

# ASTRONOMÍA Y EDUCACIÓN

*Aportes para la enseñanza de la astronomía en Colombia*



Editores:  
Daniel Alejandro Valderrama  
Santiago Vargas Domínguez

ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES  
COLECCIÓN JULIO CARRIZOSA VALENZUELA, No. 20



Academia Colombiana  
de Ciencias Exactas,  
Físicas y Naturales

90 Años









# ASTRONOMÍA Y EDUCACIÓN

*Aportes para la enseñanza de la astronomía en Colombia*

DANIEL ALEJANDRO VALDERRAMA, SANTIAGO VARGAS DOMÍNGUEZ

Editores



Academia Colombiana  
de Ciencias Exactas,  
Físicas y Naturales

**90 Años**  
1936 - 2026

ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

COLECCIÓN JULIO CARRIZOSA VALENZUELA, No. 20

Catalogación en la publicación Academia  
Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
Colección Julio Carrizosa Valenzuela, No. 20

Daniel Alejandro Valderrama, Santiago Vargas Domínguez. Astronomía y Educación:  
Aportes para la enseñanza de la astronomía en Colombia. Bogotá: Academia Colombiana  
de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2026.

310 p. il. ISBN: 978-628-97258-8-9

**Palabras clave:** 1. Astronomía, 2. Educación en astronomía, 3. Formación docente en ciencias, 4. STEAM y ciudadanía científica, 5. Interdisciplinariedad en educación.

**Astronomía y Educación: Aportes para la enseñanza de la astronomía en Colombia** es una obra colectiva que reúne las contribuciones de destacados académicos y profesionales dedicados a fortalecer la educación astronómica en el país.

© Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
Carrera 28A No. 39A-63, Apartado 44763, Bogotá, D.C. Colombia  
2026

© Daniel Alejandro Valderrama, Santiago Vargas Domínguez

ISBN: 978-628-97258-8-9

Diagramación y diseño de portada: Santiago Vargas Domínguez

Editores: Daniel Alejandro Valderrama<sup>1</sup>, Santiago Vargas Domínguez<sup>2</sup>

Autores en orden alfabético: Cristian Goetz Therán<sup>3</sup>, Karen Alexandra Gutiérrez Amaya<sup>1</sup>, Freddy Moreno Cárdenas<sup>4</sup>, Ángela Pérez Henao<sup>5</sup>, Edilberto Suárez Torres<sup>6</sup>, Daniel Alejandro Valderrama<sup>1</sup>, Santiago Vargas Domínguez<sup>2</sup>, María Cristina Zárate<sup>7</sup>

1. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. 2. Universidad Nacional de Colombia, Observatorio Astronómico Nacional. 3. Olimpiadas Colombianas de Astronomía. 4. Centro de Estudios Astrofísicos, Gimnasio Campestre. 5. Red de Astronomía de Colombia. 6. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 7. INEM Francisco de Paula Santander.



Esta Publicación se ha financiado mediante la transferencia de recursos del Gobierno Nacional a la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

El Ministerio de Educación Nacional no es responsable de las opiniones aquí expresadas.

*Derechos reservados. Este libro o partes del mismo no pueden ser reproducidos sin la autorización de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y del autor.*



*Dedicado a quienes encuentran en el cielo nocturno  
la inspiración para enseñar, soñar y construir un futuro  
iluminado por el conocimiento*



# CONTENIDO

<b>INVITACIÓN AL LECTOR.....</b>	<b>Página 13</b>
----------------------------------	------------------

## **CAPÍTULO 1: CONTEXTO GENERAL DE LA ASTRONOMÍA Y SU ENSEÑANZA EN COLOMBIA**

*Santiago Vargas Domínguez, Freddy Moreno Cárdenas, Edilberto  
Suárez Torres*

INTRODUCCIÓN .....	Página 19
METODOLOGÍA .....	Página 22
RESULTADOS .....	Página 24
Breve fundamentación epistemológica en torno a la astronomía .....	Página 25
Raíces culturales y ancestrales de la astronomía en Colombia .....	Página 29
Astronomía en Colombia en tiempos de la Colonia y la República (hasta el siglo XX) .....	Página 36
La enseñanza de la astronomía en Colombia .....	Página 43
Iniciativas educativas y proyectos de divulgación recientes .....	Página 51
CONCLUSIONES .....	Página 56
REFERENCIAS .....	Página 58

## **CAPÍTULO 2: FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS Y DIDÁCTICOS SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA EN COLOMBIA**

*Daniel Alejandro Valderrama, Angela Pérez Henao, María Cristina Zárate*

INTRODUCCIÓN .....	Página 65
METODOLOGÍA .....	Página 67
Diseño de la investigación .....	Página 67
Fuentes de información .....	Página 68
Técnicas de análisis de la información .....	Página 68
RESULTADOS .....	Página 70
Reflexiones histórico-conceptuales de la pedagogía como disciplina y práctica educativa .....	Página 70
Principales modelos pedagógicos y su relevancia para la enseñanza de las ciencias .....	Página 77
Pedagogía para los procesos educativos de la astronomía en Colombia .....	Página 82
La didáctica y los procesos de enseñanza-aprendizaje de las astronomía .....	Página 87
Instrumentos para la planificación y evaluación didáctica .....	Página 92
Innovación educativa en astronomía en Colombia; lectura crítica del estado actual y perspectivas para su desarrollo .....	Página 98
CONCLUSIONES .....	Página 103
REFERENCIAS .....	Página 105



**CAPÍTULO 3: DEL CURRÍCULO OCULTO A LA PROPUESTA FORMAL: DISCUSIONES SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA EN COLOMBIA**

Daniel Alejandro Valderrama, Karen Alexandra Gutiérrez Amaya,  
Santiago Vargas Domínguez

INTRODUCCIÓN ..... Página 117

METODOLOGÍA ..... Página 119

RESULTADOS ..... Página 122

América y la inserción curricular de contenidos sobre astronomía ..... Página 122

