climático, el planetario evita caer en un cientificismo vacío. En cambio, adopta una "ciencia dialéctica", como señala Adorno (1962), quien cuestiona el rol social de la ciencia, tal como sugiere sus planteamientos al denunciar que la astronomía puede instrumentalizarse para fines de control.

Un punto crítico mencionado en la entrevista, y que vale la pena traer a colación, es la dificultad del planetario para sostener proyectos a largo plazo debido a los cambios en las administraciones distritales, “, debido a que los cambios que se dan en la administración pública dificultan la medición real de los proyectos.” (Leal, M.A. entrevista realizada personalmente, 21 de marzo de 2025). Esta problemática refleja la advertencia de Habermas (1986) sobre la colonización de la esfera pública por intereses técnico-burocráticos. Cuando los planes educativos se subordinan a agendas políticas efímeras, se pierde la capacidad de generar "razón emancipadora" (p. 10), reduciendo la educación a un instrumento de control. El planetario enfrenta así el reto de mantener su autonomía pedagógica mientras negocia con estructuras de poder que priorizan resultados inmediatos sobre procesos transformadores.

### **Haciendo visible lo abstracto: didáctica experiencial en la enseñanza astronómica**

La metodología del "pensamiento visible", hace tangible el proceso cognitivo, ya que como menciona María Angélica:

“el pensamiento visible lo que nos permite es por medio de lo que llamamos unas rutinas [...] unas rutinas de pensamiento me permiten ver cómo están ocurriendo determinadas acciones que al final se decantan en algo que yo puedo ver, algo que es un producto tangible de ese ejercicio.

Entonces el pensamiento visible es un enfoque que apropiamos precisamente para hacer esto y que se liga con este quinto enfoque, que es el enfoque investigativo.” (Leal, M.A. entrevista realizada personalmente, 21 de marzo de 2025)

Esta metodología, como sugiere Leal, M., se relaciona con la didáctica de la astronomía propuesta por Camino (2011), ya que este autor defiende que la enseñanza debe partir de la observación empírica y la validación de hipótesis, como se evidencia en los cursos infantiles del planetario, donde los niños registran fenómenos celestes en bitácoras. Estas prácticas reflejan el enfoque de Dewey (1995) sobre el aprendizaje experiencial, que vincula la educación con la vida cotidiana. Por ejemplo, al estudiar eclipses lunares en temporadas temáticas como señala Leal, M., los visitantes no solo memorizan datos, sino que conectan conceptos abstractos con fenómenos observables, cumpliendo con el principio de "aprender haciendo" propuesto por el autor. (Dewey, 1995, p. 160).

Otro aspecto fundamental en el modelo del Planetario es su concepción didáctica, orientada a la innovación, la inclusión y la participación activa. Experiencias como “Astrobebés” o los “centros de interés en astronomía” muestran cómo se adapta el conocimiento científico a distintos niveles de desarrollo cognitivo, apelando a metodologías multisensoriales, lúdicas e investigativas. Estas estrategias están en plena consonancia con los planteamientos de la didáctica de la astronomía como disciplina de fusión (Camino, 2011), que busca conectar saberes científicos con las vivencias y contextos sociales de los estudiantes.

Además, estas metodologías se alinean con la perspectiva de Vigotsky sobre la imaginación creadora como motor del pensamiento científico. Al invitar a los niños a imaginar, representar, construir y experimentar con fenómenos astronómicos, se estimula no solo la curiosidad, sino también la capacidad crítica y la autonomía intelectual. Vigotsky (1999) afirmaba que “la

imaginación es la base de toda actividad creadora [...] que hace posible la creación artística, científica y técnica” (p. 4), una idea que se materializa en las actividades del Planetario donde se entrelazan observación, juego, arte y ciencia.

### **Astronomía vs. Astrología: Una Batalla por la Razón en la Era de la Desinformación**

La posición del Planetario frente a estas pseudociencias, como la astrología, se encuentra en la misma vía que las críticas desarrolladas por Adorno sobre la pseudorracionalidad. Para Adorno (1962), la astrología representa una forma de pensamiento mágico que disfraza la alienación bajo la apariencia de racionalidad, promoviendo una ilusión de control sobre el destino. Sin embargo, como señala María Angelica, el enfoque del Planetario no consiste en ridiculizar estas creencias, sino en abordarlas desde una perspectiva pedagógica, como fenómenos culturales que pueden ser resignificados a la luz del conocimiento científico, ya que se parte del hecho de que estas creencias pseudocientíficas no son meros errores y falencias individuales, sino que son el reflejo de una irracionalidad sistémica que hace parte de nuestra cultura. En este sentido, los talleres donde se exploran los signos zodiacales para mostrar los desplazamientos reales de las constelaciones, reflejan un ejercicio educativo que busca el tránsito desde la creencia hacia la comprensión científica, sin negar el valor simbólico o afectivo de estas prácticas.

Esta estrategia pedagógica responde a la crítica propuesta desde la escuela de Frankfurt frente a las industrias culturales y la razón instrumental y, de igual manera, a su propuesta de una ciencia dialéctica, comprometida con la emancipación (Adorno & Horkheimer, 2003). Al confrontar la pseudociencia no desde la negación, sino desde la evidencia, la astronomía se convierte en una vía para desnaturalizar los discursos dominantes y abrir espacios de reflexión crítica. Tal como se afirmó anteriormente, “la astronomía representa el potencial de la razón ilustrada para emancipar al ser humano mediante el conocimiento objetivo” (Adorno, 1962, p. 4).