Currículo y enseñanza de la astronomía en Colombia. ... Página 130

Aportes de docentes y docentes en formación a la discusión ..... Página 138

Algunos aportes para la transformación curricular ..... Página 153

CONCLUSIONES ..... Página 158

REFERENCIAS ..... Página 160

**CAPÍTULO 4: FORMACIÓN DOCENTE EN ASTRONOMÍA: PERSPECTIVAS COLOMBIANAS**

*Daniel Alejandro Valderrama, Karen Alexandra Gutiérrez Amaya,  
Edilberto Suárez Torres*

INTRODUCCIÓN ..... Página 171

METODOLOGÍA ..... Página 173

RESULTADOS ..... Página 175

Trasegar histórico epistemológico de la formación docente en Colombia ..... Página 175

Panorama latinoamericano frente a la formación inicial docente en astronomía ..... Página 179

Formación inicial docente sobre astronomía en Colombia; algunas perspectivas..... Página 184

El estado actual de los procesos de formación docente en astronomía .....	Página 188
Una propuesta para el abordaje de la astronomía en la formación inicial docente .....	Página 198
¿Qué pasa con los demás programas de formación inicial docente ? .....	Página 203
La formación continuada y posgradual; oportunidades para la profundización y la innovación investigativa en el área.....	Página 207
CONCLUSIONES .....	Página 210
REFERENCIAS .....	Página 212

## **CAPÍTULO 5: ¿ES EVALUABLE LA COMPRESIÓN DEL CONOCIMIENTO ASTRONÓMICO?**

*Karen Alexandra Gutiérrez Amaya, Daniel Alejandro Valderrama*

INTRODUCCIÓN .....	Página 219
METODOLOGÍA .....	Página 221
RESULTADOS .....	Página 222
La astronomía como campo específico en la enseñanza y el aprendizaje .....	Página 222
El sentido de la evaluación en la educación astronómica	
¿Qué significa aprender astronomía .....	Página 225
Naturaleza del conocimiento astronómico: un acercamiento a su evaluación .....	Página 228
Actualidad en la evaluación de la astronomía en Colombia .....	Página 230
Tendencias en los tipos de evaluación de la astronomía en Colombia .....	Página 233
Tensiones en la evaluación del aprendizaje en astronomía .....	Página 237
CONCLUSIONES .....	Página 240
REFERENCIAS .....	Página 242

## **CAPÍTULO 6: RETOS Y ESTRATÉGIAS PARA LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA EN COLOMBIA**

*Santiago Vargas Domínguez, Ángela Pérez Henao, Cristian Góez Therán*

INTRODUCCIÓN .....	Página 249
METODOLOGÍA .....	Página 251
Los criterios de selección incluyeron: .....	Página 251
Áreas clave de análisis .....	Página 252
RESULTADOS .....	Página 253
Dificultades de visualización y modernización mental ...	Página 254
Falta de formación específica para los docentes .....	Página 258
Enseñanza fragmentada y superficial .....	Página 263
Desafíos en la creación de materiales didácticos .....	Página 267
CONCLUSIONES .....	Página 272
REFERENCIAS .....	Página 274

## **CAPÍTULO 7: COLOMBIA, UN PAÍS QUE SUEÑA CON ALCANZAR LAS ESTRELLAS: MANIFIESTO POR LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA EN NUESTRO TERRITORIO**

*Daniel Alejandro Valderrama, Santiago Vargas Domínguez, Ángela Pérez Henao, Edilberto Suárez Torres, María Cristina Zárate, Freddy Moreno Cárdenas, Cristian Góez Therán.*

INTRODUCCIÓN .....	Página 279
METODOLOGÍA .....	Página 282
MANIFIESTO .....	Página 285
1. Reconocer el valor histórico y cultural de la astronomía en el país.....	Página 286
2. Reconocer la necesidad de construir identidad desde la astronomía .....	Página 288

3. Formación docente en astronomía .....	Página 290
4. Actualización del currículo colombiano de ciencias naturales .....	Página 292
5. Articulación entre los centros de ciencia, museos, observatorios y la escuela .....	Página 294
6. Articulación de la educación ambiental para la sustentabilidad y la astronomía .....	Página 297
7. Fortalecimiento de la astronomía como carrera científica y la astronáutica como necesidad soberana del país .....	Página 300
8. Fortalecimiento de las redes y comunidades académicas sobre la enseñanza de la astronomía. Apoyo gubernamental y social a las ideas planteadas ...	Página 303
CONCLUSIONES .....	Página 306
REFERENCIAS .....	Página 307



## INVITACIÓN AL LECTOR

Desde el grupo de autores del Equipo de Coordinación en Colombia de la Oficina de Astronomía para la Educación (NAEC-OAE Colombia), nos alegra compartir con ustedes este libro como una apuesta colectiva por fortalecer la enseñanza de la astronomía en nuestro país, no únicamente como un campo de saber disciplinar, sino como una posibilidad pedagógica y cultural profundamente transformadora. En un tiempo histórico marcado por crisis socioambientales, aceleración tecnológica y disputas por el sentido del conocimiento, educar en astronomía significa abrir ventanas de comprensión y de sensibilidad científica, pero también de pertenencia, esperanza y pensamiento crítico. Mirar el cielo, en la escuela, en la universidad y en la comunidad, sigue siendo una forma de reconstruir preguntas esenciales sobre el lugar que habitamos, sobre la vida que cuidamos y sobre los horizontes comunes que necesitamos imaginar.

Este texto recoge un recorrido que reconoce la complejidad de enseñar astronomía en Colombia, con sus retos institucionales, sus tensiones curriculares, sus múltiples territorios y sus diversas formas de habitar la ciencia. Aquí no se propone una mirada homogénea ni una receta pedagógica cerrada; por el contrario, el libro invita a comprender la enseñanza

de la astronomía como un proceso situado, donde convergen la historia, la epistemología, la didáctica y la formación docente, y donde cada contexto educativo exige decisiones, mediaciones y estrategias específicas. En tal sentido, se presentan reflexiones y aportes que permiten reconocer por qué la astronomía no puede reducirse a contenidos aislados, sino que demanda experiencias de aprendizaje significativas, sostenidas en preguntas, modelos, observaciones, instrumentos y narrativas que conecten el universo físico con la vida cotidiana, el territorio y la cultura.

A lo largo de la obra, se evidencia que enseñar astronomía implica asumir desafíos particulares: la abstracción de los fenómenos, la necesidad de traducir escalas inmensas a comprensiones escolares, la relación entre observación y teoría, y la construcción de prácticas pedagógicas que integren rigor científico con sensibilidad educativa. De manera que este libro busca acompañar a docentes, formadores y comunidades educativas en la tarea de consolidar procesos más sólidos, más creativos y más críticos, donde la astronomía se convierta en un lenguaje para leer el mundo y no solo en un tema de curiosidad. Porque cuando la astronomía se enseña con intención formativa y con sentido social, no solo amplía conocimientos: también fortalece la imaginación científica, el pensamiento espacial, la comprensión de la naturaleza de la ciencia y la capacidad de proyectar futuros posibles.

En coherencia con ello, el cierre del libro se configura como una invitación abierta a actuar: el Manifiesto por la enseñanza de la astronomía en Colombia no pretende clausurar la dis-

cusión, sino abrirla con mayor claridad y compromiso. Es un gesto pedagógico y político que convoca a reconocer la enseñanza de la astronomía como un derecho cultural y educativo, y como un campo que merece ser fortalecido desde políticas, currículos, redes de formación docente y experiencias comunitarias. En este contexto, asumimos que promover la astronomía en la educación es también una forma de justicia cognitiva: ampliar las oportunidades para comprender el cosmos y participar activamente en la cultura científica, especialmente en un país donde enseñar ciencias sigue siendo un desafío estructural, pero también una posibilidad transformadora.

A quienes se acercan a este libro, les extendemos una bienvenida fraterna y comprometida. Que estas páginas acompañen procesos de aula, diálogos entre docentes, espacios de formación y encuentros comunitarios; que inspiren nuevas preguntas, nuevas prácticas y nuevas alianzas. Y que, sobre todo, fortalezcan la convicción de que enseñar astronomía en Colombia es una tarea profundamente humana: un modo de educar la mirada, cuidar el pensamiento y construir comunidad en torno al conocimiento, la vida y el cielo que compartimos.





capítulo 1

# CONTEXTO GENERAL DE LA ASTRONOMÍA Y SU ENSEÑANZA EN COLOMBIA

Santiago Vargas Domínguez<sup>1</sup>

Freddy Moreno Cárdenas<sup>2</sup>

Edilberto Suárez Torres<sup>3</sup>





## INTRODUCCIÓN

Pensar un contexto general de la astronomía y su enseñanza en Colombia exige, antes que nada, asumir que la astronomía no es una ciencia “más” dentro del conjunto de las ciencias naturales, sino un campo epistémico singular cuyo modo de producción de conocimiento está atravesado por mediaciones instrumentales, representacionales y computacionales que reconfiguran el estatuto mismo de aquello que se observa y se afirma como real. En tal sentido, el cielo no comparece como un objeto disponible para la intervención experimental directa, sino como un horizonte de fenómenos cuya inteligibilidad depende de la estabilización de señales, espectros, registros, catálogos y dispositivos de inferencia que convierten trazos de radiación y variaciones de intensidad en magnitudes físicas interpretables (Bozzoli, 2020; Jacquart, 2020). De manera que, comprender la astronomía implica reconocer que su “dato” no es un registro neutral sino una construcción situada, elaborada en el cruce entre detectores, protocolos de reducción, marcos teóricos y decisiones metodológicas que definen qué cuenta como evidencia y bajo qué criterios puede sostenerse una explicación.

Esta condición epistemológica se vuelve aún más relevante cuando se traslada al campo educativo, porque obliga a desplazar la enseñanza de la astronomía desde la lógica de contenidos fijos hacia una comprensión histórica de la ciencia

como práctica de construcción del mundo. En astronomía, la observación ha dejado de ser un acto meramente perceptivo para convertirse en una operación técnico-teórica organizada, donde los fenómenos dependen de redes de mediación que amplían lo visible y, simultánea-mente, transforman su sentido (Bozzoli, 2021). Así, enseñar astronomía no puede limitarse a describir planetas, estrellas o galaxias, sino que debe abrir la posibilidad de comprender cómo se produce conocimiento astronómico, cómo se validan sus modelos, cómo se construyen sus representaciones y qué tensiones epistemológicas emergen cuando el universo se vuelve accesible fundamentalmente por inferencia y modelización (Anderl, 2015; Bozzoli & Paz, 2023). En este punto, las rupturas históricas que han redefinido los modos de explicación astronómica, la reorganización de marcos conceptuales, los cambios en los criterios de evidencia y la emergencia de nuevas formas de ver y narrar el cosmos, se constituyen en un componente central para toda aproximación educativa rigurosa (Kuhn, 1962).

No obstante, la enseñanza de la astronomía en Colombia no puede comprenderse sin reconocer que este campo científico se ha inscrito históricamente en un territorio heterogéneo, atravesado por múltiples temporalidades culturales y por procesos discontinuos de institucionalización del saber. En efecto, la astronomía en el país no surge como una réplica lineal de la historia global de la disciplina, sino como un proceso de apropiación situado, donde se entrecruzan saberes ancestrales, proyectos ilustrados, dinámicas coloniales, configuraciones republicanas y reordenamientos científico-estatales que convierten el cielo, sucesivamente, en archivo ritual, calendario agrícola, tecnología de medición del tiem-

po, herramienta de cartografía y, más recientemente, objeto de investigación universitaria y divulgación pública. De esta manera, el capítulo propone una reconstrucción reflexiva que articula tres grandes trayectorias: una fundamentación epistemológica de la astronomía como ciencia de mediaciones y modelos (Bozzoli, 2014, 2020, 2021; Jacquart, 2020), un análisis de sus raíces culturales y ancestrales en el territorio colombiano desde perspectivas antropológicas y arqueoastronómicas (Reichel-Dolmatoff, 1975; Bonilla Romero et al., 2017; Vargas Vargas et al., 2011), y una revisión documental de su desarrollo histórico durante la Colonia y la República hasta el siglo XX, destacando hitos asociados al Observatorio Astronómico Nacional, figuras científicas relevantes y procesos de tecnificación del territorio como la Oficina de Longitudes (Arias de Greiff, 1987; Gómez-Gutiérrez, 2024; Moreno-Cárdenas et al., 2022; Sánchez, 2007; Rodríguez, 2021).