## **Un cielo para todos: Astronomía como herramienta de inclusión y equidad**

Desde el planteamiento propuesto en la misión social del planetario, se hace evidente y se genera consciencia de las barreras geográficas, económicas y sociales que enfrenta la población bogotana, por esta razón el Planetario ha creado programas como la “Misión Quynza”, que en palabras de María Angelica busca:

“garantizar los derechos culturales, [y] en ese sentido tenemos una oferta que se denomina misión Quynza que además es un nombre que se construye con la ciudadanía y precisamente significa colibrí ¿y qué hace el colibrí? Intentan llegar a todas las flores y eso es lo que hace nuestra misión. Llegar a todo el territorio de la ciudad.” (Leal, M.A. entrevista realizada personalmente, 21 de marzo de 2025),

Este tipo de propuestas encarnan la visión freireana de la educación como herramienta de liberación. Freire (1970) argumenta que el acceso al conocimiento científico “permite a los oprimidos leer el mundo para transformarlo” (p. 54). Al llevar telescopios y talleres a comunidades marginadas, el planetario no solo difunde información, sino que empodera a los ciudadanos para cuestionar desigualdades, logrando vincular así astronomía con emancipación cognitiva (Morales Zúñiga, 2014, p. 8).

Teniendo en cuenta lo anterior, podemos entender que el modelo del Planetario se configura como una apuesta política por democratizar el acceso al conocimiento. Esta iniciativa responde al llamado hecho por Habermas (1986) para recuperar una razón emancipadora, que libere al conocimiento de su lógica tecnocrática y lo ponga al servicio de la justicia social. De esta forma, el Planetario se convierte no solo en un centro de divulgación, sino en un actor educativo comprometido con la garantía de los derechos culturales de las comunidades que han sido excluidas históricamente.

## **Astronomía con Sentido Social: Hacia una Pedagogía Crítica y Contextual**

La experiencia del Planetario de Bogotá demuestra que es posible integrar teoría crítica, constructivismo y didáctica innovadora en la enseñanza de la astronomía. Al vincular la observación del cosmos con problemáticas sociales, fomentar el diálogo problematizador sobre las pseudociencias y democratizar el acceso al conocimiento, esta institución no solo es un centro de divulgación científica, sino que pretende cultivar ciudadanos críticos. Como se ha venido señalando a lo largo del texto, la ciencia podría tener la pretensión de cuestionar las estructuras de poder, y en ese sentido, el planetario se erige como un modelo de cómo la astronomía puede ser un catalizador para la justicia social y la emancipación cognitiva.

El modelo pedagógico del Planetario de Bogotá se presenta como un claro ejemplo de cómo la astronomía, lejos de ser una ciencia abstracta y distante, puede convertirse en una herramienta poderosa para la formación de ciudadanos críticos, curiosos y comprometidos con la transformación de su realidad. Su enfoque constructivista, transdisciplinar y participativo, junto con la incorporación de categorías como el pensamiento crítico, la inclusión, la imaginación creadora y la razón dialógica, lo posicionan como una experiencia educativa que pretende ser coherente con las perspectivas más avanzadas de la pedagogía contemporánea. En un mundo atravesado por la crisis ambiental, el resurgimiento del pensamiento mágico y la banalización de la ciencia, experiencias como la del Planetario de Bogotá son faros importantes para construir una educación transformadora y humanista.

### **Horizontes educativos: Conclusiones y hallazgos**

Antes de iniciar con el apartado de las conclusiones, es fundamental dejar claro que esta investigación no debe entenderse como un ejercicio concluido ni como una respuesta definitiva al

problema planteado. Por el contrario, se reconoce su carácter inicial, exploratorio y propositivo. La complejidad del fenómeno analizado, así como la riqueza de las prácticas del Planetario, abren múltiples caminos para futuras investigaciones que permitan profundizar en el impacto formativo de estos espacios de educación no convencionales. Por ello, se contempla la posibilidad de desarrollar una segunda fase investigativa, idealmente en el contexto de estudios de posgrado a nivel de maestría, que permita ampliar el marco metodológico, integrar experiencias comparativas y generar instrumentos evaluativos que robustezcan el abordaje académico de esta línea de trabajo.

La presente investigación se propuso analizar las maneras en que las prácticas educativas del Planetario de Bogotá pueden contribuir a la construcción de pensamiento científico y crítico en niños, niñas y adolescentes. A lo largo del desarrollo del trabajo, se pretendió evidenciar que estas prácticas, sustentadas en una propuesta pedagógica de orientación constructivista, han logrado configurar un entorno formativo dinámico que integra metodologías activas, enfoques constructivistas y marcos teóricos críticos. Permitiendo, por una parte, que el conocimiento astronómico se convierta en un medio para la formación de subjetividades reflexivas, analíticas y socialmente comprometidas, y por otra, ha logrado proponer una experiencia educativa integral donde se entrelazan el conocimiento, la imaginación, la cultura y la conciencia crítica.

La ruta metodológica y conceptual que orientó el presente trabajo se construye buscando comprender las prácticas educativas del Planetario de Bogotá desde una mirada crítica, situada y coherente con su naturaleza interdisciplinar. El enfoque elegido surge del reconocimiento de que no basta con describir actividades pedagógicas para valorar su impacto, sino que es necesario interpretarlas en función de los marcos teóricos que dan sentido a su propósito formativo, así como del contexto social y educativo en el que se inscriben.

En este sentido, el recorrido investigativo parte de una contextualización inicial que da cuenta de las tensiones y desafíos que enfrenta la educación científica en Colombia, especialmente en lo que respecta a la formación de pensamiento crítico en niños, niñas y adolescentes. A partir de esta elección contextual, se hace necesario recurrir a un marco teórico robusto que permita analizar en profundidad el potencial educativo del Planetario. La inclusión de autores como Paulo Freire, Adorno, Habermas, Dewey y Vigotsky obedece a una necesidad metodológica: estos pensadores aportan herramientas conceptuales para entender la educación como un proceso emancipador, la ciencia como una construcción social situada, y la imaginación como motor del pensamiento complejo. Asimismo, los aportes de la pedagogía crítica y de la teoría sociocultural permiten valorar el papel de la astronomía no solo como disciplina científica, sino como lenguaje cultural que articula razón, emoción, historia y ética.