En este marco, la pregunta por la enseñanza se despliega como una cuestión de carácter político y cultural, además de pedagógico: ¿qué significa enseñar astronomía en un país pluriétnico y multicultural donde la colonialidad del saber ha operado históricamente jerarquizando formas de conocimiento y deslegitimando epistemologías no occidentales? (Quijano, 2000; Walsh, 2007). La revisión que sustenta este capítulo permite afirmar que comprender la astronomía en Colombia implica reconocer simultáneamente la potencia de sus tradiciones culturales y la fragilidad de su institucionalización científica, así como las tensiones actuales entre iniciativas de divulgación, infraestructuras concentradas en centros urbanos y la necesidad de fortalecer la formación docente y la integración curricular crítica.

En tal sentido, este capítulo se propone ofrecer un marco contextual y analítico que permita pensar la astronomía no solo como saber disciplinar, sino como construcción social y educativa con implicaciones directas para la cultura científica del país y para la formación de ciudadanía crítica en torno a las formas contemporáneas de comprender el universo.

## METODOLOGÍA

El desarrollo de este capítulo se inscribe en una investigación de carácter teórico y reflexivo, orientada por un enfoque cualitativo-interpretativo que privilegia la comprensión crítica de los fundamentos epistemológicos, históricos y socioculturales que sostienen la enseñanza de la astronomía en Colombia. Desde esta perspectiva, se implementó un análisis documental exhaustivo fundamentado en la revisión y problematización de fuentes académicas, históricas y pedagógicas que han contribuido a la consolidación del conocimiento astronómico como objeto de enseñanza, así como de estudios que examinan los desafíos, posibilidades y tensiones que emergen al intentar integrar esta ciencia en los contextos escolares del país. En consecuencia, la metodología no se orientó a medir impactos o resultados cuantificables en escenarios de aula, sino a reconstruir un marco de inteligibilidad amplio que permita comprender el devenir del campo astronómico colombiano y sus implicaciones formativas.

La elaboración del capítulo se apoyó en una revisión sistemática de literatura especializada organizada en cuatro ejes: (1) historia de la ciencia y de la astronomía en Colombia, con énfasis en procesos de institucionalización, hitos y figuras relevantes hasta el siglo XX (Arias de Greiff, 1987; Gómez-Gutiérrez, 2024; Moreno et al., 2018; Portilla & Moreno, 2019; Moreno-Cárdenas et al., 2022; Sánchez, 2007; Rodríguez, 2021); (2) epistemología y filosofía de la astronomía, centrada en observación mediada, inferencia, representaciones, modelos, simulaciones y validación del conocimiento en astrofísica contemporánea (Bozzoli, 2014, 2020, 2021; Jacquart, 2020; Anderl, 2015; Bozzoli & Paz, 2023); (3) instituciones y esfuerzos particulares en enseñanza de la astronomía.

La búsqueda bibliográfica consideró artículos indexados y publicaciones académicas disponibles en bases de datos reconocidas como Scopus, SciELO y Redalyc, además de capítulos de libro, tesis y trabajos de grado pertinentes al contexto colombiano, priorizando aquellos que aportan reconstrucción documental verificable, discusión conceptual y aportes situados sobre el campo astronómico nacional. De manera complementaria, se incorporaron investigaciones arqueoastrómicas y etnográficas que permiten comprender las raíces ancestrales de la astronomía desde correlatos territoriales, topográficos y culturales, particularmente en contextos muiscas y de la Sierra Nevada de Santa Marta (Reichel-Dolmatoff, 1975; Vargas Vargas et al., 2011; Bonilla Romero et al., 2017; Bonilla Romero et al., 2019; Guerra Curvelo, 2004). Esta decisión metodológica se fundamenta en la necesidad de evitar una lectura reduccionista de “lo astronómico” como patrimonio exclusivo de la ciencia moderna, reconociendo la coexistencia histórica de regímenes diversos de conocimiento del cielo en el territorio.

El análisis de la información se desarrolló mediante una lectura crítica y comparativa orientada por el diálogo entre tres dimensiones analíticas que estructuran el capítulo. La dimensión disciplinar se centró en la caracterización de la astronomía como campo científico, destacando su especificidad epistémica, el papel de las mediaciones instrumentales y la centralidad de la modelización y la inferencia en la construcción de evidencia (Bozzoli, 2020; Jacquart, 2020). La dimensión sociocultural examinó la inscripción territorial e histórica del conocimiento astronómico en Colombia, considerando tanto las raíces culturales ancestrales como los procesos coloniales, republicanos y modernos de institucionalización del saber, así como las tensiones derivadas de la colonialidad del conocimiento y la disputa por la legitimidad epistémica (Quijano, 2000; Walsh, 2007).

## RESULTADOS

A continuación, se plantea una construcción reflexiva en torno a la evolución de la astronomía y su enseñanza en Colombia, desde sus raíces ancestrales en las civilizaciones indígenas hasta su formalización en instituciones educativas, lo cual influye de forma directa en la formación de profesionales en esta ciencia. Asimismo, se analizan las iniciativas y los programas que han buscado fortalecer su enseñanza en todos los niveles educativos.