El trabajo se construye siguiendo una lógica interpretativa que entrelaza el análisis documental, el diálogo con los actores educativos y la reflexión teórica, con el fin de construir una mirada profunda y comprensiva del objeto de estudio. Esta ruta se justifica entonces, no solo por su coherencia interna, sino porque pretende llegar a conclusiones que trascienden lo descriptivo y proponen una lectura del rol que puede asumir el Planetario en la formación de sujetos críticos y científicos.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede mencionar que uno de los principales aportes del Planetario radica en la manera en que construye su modelo pedagógico, lo cual le permite generar experiencias significativas que despiertan en los estudiantes una actitud interrogativa frente al mundo. Desde los programas diseñados para la primera infancia hasta los talleres para adolescentes, la propuesta del Planetario se centra en el fomento de la curiosidad como puerta de entrada al conocimiento. Esta perspectiva pedagógica, orientada por la idea de que el conocimiento es una construcción activa del sujeto en interacción con su entorno, se expresa en la

diversidad de actividades diseñadas por la institución, tales como los clubes de interés en astronomía, los programas ASTROBEBÉS, los semilleros de investigación, etc. En todas ellas, el aprendizaje se presenta como un proceso contextualizado, situado y significativo, en el que la observación directa, el trabajo colaborativo y la formulación de preguntas se configuran como elementos esenciales para el desarrollo de habilidades científicas. En este sentido, se valora su apuesta por transformar la enseñanza de la astronomía en una herramienta para el desarrollo del pensamiento crítico, entendido no solo como una habilidad cognitiva, sino como una disposición ética y política frente al conocimiento y la realidad.

El modelo educativo que promueve el Planetario se articula también con una concepción crítica de la ciencia y de la educación. En este sentido, se destaca la integración del pensamiento crítico como eje transversal de las prácticas pedagógicas. En el mismo horizonte, el pensamiento científico promovido por el Planetario se presenta como un camino para la formación de ciudadanos con una conciencia metodológica y epistémica que les permita analizar los fenómenos desde la evidencia, la argumentación y la contrastación. Esta perspectiva se muestra pertinente en una sociedad donde los discursos pseudocientíficos, la astrología y el pensamiento mágico todavía ejercen una fuerte influencia cultural, muchas veces reforzada por los medios de comunicación y las redes sociales. La labor del Planetario, en ese contexto, adquiere una dimensión ética: no solo se trata de enseñar astronomía, sino de formar mentes que se resistan a aceptar pasivamente la información y que sean capaces de ejercer una lectura crítica del mundo. Asimismo, el componente ético-político del enfoque educativo del Planetario es otro de los aportes relevantes del trabajo. Lejos de asumir una visión aséptica o neutra de la ciencia, las prácticas pedagógicas de la institución promueven la reflexión sobre las implicaciones sociales, ambientales y tecnológicas del conocimiento científico.

De igual manera, la investigación sugiere que una de las potencialidades del modelo pedagógico

del Planetario de Bogotá es su alto grado de transferibilidad y adaptación a otros contextos educativos. Su capacidad de ser replicado radica no en la infraestructura física o en la disponibilidad de tecnología avanzada, sino en la coherencia de su enfoque didáctico, en la solidez de su fundamentación teórica y en su capacidad para articular ciencia, cultura, contexto y subjetividad.

Sin embargo, no todo en esta experiencia investigativa ha sido unívocamente favorable. Si bien se ha logrado construir un panorama amplio sobre el valor pedagógico del Planetario, también es importante señalar ciertas falencias y limitaciones que atravesaron el proceso investigativo y que merecen ser abordadas de forma autocrítica. En primer lugar, la investigación se desarrolló principalmente a partir del análisis documental y de la revisión de marcos teóricos, junto con las entrevistas dirigidas a educadores y directores del Planetario, lo que restringió la posibilidad de observar directamente las prácticas pedagógicas en su dimensión vivencial y de capturar en profundidad los matices afectivos, relacionales y situacionales que enriquecen los procesos de enseñanza y aprendizaje. Cabe aclarar que dichas limitaciones no se deben necesariamente a decisiones metodológicas, sino que responden a los márgenes establecidos dentro del ejercicio investigativo. Al tratarse de un trabajo desarrollado en el contexto de un programa de especialización, las posibilidades de profundización y extensión del trabajo se ven condicionadas, principalmente, por la brevedad del tiempo disponible. En este sentido, se reconoce que una futura etapa, posiblemente en el marco de una investigación de maestría, permitiría abordar con mayor amplitud y rigurosidad aquellos aspectos que en esta primera aproximación solo pudieron ser esbozados.

En segundo lugar, si bien se argumentó de manera consistente sobre la relevancia de la astronomía como herramienta educativa crítica, no se logró obtener una evaluación sistemática de los impactos reales de estos programas en los procesos cognitivos de los participantes. Habría

sido deseable incluir en el estudio indicadores de impacto, testimonios directos o análisis longitudinales que permitieran establecer con mayor claridad la relación entre las prácticas del Planetario y el desarrollo del pensamiento crítico y científico en la población objetivo. De no hacerlo, el riesgo es quedarse en una mirada idealizada, sin contrastar suficientemente la teoría con la experiencia concreta, lo cual se pretende llevar a cabo en la siguiente fase de la investigación.