## **Breve fundamentación epistemológica en torno a la astronomía**

La astronomía constituye un campo científico singular dentro del conjunto de las ciencias naturales debido a que su producción de conocimiento no descansa en la experimentación directa sobre su objeto, sino en una forma de racionalidad epistémica que opera, ante todo, mediante observación mediada, modelización teórica e inferencia científica a partir de señales físicamente codificadas. En tal sentido, el cielo no es un “objeto” accesible por intervención, sino un horizonte de fenómenos cuya inteligibilidad depende de la estabilización instrumental de rastros, radiación electromagnética, espectros, curvas de luz, imágenes multibanda, catálogos, que solo devienen evidencia científica en la medida en que son construidos dentro de prácticas observacionales específicas, con criterios de calibración y validación históricamente configurados (Bozzoli, 2020; Jacquart, 2020). Así, el dato astronómico no puede entenderse como un registro neutro, sino como una construcción situada donde convergen detectores, técnicas de reducción, marcos teóricos y decisiones metodológicas que hacen posible transformar una señal en magnitud física interpretable.

En este contexto, la astronomía permite advertir con claridad un problema clásico de la epistemología de la ciencia contemporánea: el concepto de observación ha mutado profundamente, dejando de ser un simple “acto perceptivo mejorado” para convertirse en una práctica técnica y teóricamente organizada. Bozzoli subraya que en la astronomía actual observar implica operar sobre una compleja red de mediaciones, instrumentales, computacionales y represen-

tacionales, que modifican el estatuto mismo del fenómeno observado, particularmente cuando el acceso al cosmos depende de dispositivos capaces de reorganizar lo visible más allá de los límites del ojo humano (Bozzoli, 2021). De manera que la astronomía contemporánea no solo amplía la capacidad de “ver más lejos”, sino que redefine qué cuenta como visible y qué cuenta como objeto, al introducir horizontes observacionales configurados por tecnologías, algoritmos e interpretaciones, donde el fenómeno se vuelve inseparable de su modo de detección y de representación.

Este carácter mediado de la observación se articula, además, con el rol constitutivo de las representaciones visuales en la construcción del conocimiento astronómico. En astronomía, lo visual no funciona únicamente como ilustración o traducción estética de resultados, sino como estructura cognitiva que participa activamente en la identificación, clasificación e interpretación de objetos y eventos. Bozzoli ha mostrado que las representaciones no son un suplemento comunicativo posterior, sino parte del núcleo epistémico de la práctica astronómica, en la medida en que permiten estabilizar entidades, comparar patrones y hacer operativos los criterios de pertenencia a una clase de fenómenos (Bozzoli, 2014). En tal sentido, la imagen astronómica, producida por instrumentación y tratamiento de dato, es ya un objeto epistémico, no porque “replique” la realidad, sino porque organiza un régimen de evidencia donde el universo se vuelve legible mediante convenciones técnicas y conceptuales.

Lo anterior conduce inevitablemente a la centralidad epistemológica de los modelos y las idealizaciones. La

astronomía, al no disponer del control experimental sobre sus sistemas de estudio, se apoya en la potencia de sus modelos, analíticos, computacionales o simulacionales, como dispositivos de inteligibilidad que permiten reconstruir mecanismos y relaciones causales bajo condiciones de incertidumbre. En esta dirección, las simulaciones contemporáneas en astrofísica deben comprenderse no como animaciones o herramientas auxiliares, sino como entornos epistémicos que permiten evaluar hipótesis, explorar sensibilidad de parámetros y construir escenarios comparativos cuando la prueba experimental directa es inviable (Jacquart, 2020). De manera convergente, en la discusión latinoamericana reciente se ha enfatizado que el desafío no es solo producir datos o modelos, sino establecer los criterios de validación que articulan observaciones y simulaciones en una misma economía de evidencia, donde lo computacional también debe rendir cuentas a estándares epistémicos de control y confiabilidad (Bozzoli & Paz, 2023). En tal sentido, la astronomía contemporánea se define cada vez más por una dinámica intermetodológica donde observación instrumental, análisis estadístico y simulación numérica coproducen el campo de lo verificable.

En consecuencia, la astronomía despliega una tensión epistemológica clásica entre realismo e instrumentalismo, que adquiere una textura particular: muchas entidades astronómicas no son accesibles como “objetos” inmediatos, sino como resultados inferenciales contruidos por convergencia entre diversos modos de evidencia. En el marco de prácticas profundamente mediadas, la pregunta por “lo que existe” no se resuelve por contacto directo con el fenómeno, sino por robustez explicativa, coherencia entre técnicas y estabilidad

predictiva dentro de una comunidad científica que estandariza sus formas de ver, medir y narrar el cosmos (Bozzoli, 2021; Anderl, 2015). De manera que la fundamentación epistemológica de la astronomía, más que recaer en una idea ingenua de observación pura, requiere comprenderla como ciencia de alta complejidad técnico-teórica, donde el universo se vuelve cognoscible mediante prácticas que transforman señales en entidades, entidades en modelos y modelos en explicaciones científicamente controladas.

En este contexto, si la astronomía se reconoce como una ciencia cuyo estatuto epistémico está atravesado por mediaciones instrumentales, modelizaciones idealizadas y procesos inferenciales altamente especializados, entonces cualquier aproximación a su enseñanza, incluso antes de abordar metodologías escolares concretas, debe asumir un principio fundamental: no se enseña astronomía como un repertorio de “hechos del cielo”, sino como una forma histórica de construcción del mundo. Enseñar astronomía implica, por tanto, comprender que el conocimiento astronómico no emerge por simple acumulación observacional, sino por reorganizaciones profundas de los marcos de explicación, de los criterios de evidencia y de los lenguajes con los que una comunidad científica define qué es el universo y cómo puede ser conocido (Bozzoli, 2021; Kuhn, 1962). De manera que el tránsito hacia una astronomía comprensible exige un estudio cuidadoso de su historiografía, pues es allí donde se hacen visibles las tensiones entre continuidad y ruptura, entre lo observable y lo teorizable, entre el dato y su interpretación, así como las condiciones sociotécnicas que hicieron posible que ciertas preguntas

fueran formulables, ciertos objetos fueran detectables y ciertos modelos fueran sostenibles como explicación.