Por otro lado, aunque el trabajo aboga por una enseñanza crítica y contextualizada de la ciencia, los limitantes mencionados anteriormente, no permitieron profundizar en los desafíos estructurales que enfrenta la educación científica en el país para articularse con espacios no formales como el Planetario. Las tensiones entre los currículos oficiales, la formación docente deficiente en astronomía, y la poca inversión estatal en ciencia y tecnología fueron mencionadas tangencialmente, pero merecen un tratamiento más profundo.

Pese a estas limitaciones, el estudio permitiría afirmar que el Planetario de Bogotá cumple una función estratégica en la democratización del conocimiento astronómico y en la formación de una ciudadanía reflexiva. Su trabajo pretende romper con la lógica de la enseñanza tradicional de las ciencias y propone, en cambio, una pedagogía activa, situada, interdisciplinar y emocionalmente significativa. En este sentido, el Planetario actúa como un mediador cultural que vincula a las nuevas generaciones con la ciencia no desde la imposición, sino desde la experiencia, la emoción y la problematización del entorno.

Finalmente, es importante destacar que el Planetario de Bogotá no solo enseña sobre el cosmos, sino que enseña a mirar el mundo desde una perspectiva más amplia, más crítica y más humana. La astronomía, en su versión pedagógica, puede abrir horizontes de comprensión que permiten ver más allá de los límites impuestos por la escuela, por los medios y por las narrativas dominantes. De ahí que el cielo, en este caso, no funcione como una escapatoria, sino como un

espejo: al mirar hacia las estrellas, los estudiantes aprenden también a interrogar las sombras de la tierra, a cuestionar lo establecido y a construir, colectivamente, nuevas formas de habitar el mundo. De esta forma, el cielo se convierte en aula, y la educación, en un camino hacia la emancipación.

## Referencias

- Adorno, T. W. (1962). Superstición de segunda mano. En *Escritos sociológicos* (pp. 1-28).
- Adorno, T. W. y Horkheimer, M. (2003). *Dialéctica de la Ilustración*. Trotta. (Trabajo original publicado en 1944).
- Adúriz-Bravo, A. (1999). *Enseñanza y naturaleza del pensamiento científico*. IDEP. Páginas 12-15.
- Barrios Salgado, L., & Cifuentes Peña, L. C. (2022). *Del dualismo a la dualidad entre las experiencias estética e inteligible: Un proyecto pedagógico con niños y niñas vinculados al programa Centros de Interés en Astronomía del Planetario de Bogotá*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Bocanegra Caro, G. (2018). *La astronomía como recurso de aprendizaje interdisciplinar en la escuela para el grado quinto* [Tesis de maestría, Universidad del Tolima]. Repositorio Universidad del Tolima.
- Carrillo, C. (2012). *Desarrollo del pensamiento científico en la escuela*. Bogotá: Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico.
- Cambil, M. de la E., Fernández Paradas, A. R., & Alba Fernández, N. (2023). *La didáctica de las ciencias sociales ante el reto de los ODS*. Narcea.
- Camino, N. (2011). *La didáctica de la astronomía como campo de investigación e innovación educativas*. I Simposio Nacional de Educación en Astronomía, Rio de Janeiro.

- Cortés, C. J., et al. (2017). Un universo de sentidos. Matices en la comunicación e interacción en el Planetario de Bogotá. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/9239>.
- Delgado de Colmenares, F. (2002). La educación contemporánea entre la racionalidad y la emancipación. *Acción Pedagógica*, 11, 5-12.
- Dewey, J. (1995) Democracia y educación. Una introducción a la filosofía de la educación. Ediciones Morata, S. L.
- Dewey, J. (1934). *El arte como experiencia*. Paidós Ibérica, S, A.
- Díaz, L. (2018). *Sistematización de la práctica pedagógica en torno a la percepción de la implementación del proyecto pedagógico para la primera infancia, Astrobébés, del Planetario Distrital de Bogotá* [Trabajo de grado, Universidad Pedagógica Nacional].
- Duque-Escobar, G. (2017). *Guía astronómica: Astronomía en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Seccional Manizales.
- Donato Morales, J. C. (2020). *Formación del pensamiento crítico en contextos escolares. Caso club de Astrociencias colegio Cundinamarca* [Trabajo de grado, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio UPN.
- Falkembach, E. M., & Frantz, W. (2015). *Sistematización, creación de conocimiento, epistemologías no eurocéntricas*. Educación y Ciudad, 29, 62-70.
- Freire, P. (1969). *Pedagogía del oprimido*. Montevideo, Tierra nueva. Buenos Aires, Siglo XXI, Argentina Editores. 1972.
- Gómez, A. L. (2011). *La didáctica de las ciencias sociales como fuente para la formación de maestras/os*. *Revista Educación y Pedagogía*, XIV (34), 15-16.

- Gómez-Mendoza, Y. (2022). La práctica pedagógica en la formación de educadores infantiles de la Universidad Pedagógica Nacional. *Nodos y Nudos*, 8(53), 90-102.
- Gómez, Y. (2019). Astronomía en la educación en ciencias de la primera infancia. Algunas consideraciones desde la formación de educadoras y educadores infantiles. En *Planetario de Bogotá, mucho más que estrellas. Publicación 50 años (1969-2019)*. Alcaldía Mayor de Bogotá.
- Gudmundsdóttir, S., & Shulman, L. S. (2005). *Conocimiento didáctico en ciencias sociales*. Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado.
- Habermas, J. (1986). *Ciencia y técnica como ideología*. Tecnos.
- IDARTES. (2020). *Propuesta educativa de los Centros de Interés en Astronomía del Planetario de Bogotá*.
- Izquierdo, M. (2003). *Innovación pedagógica y pensamiento crítico*. IDEP. Páginas 13-18.
- López-Gómez, F. F. (2015). *Cronología simultánea: política y astronomía. La Colmena*, (87), 51-59.
- López, Y; Giraldo, M. (2016) *Astronomía para niños: Acercamiento de los niños y las niñas entre los siete y ocho años del Colegio Colombo Francés a las nociones astronómicas y meteorológicas cielo lejano y cielo cercano*.
- Martínez Chaves, J. J., & Roa Cabrera, L. J. (2020). *AM-HO: Posibilidades para el desarrollo de actitudes favorables hacia la ciencia a través del enriquecimiento de ambientes en el Programa ASTROBEBÉS del Planetario de Bogotá*. Universidad Pedagógica Nacional.

- Mate, R. (2000). *Las Escuelas de Frankfurt o “Un mensaje en una botella”*. En J. Mugenza & P. Cerzo, *La filosofía hoy*.
- Morales Zúñiga, L. C. (2014). *Pensamiento crítico en la teoría educativa contemporánea*. *Actualidades Investigativas en Educación*, 14(2), 1-23.
- Mosquera, C. (2008). *Desarrollo del pensamiento científico en la escuela*. Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico (IDEP). Páginas 15-18.  
Recuperado de: <https://biblioteca-repositorio.clacso.edu.ar/bitstream/CLACSO/4846/1/DesarrolloPensamientoCientifico.pdf>
- Ortega-Sánchez, D. (2019). Didáctica de las Ciencias Sociales: Finalidades, retos y perspectivas de investigación en el contexto español. *Temas de Educación*, 25(1), 31-33.
- Palacio Díaz, A. (2020). *La Escuela de Frankfurt: El pensamiento decolonial y sus debilidades complementarias: Hacia un universalismo desde el Sur*. Millcayac - Revista Digital de Ciencias Sociales, 419-440.
- Prieto, G. E., & Sánchez, A. P. (2023). Didáctica de las ciencias naturales. *Rastros y Rostros del Saber*, 2(41), 43-45.
- Rey Morató, J. del (2004). Adorno y la crítica de la cultura de masas. *CIC. Cuadernos de Información y Comunicación*, 9, 41-67.

- Ruíz Bermúdez, W. G. (2021). *Sistematización de experiencias en torno a las concepciones de la vida y lo vivo en el Planetario de Bogotá*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Santacruz Guerrero, P. (2013). *Teoría crítica de la Escuela de Frankfurt*. Revista de Filosofía y Ciencias Sociales.
- Santos, A. (2003). *La enseñanza para el desarrollo del pensamiento científico*. IDEP. Páginas 11-14.
- Segura, D. (2013). *El pensamiento científico y la formación temprana: una aproximación a las prácticas escolares en los primeros años vistas desde la ciencia y la tecnología*. Revista Infancias Imágenes, 12(1), 131-140.
- Shulman, L. S. (1987). *Knowledge and teaching: Foundations of the new reform*. Harvard Educational Review.
- Smuts, J. (1936). *Holism and Evolution* Third edition. London: Macmillan & Com limited.  
[Obtenido de [http://www.newciv.org/ISSS\\_Primer/asem03sd.html](http://www.newciv.org/ISSS_Primer/asem03sd.html). Consultado en: noviembre 20 de 2017]
- Tabares Gallego, S. J. (2022). *La astronomía como estrategia para una enseñanza interdisciplinar. Análisis de una propuesta didáctica para la cualificación de profesores en contexto no formal* [Tesis de grado, Universidad de Antioquia]. Biblioteca Digital UdeA.
- Torres Arango, C. & Duque-Escobar, G., (2023). *La Astronomía en Colombia: Perfil Histórico*.

- Valderrama, A. D., Navarrete Flórez, D. S., Torres Merchán, N. Y., & Vera Villamizar, N. (2021). Enseñanza de la astronomía en Colombia: Aportes y desafíos. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (Extraordinario), 1–18.
- Vygotsky, L. (1999) Imaginación y creación en la edad infantil (F. Martínez, Traductor, 2.<sup>a</sup>) (PP. 4-21) Pueblo y Educación. (Trabajo original publicado en 1975).
- Wernicke, C. (1994). *¿Qué es Holismo?* [Obtenido de <https://www.holismo.org.ar/> Consultado en: marzo de 2025]
- Wiggershaus, R. (2016). *La Escuela de Frankfurt*. Titivillus.

## **Anexos**

En este apartado se presenta la evidencia del trabajo metodológico que se realizó con el fin de comprender con mayor profundidad la propuesta pedagógica que se construye desde el Planetario de Bogotá y su contribución en la construcción del pensamiento crítico y científico en niños niñas y adolescentes.

### **Entrevista**

#### **Transcripción entrevista María Angélica, directora pedagógica del planetario de Bogotá**

##### **Entrevistador (E)**

**María Angélica Leal (M.A):** Doctora en biología, líder de los procesos de educación, investigación y proyectos desde el 2021.

**(E):** ¿Cuál es la apuesta del planetario de Bogotá?

**(M.A):** El planetario de Bogotá es un equipamiento cultura de la subdirección de IDARTES, eso nos hace que tengamos una vocación como escenario cultural. Además, pertenece al sistema nacional de museos, es decir, el planetario de Bogotá también es un museo. Adicionalmente a eso, el planetario bajo la definición de planetario está en la categoría de centro de ciencia [...] Adicionalmente a eso, el planetario de Bogotá es un lugar que es referente de la ciudad en términos históricos, en términos de lo que representa. ¿Por qué traigo esto a colación? Porque como somos tantas cosas a la vez, y además atendemos a todo tipo de público que va desde los 0 años hasta siempre, o sea, es decir, acá puede venir todo el mundo. Recibimos personas que hace algunos años decíamos que no eran nuestro público y con mucha alegría podemos decir hoy en día que son nuestro público. Es decir, personas con discapacidad, diversidad cultural, de género, o sea, tenemos un amplio espectro de formas en las que atendemos. Entonces como tenemos todo este abanico, cuando nosotros nos planteamos cómo hacer un ejercicio educativo en el planetario de Bogotá, y además nace como una necesidad en el marco de certificación de centros de ciencia, entonces en ese ejercicio de preguntarnos ¿cómo hace la educación el planetario de Bogotá? Nos planteamos un ejercicio a partir de 5 enfoques. Y digamos que acá es donde es bien particular, cuando uno desde el aula y desde los ejercicios tradicionales ve esta confluencia de enfoques dice esta gente está loca, porque hay muchísimas cosas aquí mezcladas. Pero la realidad es que la tenemos así

porque es lo que necesitamos para responder a nuestro público y a nuestros objetivos desde las diferentes aristas.