Así se evidencia que la astronomía, al ser una práctica científica profundamente situada, no puede desligarse de los contextos en los que históricamente se ha instalado como saber legítimo, ni de las condiciones culturales, políticas e institucionales que han permitido su desarrollo. En tal sentido, la comprensión epistemológica de la astronomía abre necesariamente la puerta a una pregunta por su inscripción territorial: ¿cómo se ha configurado la astronomía en un país como Colombia, atravesado por geografías diversas, tradiciones culturales múltiples, proyectos de Estado discontinuos y relaciones tensas entre ciencia, poder y educación? Reconocer la astronomía como ciencia de mediaciones y modelos implica admitir que su despliegue nacional no puede leerse como una simple réplica periférica de la historia “global” de la ciencia, sino como un proceso particular de apropiación, adaptación y resignificación, donde lo astronómico se ha entrelazado con prácticas de navegación, cartografía, medición del tiempo, proyectos científicos ilustrados y, más recientemente, con infraestructuras universitarias e iniciativas institucionales de investigación y divulgación.

### **Raíces culturales y ancestrales de la astronomía en Colombia**

Como resultado de la revisión bibliográfica realizada, se evidencia que las raíces culturales de la astronomía en Colom-

bia remiten a formas de conocimiento ancestral que no pueden reducirse a “mitología” ni ser tratadas como un estadio preliminar e incompleto de la astronomía científica moderna. Por el contrario, la literatura consultada muestra que los pueblos indígenas han producido históricamente sistemas de inteligibilidad del cielo articulados con la vida territorial, la organización del tiempo, el orden ritual, las memorias colectivas y la continuidad ecológica, configurando una racionalidad situada en la que el cosmos opera como principio de orientación, regulación y sentido. En este contexto, resulta epistemológicamente más fértil comprender estas raíces como un régimen cultural de observación y significación del firmamento, donde el cielo es, simultáneamente, archivo, calendario y norma: un entramado de relaciones que permite interpretar la dinámica estacional, sostener prácticas colectivas y mantener la coherencia entre comunidad y territorio.

La revisión permite afirmar que lo astronómico, en los sistemas indígenas del territorio colombiano, se constituye como conocimiento inseparable de la dimensión cosmológica. Esto significa que el cielo aparece como parte constitutiva del mundo vivido, integrado en narrativas de origen, normas de comportamiento, dispositivos ceremoniales y prácticas de cuidado del entorno. En esa dirección, la literatura antropológica clásica, particularmente en el caso Kogi, ha mostrado que las sociedades de la Sierra Nevada de Santa Marta producen una concepción del mundo donde la espacialidad sagrada codifica relaciones cosmológicas y reproduce, a escala territorial, una ontología que integra niveles de realidad, correspondencias y vínculos entre los órdenes del universo (Reichel-Dolmatoff, 1975). En términos

epistémicos, esto implica que el conocimiento astronómico ancestral se expresa no solo en la identificación de astros, sino también como un sistema donde la observación del cielo se articula con la arquitectura simbólica, la ritualidad y la regulación de la vida social. De manera que, en estos marcos, conocer el cielo es sostener el mundo, y lo astronómico participa de una ética territorial orientada a preservar el equilibrio y la continuidad.

Ahora bien, la revisión también muestra que las raíces culturales de la astronomía en poseen correlatos materiales, espaciales y topográficos que han sido abordados por la arqueoastronomía y por estudios de comprobación geométrica vinculados a territorios muisca. En tal sentido, varios trabajos han discutido la existencia de alineaciones solares asociadas a solsticios y equinoccios en sectores de la sabana de Bogotá y el altiplano Cundiboyacense, proponiendo que determinados emplazamientos pueden interpretarse como dispositivos culturales de observación del horizonte y marcación temporal. Bonilla Romero, Bustos Velazco y Reyes (2017), al presentar un estudio sobre alineaciones solares en Bogotá-Bacatá, sostienen que la relación entre paisaje, puntos cardinales y variaciones aparentes del Sol a lo largo del año puede ser leída como evidencia de un conocimiento sistemático que articula ciclos astronómicos con organización espacial. Aunque estos enfoques demandan siempre cautela interpretativa, dado que la arqueoastronomía trabaja con incertidumbre y requiere triangulación entre datos topográficos, criterios astronómicos y evidencias arqueológicas, es evidente que, en Colombia, sí existen esfuerzos académicos sostenidos por reconstruir la relación entre cielo y territorio en

contextos prehispánicos desde metodologías replicables y mediciones precisas (Bonilla Romero et al., 2017).

De forma complementaria, estudios como el de los Cojines del Zaque en Tunja amplían este marco al proponer que ciertos monumentos y formaciones rituales pueden haber operado como puntos de referencia astronómica asociados a la trayectoria solar (Figura 1.1). En el artículo de Bonilla Romero, Rodríguez Rojas y Bustos (2019), el santuario de los Cojines del Zaque es analizado desde una clave arqueoastronómica, discutiendo su orientación y su posible función como observatorio solar, lo cual fortalece la tesis de que los territorios muiscas incorporaron prácticas y especialidades vinculadas con la lectura del cielo.

*Figura 1.1. Representación artística de los Cojines del Zaque, Tunja, Boyacá, Colombia.*



En esta línea, se evidencia que existe una relación estructural entre arquitectura ritual, control simbólico del espacio y observación de ciclos celestes, particularmente del



ciclo solar anual, que habría tenido implicaciones sobre calendarios culturales, ceremonias colectivas y formas de organización territorial.

Asimismo, la revisión incluye investigaciones de verificación topográfica y astronómica en espacios muiscas de alta relevancia, como Villa de Leyva, Boyacá, donde se discuten procedimientos de comprobación geométrica para evaluar su posible carácter de observatorio solar. Vargas Vargas, Niño Niño y Bonilla Romero (2011) presentan una “comprobación topográfica y astronómica” del sitio, lo cual resulta metodológicamente significativo porque evidencia el esfuerzo por establecer, mediante medición y análisis astronómico, correspondencias entre el paisaje local y el comportamiento aparente del Sol en fechas clave. Este tipo de estudios refuerza, desde un enfoque técnico, la idea de que las raíces culturales de la astronomía en Colombia incluyen configuraciones materiales concretas a través de las cuales el firmamento se articulaba con prácticas de observación, referencia espacial y significación cultural del tiempo.