Partimos inicialmente entonces de una teoría constructivista, y partimos de esta teoría porque consideramos que la persona que llegan al planetario del Bogotá no son un cerebro vacío, sino que es otro que trae ya unas percepciones, unas concepciones del mundo y en conjunto con eso es que construimos y trabajamos de la mano para crear esas comprensiones. Entonces, luego, partimos de esos 5 enfoques.

Tenemos un enfoque que va hacia la Ciencia, tecnología y sociedad; tuvimos muchas discusiones en su momento, porque uno de los enfoques que queríamos tal vez trabajar era el enfoque STEM, pero cuando reconocíamos que en realidad teníamos un que hacer en ese rol que tenemos en la sociedad, en nuestro rol de hacer apropiación social de los conocimientos y divulgación pública de la ciencia, pues en realidad era fundamental que nosotros habláramos de ciencia, tecnología y sociedad. Por eso tenemos ese primer enfoque que es el CTS.

Tenemos un segundo enfoque que corresponde al enfoque del enfoque diferencia, que se une un poco a lo que también trabajamos desde el otro que es el diseño universal, entonces procuramos que nuestras experiencias sean lo más flexibles posibles para que todo el mundo pueda hacer parte de ellas. Pero también reconocemos que en algunos casos necesitamos hacer ciertas diferenciaciones y ciertos ajustes a nuestras experiencias, para que efectivamente podamos atender, valga la redundancia, de manera efectiva a esos tipos de comunidades, a ese tipo de ciudadanía que viene al planetario. Te voy a poner un ejemplo, hemos tenido experiencias en donde hemos atendido a poblaciones sordo-ciegas, entonces, partimos de ese enfoque diferencial para esas experiencias que vamos a construir, pero a su vez creamos un ejercicio de diseño universal que otras personas que estén en el escenario, otros ciudadanos, pudieran habitar estas experiencias, aun cuando las pensamos para la población sordo-ciega.

Entonces ahí vamos 3 enfoques. Tenemos otro enfoque que corresponden al pensamiento visible, este pensamiento parte de algo fundamental y es que [...] muchas veces no puedo saber qué está pasando por la cabeza del estudiante o de la persona con la que estoy interlocutando, ese ciudadano con el que estoy haciendo el proceso educativo, a veces nuestros estudiantes nos dan pistas, y uno se da cuenta cuando están bostezando, no te están poniendo cuidado, pero no todo el mundo es así. Entonces el pensamiento visible lo que nos permite es por medio de lo que llamamos unas rutinas

[...] unas rutinas de pensamiento, me permiten ver cómo están ocurriendo determinadas acciones que al final se decantan en algo que yo puedo ver, algo que es un producto tangible de ese ejercicio. Entonces el pensamiento visible es un enfoque que apropiamos precisamente para hacer esto y que se liga con este quinto enfoque, que es el enfoque investigativo. Nosotros como centro de ciencia, estamos en la capacidad de generar nuevo conocimiento, y es investigar sobre nuestras propias prácticas, definir qué es lo que más nos funciona, qué es lo que más nos sirve sobre esto que realizamos. Hemos tenido unas experiencias muy interesantes hace un año tal vez, un poquito más, en donde se publica un capítulo del libro sobre el programa “planetario para profes” que es precisamente recogiendo estas experiencias.

Entonces hay lo ligamos cuando tenemos que recoger esa evidencia ¿de dónde sale que yo sepa si se cumplió o no los objetivos? Pues de esa evidencia que sale del pensamiento visible y que me sirve para responder esas preguntas también investigativas. Al final estos enfoques me permiten anclar todo lo que desarrollamos y estar interrelacionado, donde en el centro tengo un enfoque o una teoría constructivista.

¿Qué ocurre? Que, si yo necesito trabajar todos estos temas, desde una perspectiva tan amplia, necesitábamos elegir un eje transdisciplinar, es decir que nos permitiera trabajar con todas las áreas del conocimiento. Nosotros acá tenemos línea de biología, ciencias de la tierra, astronomía, tenemos la línea de enfoque diferencial, la línea de infancia más todo lo que nos articulamos ya de por sí al estar en el instituto distrital de las artes, con las artes y la cultura. Entonces necesitábamos un eje transversal que nos permitiera, efectivamente, hablar de estos temas y ahí es donde nace que íbamos a seleccionar el tema de la astrobiología, porque cuando yo me hago una pregunta para entender ¿cómo fue la vida en nuestro planeta? ¿cómo son esas condiciones para que la vida surja? Y extrapolar estas condiciones a otros lugares del universo para saber si quizás es posible la vida en otros lugares del sistema solar, e inclusive más allá, pues me lo puedo preguntar desde diferentes puntos de vista.

Entonces fíjate que surge un abanico de posibilidades que nos permite ese eje transdisciplinar ¿Al final qué tenemos? Entonces tenemos un eje que me permite articular estos 5 enfoques desde una mirada constructivista y que al final con esos diferentes productos que yo genero de esos pensamientos visibles, puedo hacer esos ejercicios de investigación y al final me permiten evaluar mis procesos. En el modelo nosotros planteamos que este es un ejercicio de largo aliento, estamos

hablando de un ejercicio de 5 a 10 años para que realmente sea una evaluación adecuada de si esta es una estrategia de pueda continuar, esto es así a grandes rasgos.

**E:** ¿De qué manera miden la incidencia que tiene el planetario dentro de la formación del pensamiento crítico y científico en su público?

**M.A:** Astrobebés ha pasado por todos los tipos de transformación, antes de pandemia era una cosa, luego durante la pandemia se pausa y luego empezamos un proceso de renovación física de nuestro escenario. Hemos hecho un par de ejercicios, pero más a manera de ejercicios y acciones puntuales, entonces voy a poner el caso de un ejercicio que se hizo con la embajada de Polonia y era precisamente sobre unos escritos de Stanislaw Lem, y específicamente la embajada nos dijo, queremos que hagan un taller sobre este autor que escribe ciencia ficción y que sea para niños. Cuando preguntamos la edad a nosotros nos habían dicho que era sobre los 8 años, cuando ¡oh sorpresa! En realidad, antes nos confirmaron que iban a ser cerca de los 2 añitos, hasta los 8 – 9 años, es un rango muy amplio, además.

Con ellos hicimos un ejercicio multisensorial, lo cual es fundamental con estas edades, poder jugar con diferentes tipos de texturas, y con ellos hicimos una evaluación bien interesante y es que teníamos unas cajas donde ellos no sabían que había, los padres de familia no podían tocar lo que había ahí y eran los niños quienes tenían que decirles qué era lo que estaban sintiendo y a través de esa descripción era que junto a su padre de familia podían hacer el dibujo del dragón que era el que aparecía en los cuentos que estábamos trabajando.

¿Qué cosas interesantes encontramos? Que asumimos que de pronto los más pequeñitos de 2 años de pronto no pueden transmitir tanta información sobre cómo perciben el mundo y la realidad es que sí. Entonces teníamos, por ejemplo, por ponerte un caso, dentro de una de las cajas una bolsa de agua caliente de estas que vienen envueltas en peluche. En los registros lo que hacíamos era anotar en las hojas, es decir, lo que el papá anotaba era lo que el niño o la niña les decía. Entonces por ejemplo en esos casos tenemos como “suave” ¿sí? Hay una descripción de algo que él sintió ¿sí? Duro, frio, mojado, algunas palabras, no te logran armar todo el contexto como si lo hacían los niños de 8 años. Y aunque no lo hacían como el niño de 8 años lo hacía, sí estaban interpretando el mundo. Entonces ese tipo de observaciones que podemos sacar de esto sí nos permiten entender cómo ellos efectivamente apropian ese mundo y qué interpretaciones hacen.

Hemos trabajado mucho desde un ejercicio más como una observación participante, también hemos tenido otras experiencias donde hemos trabajado el tema de las bitácoras. Por ejemplo, en nuestros cursos infantiles, van algunos de nuestros profesionales que hacen parte del planetario, pero van específicamente a tomar la bitácora entonces es una observación que en algunos casos es participante y no participante ¿Listo? Pero esa es la forma en la que lo hemos hecho.

**E:** ¿De qué manera se alinean estas propuestas pedagógicas del planetario con los desafíos globales actuales? Por ejemplo, el enfoque frente al cambio climático, hacia la exploración espacial. ¿De qué manera entonces el planetario logra vincular sus objetivos con estas nuevas líneas que aparecen dentro del espectro de la enseñanza de la astronomía?

**M.A:** La forma como nosotros articulamos estos temas que son de actualidad y además nos generan ciertos tipos de problemáticas en la actualidad, los solemos trabajar a través de temporadas o a nivel de unos hitos del mes. Por ponerte un ejemplo, la semana pasada tuvimos un eclipse de luna, entonces este mes estuvimos hablando sobre el eclipse. Vamos a tener en el planetario, este año, dos temporadas. Primer bloque, sobre los 100 años de los planetarios y un segundo bloque donde nosotros estamos hablando sobre la cuántica, que además es el año internacional de la cuántica. Entonces de ahí nos anclamos.

No quiere decir que las apuestas, por ejemplo, en términos de cambio climático no las abordemos, sino que las abordamos desde un ejercicio que denominamos las aulas de co-creación ambiental y precisamente son reconocer problemas ambientales que tenemos inclusive en nuestra ciudad y cómo con la ciudadanía podemos abordarlas y trabajarlas ¿si? Entonces una cosa es el modelo de cómo hacemos las cosas, que es lo que encuentras en el modelo pedagógico, y otra cosa es la definición temática de qué construimos año a año, mes a mes, eso es un poco diferente, por supuesto nos alineamos con esos ejercicios.

**E:** ¿De qué manera el planetario ha abordado este debate entre superstición y ciencia que puede verse encarnado en pseudo saberes como la astrología y el terraplanismo?

**M.A:** Nosotros hacemos una apropiación social de los conocimientos eso ¿qué significa? Que nosotros no somos como la universidad que viene y te da clase y ya, tomaste tu clase y se acabó. Sino que lo que procuramos es construir con la ciudadanía, hacer un proceso de dialogo conjunto, para que a la final eso que recogemos sea en conjunto. En ese sentido, eso que acabas de mencionar,