No obstante, es importante advertir que estas raíces culturales no pueden ser interpretadas únicamente desde una lectura “cientificista” o instrumental de la observación solar. Reducir estos emplazamientos a “observatorios” en sentido moderno sería replicar el error clásico de traducir lo indígena a categorías occidentales sin atender a su lógica interna. En contraste, el conjunto de fuentes sugiere que la relación cielo–territorio se produce dentro de una cosmología donde los ciclos astronómicos no son meros indicadores cuantificables, sino expresiones del orden del mundo y condiciones de posibilidad para la vida social y ritual. En tal sentido, la

revisión antropológica y arqueológica converge en un punto central: la astronomía ancestral no se agota en la medición, sino que produce una ontología del tiempo, donde la alternancia estacional y el retorno de ciclos celestes operan como fundamentos de memoria y de legitimación cultural.

En el plano etnográfico y cultural, la revisión muestra también que la diversidad astronómica indígena en Colombia no puede reducirse al universo muisca ni a las sociedades de la Sierra. En el caso del pueblo Wayuu, aunque la bibliografía académica estrictamente etnoastronómica es menos abundante, sí existen trabajos de investigación que documentan registros culturales del cielo como parte de sistemas de conocimiento más amplios. Guerra Curvelo (2004), en un trabajo académico de investigación, incluye una perspectiva de etnoastronomía Wayuu con denominaciones específicas, mostrando que la organización del firmamento puede describirse a partir de categorías lingüísticas propias, lo cual indica una comprensión situada del cielo vinculada con la vida comunitaria y con criterios culturales de identificación. De manera que, aun cuando la referencia no se presente como un tratado exclusivo de astronomía cultural, el registro etnoastronómico evidencia la presencia de matrices indígenas que interpretan el firmamento mediante taxonomías locales, integradas en narrativas, temporalidades y relaciones ecológicas del territorio.

En este contexto, también se evidencia que la pregunta por raíces culturales de la astronomía en Colombia no puede formularse de manera neutral, porque se encuentra atravesada por una historia de deslegitimación epistémica. En esta dirección, los marcos de análisis críticos sobre colonialidad

resultan indispensables para comprender por qué estos saberes han sido históricamente marginados o transformados en objetos de exotización. Quijano (2000) plantea que la colonialidad no es simplemente un periodo histórico, sino un patrón persistente de poder que jerarquiza sujetos y saberes, estableciendo que lo europeo moderno es el parámetro universal de racionalidad. De manera convergente, Walsh (2007) subraya que la colonialidad opera también como estructura educativa y cultural, produciendo regímenes de verdad que subordinan conocimientos otros e imponen formas hegemónicas de interpretación del mundo. En este sentido, la revisión permite sostener que la historia de la astronomía en Colombia no puede leerse sin atender a la disputa por la definición misma de “conocimiento válido”: lo astronómico indígena fue desplazado no por su falta de coherencia interna, sino por la imposición de un orden epistemológico que, en su momento histórico, posiblemente negó su legitimidad.

Estos horizontes culturales, nos plantean un país multicultural en el que la astronomía ha tenido una relevancia importante en la constitución misma de su identidad y con múltiples posibilidades de desarrollo de la perspectiva del reconocimiento, el dialogo de saberes y la construcción de conocimiento en torno a la astronomía y sus formas de enseñanza.

## **Astronomía en Colombia en tiempos de la Colonia y la República (hasta el siglo XX)**

Como resultado de la revisión documental realizada, se evidencia que la astronomía en Colombia, entre los siglos XVII y XX, se configuró menos como una disciplina autónoma en sus primeras fases y más como un conjunto de prácticas científico-técnicas enlazadas a la producción de tiempo, a la medición del espacio y a la construcción de legitimidad intelectual del orden político. En tal sentido, la astronomía colonial y republicana temprana debe comprenderse como una forma de racionalidad aplicada que opera en la intersección entre observación celeste, cálculo, instrumentación y administración del territorio: una astronomía que, por momentos, fue ciencia de gabinete; por momentos, fue ingeniería del cielo al servicio de la cartografía; y, en momentos clave, fue símbolo material del proyecto ilustrado y de la aspiración republicana por inscribirse en redes internacionales de producción científica (Arias de Greiff, 1987; Rodríguez, 2021). Así, el itinerario histórico no se reduce a una línea continua de avances, sino que revela ciclos de impulso y discontinuidad: periodos de institucionalización ambiciosa seguidos por fases de precariedad, abandono o reorganización, en una dinámica donde la ciencia depende estrechamente de condiciones políticas, infraestructurales y de comunidad académica.

La revisión identifica que, antes de la consolidación ilustrada de finales del siglo XVIII, existen expresiones tempranas de producción astronómica en el territorio neogranadino, un ejemplo significativo es el manuscrito Tratado de astronomía y de la reformación del tiempo, redactado a

finales del siglo XVII por Antonio Sánchez de Cozar, cuya existencia y análisis han sido recuperados por investigaciones recientes que lo interpretan como una manifestación temprana de reflexión astronómica y cronológica en el contexto colonial (Moreno, Portilla, & Zitzmann, 2018; Portilla & Moreno, 2019). El interés de este hallazgo no reside solo en su rareza documental, sino en lo que permite afirmar sobre los usos de la astronomía en la Colonia: la preocupación por la “reformación del tiempo” remite directamente al problema de la cronología, el calendario y sus implicaciones litúrgicas y civiles, es decir, a una astronomía cuyo horizonte práctico se vincula con la regulación del tiempo social. En este contexto, observar y calcular no era un gesto puramente contemplativo, sino una operación situada en las necesidades de ordenar el año, interpretar fenómenos celestes y producir estabilidad temporal en una sociedad colonial estructurada por ritmos religiosos y administrativos.