fijate que utilizaste una palabra que para nosotros no tiene cabida y es saberes válidos, al ponerles ese carácter de válido da a entender que lo otro no es válido. Lo que pasa es que no es que no lo sea, es que hay que saber desde donde estoy hablando yo, entonces si yo estoy hablando desde ese tema astrología, claro no lo voy a abordar desde la ciencia porque en la ciencia no va a tener cabida. Si se habla más como un proceso cultural, no sé, o desde algunas cosas así. Sí hemos hecho inclusive y tenemos un taller, que es sobre el cumpleaños y es el zodiaco, entonces a la gente le contamos, oye y tú qué signo eres, literalmente así, donde la gente nos dice y empezamos a trabajar el tema y lo miramos desde la astronomía y qué implica entonces cómo se mueven en el cielo y cómo aparentemente entonces vemos lo que vemos, entonces listo ¿qué es lo que tenemos allí? Y hemos tenido casos en donde la gente dice ¿Cómo así? Yo no soy de este signo soy de otro ¿sí? Entonces listo ¿realmente qué significa? Pues no en tu vida práctica no significa realmente nada en términos de que no te va a afectar que este el regente en Leo o lo que sea ¿cierto? Pero tienes ahí un tema de interés cultural ¿sí? Nosotros no le tememos a este tipo de discusiones inclusive puedes acercarte el último sábado de cada mes que tenemos planetario nocturno y tenemos una franja que se denominan charlas incómodas y son charlas donde tocamos esos temas que a veces no gustan, como el origen de la navidad, ¿llegamos realmente a la luna?, esa clase de cosas que a veces es como cuestionado ampliamente y cómo desde la ciencia lo trabajamos. No es que cada saber no sea válido, lo que pasa es que depende desde donde yo me pare y desde la ciencia, claro, nosotros partimos desde debates, evidencias y que además esto sea comprobable y replicable. Porque eso es lo propio de la ciencia, si algo no cabe en eso, pues claro no es algo que se pueda enmarcar dentro de la ciencia. Pero quizás sí desde un proceso cultural, ya otra cosa es que entonces se hagan ejercicios, hemos tenido desafortunadamente algunas historias donde gente que es abiertamente antivacunas, promueve esto y esto ya trasciende a otra esfera que es en contra de la salud pública, eso es otra historia. Pero en general procuramos tener este tipo de charlas incómodas.

**E:** Siendo conscientes de la misión social que tiene el planetario ¿cómo se aseguran que la ciencia y los servicios que ofrece el planetario, no se vuelva un privilegio urbano, sino que también las zonas rurales de Bogotá también puedan acceder a estos conocimientos y a estas actividades?

**M.A:** Entonces a nivel de Bogotá es donde opera el planetario, nosotros no podemos operar más allá de Bogotá porque somos el planetario de la ciudad que es pagado con recursos del distrito, eso es lo primero que debemos tener en mente. Ahora bien somos absolutamente conscientes que somos

una ciudad de casi 9 millones de habitantes en la cual tenemos un 80% de los cuales tienen bajos recursos, esa es nuestra realidad. Y que además somos una ciudad que si yo me muevo de punta a punta me puedo demorar más de 5 horas, estamos ubicados en el centro de la ciudad y sabemos que no todos pueden acceder a esto. Nosotros somos un escenario que le pertenece al IDARTES, cuya misión es garantizar los derechos culturales, en ese sentido tenemos una oferta que se denomina misión quynza que además es un nombre que se construye con la ciudadanía y precisamente significa colibrí ¿y qué hace el colibrí? Intentan llegar a todas las flores y eso es lo que hace nuestra misión. Llegar a todo el territorio de la ciudad. Entonces nosotros habitamos en parques, habitamos casas, habitamos en diferentes lugares que pueden llegar a ser muy alejados y donde sabemos que la ciudadanía tal vez no va a venir de otra manera al planetario, pero cuando vamos y hacemos estos procesos, hacemos estos ejercicios y los enamoramos, tal vez luego si quieren y puedan venir a visitarnos, a veces no. Pero igual vamos a los territorios.

**E:** ¿cuál crees que ha sido ese obstáculo más grande que ha tenido que enfrentar el planetario para realmente mantener su impacto social?

**M.A:** Creo que aquí el tema principal es la relación que existe con la política pública vs qué tanto de lo que desarrollamos está anclado al plan de gobierno y en los planes de desarrollo. Ya que estos limitantes condicionan el desarrollo de los programas, debido a que los cambios que se dan en la administración pública dificultan la medición real de los proyectos.

**E:** ¿Qué otros proyectos están construyendo el planetario con miras a seguir inspirando a la juventud y a las nuevas generaciones en el estudio de la ciencia?

**M.A:** Yo creo que al final todos nuestros programas, a diferencia de algunos muy puntuales, que pueden ser ya como para público adulto, todos los demás son o tienen un ejercicio motivacional, inspiracional y vocacional. Pero resalto un par, uno de ellos son nuestros centros de interés en astronomía, que es un convenio que desarrollamos en conjunto con la secretaría de educación del distrito, lo que hacemos allí es que atendemos en el marco de la extensión de la jornada y en el cual nosotros hacemos un ejercicio directamente en las instituciones. Cuando hacemos estos ejercicios, pues definitivamente que el estudiante se conecte con un tema que normalmente no ve en su curriculum del aula, pues es algo que definitivamente puede motivar esas emociones. Un segundo programa, el planetario para profes, el cual es muy importante ya que aquí llegan profes que tienen muchas preguntas, motivados, así como tú, con ciertos intereses de cómo relacionar la astronomía

y terminan creando sus clubes. Tenemos el caso de un compañero que genera todo su proyecto de vida con relación a la astronomía ya que su profe hace parte del planetario para profes y funda el club en el que él hace parte cuando es niño y eso es una realidad de cómo impactamos y generamos esas vocaciones.

Lo hacemos también a través de esos cursos infantiles, en donde podemos hacer que los más pequeños entiendan cómo se desenvuelve un científico en ciertas ramas del conocimiento, entonces en estos cursos pues abordamos estos puntos. Entonces, todos nuestros programas tienen alguna manera de inspirar, pero el enfoque y la forma en la que lo hacemos es lo que cambia.