El núcleo historiográfico más sólido del periodo colonial tardío se organiza alrededor del impulso ilustrado asociado a José Celestino Mutis y al proceso de acumulación de registros meteorológicos y astronómicos previos a la formalización del Observatorio. En particular, la revisión del artículo de Gómez-Gutiérrez (2024) permite sostener que el Observatorio Astronómico Nacional (Figura 1.2) no emerge como un artefacto aislado, sino como culminación de una cultura del registro que, entre 1772 y 1802, consolidó prácticas sistemáticas de observación y anotación, astronómicas y meteorológicas, articuladas a las condiciones científicas del Nuevo Reino de Granada. En tal sentido, la institucionalización del Observatorio Astronómico Nacional (1802–1803) se interpreta como un gesto de modernización epistémica:

construir un observatorio equivalía a fijar un lugar material para estabilizar rutinas observacionales, organizar instrumentos, producir series de datos y, sobre todo, dotar al territorio de una infraestructura científica comparable, en su aspiración, a las instituciones metropolitanas (Gómez-Gutiérrez, 2024; Arias de Greiff, 1987).

*Figura 1.2. Sede histórica del Observatorio Astronómico Nacional de Colombia. Cortesía Universidad Nacional de Colombia.*



La figura de Francisco José de Caldas aparece, en esta revisión, como bisagra entre ciencia e historia política porque su trabajo encarna el modo en que la astronomía se convirtió en tecnología intelectual para medir el país: latitudes, longitudes, referencias temporales, observaciones y cálculos que contribuyen a transformar el territorio en espacio cuantificable y representable, es decir, en un objeto susceptible de cartografía científica (Gómez-Gutiérrez, 2024). De manera que, en el tránsito entre Colonia e Independencia, la astronomía se inscribe en un proyecto criollo de apropiación del lenguaje de la medida y del cálculo como condición de posibilidad de soberanía: conocer el cielo y el tiempo era, en parte, una manera de disputar el monopolio metropolitano sobre la producción de verdad y sobre la descripción legítima del territorio.

Por su parte el siglo XIX colombiano no ofrece una continuidad estable en términos de comunidad astronómica sostenida, precisamente por la inestabilidad política y por la precariedad institucional de la ciencia. Arias de Greiff (1987) muestra que la historia astronómica nacional se organiza por fases donde el Observatorio alterna entre momentos de actividad y periodos de debilitamiento, lo cual obliga a leer la disciplina no solo por sus ideas, sino por la historia de sus condiciones materiales: instrumentos, financiamiento, direcciones, redes y publicaciones. En este contexto, la astronomía republicana temprana suele persistir en su dimensión aplicada: efemérides, meteorología, referencia temporal y, especialmente, su articulación con el conocimiento geográfico en la construcción de mapas y coordenadas.

Es hasta la segunda mitad del siglo XIX cuando José María González Benito planeta un hito importante en la historio-

grafía reciente como un punto de inflexión hacia una astronomía moderna en Colombia. El artículo de Moreno-Cárdenas, Vargas-Domínguez y Cuéllar-Moyano (2022) documenta, desde fuentes y reconstrucción histórica, que González Benito impulsó prácticas de observación y producción científica con estándares de mayor sistematicidad, consolidando el Observatorio Astronómico Nacional como espacio de trabajo riguroso y conectándolo con circuitos académicos y científicos más amplios. Este giro resulta clave porque sugiere un tránsito de la astronomía como práctica ocasional a la astronomía como ejercicio de continuidad metodológica, donde observar implica sostener series, comparar, publicar, formar y dialogar con marcos técnicos internacionales (Moreno-Cárdenas et al., 2022). En tal sentido, el Observatorio deja de ser solo un símbolo ilustrado y se convierte, progresivamente, en institución científica con vocación de permanencia, aunque siempre bajo tensiones presupuestales y políticas.

Para el cambio de siglo y el primer tercio del siglo XX, la revisión indica que la astronomía colombiana se articula fuertemente con el trabajo de Julio Garavito Armero, cuya dirección del Observatorio (1891–1920) constituye uno de los periodos más referenciados por la memoria científica nacional. El análisis de los cuadernos de Garavito realizado por Sánchez (2007) permite evidenciar no solo la amplitud temática de su trabajo (borradores, estudios inéditos, desarrollos en distintas áreas), sino el papel del Observatorio como archivo vivo de producción científica, donde la astronomía se entrelaza con matemática, física y problemas de cálculo de precisión. Esta densificación intelectual resulta relevante en el relato histórico porque muestra la consoli-



dación de una cultura científica local capaz de producir conocimiento propio, aun en condiciones periféricas respecto de los grandes centros astronómicos del mundo.

Por otra parte, uno de los resultados más contundentes de la revisión es que, durante el siglo XX, una parte significativa del “desarrollo astronómico” en Colombia ocurre fuera de la astronomía observacional clásica y se desplaza hacia su función estructurante en la producción del territorio mediante geodesia y cartografía. En este punto, el trabajo de Rodríguez (2021) sobre la Oficina de Longitudes permite comprender que la astronomía (en tanto determinación de coordenadas y referencias) fue central para construir redes de puntos, mapear el país y estandarizar representaciones nacionales. La Oficina aparece como un actor técnico que ayudó a estabilizar imágenes del territorio y a producir información cartográfica de circulación estatal, mostrando que el conocimiento astronómico se vuelve infraestructura de gobierno: medir longitudes y latitudes no es solo un problema científico, sino una condición para fijar mapas, rutas, fronteras internas y consistencia espacial de la nación (Rodríguez, 2021). De manera complementaria, un capítulo de síntesis histórica sobre cartografía nacional destaca el papel de la Oficina de Longitudes en procesos de estandarización territorial entre 1902 y 1935, en el marco de la tecnificación del conocimiento geográfico del Estado (Biblioteca Nacional de Colombia, 2018). En tal sentido, la astronomía colombiana del siglo XX no puede narrarse únicamente por telescopios y observaciones, sino por su lugar como ciencia habilitante de la gobernanza espacial.

La revisión también permite afirmar que hacia mediados del siglo XX se intensifica un proceso de reorganización institucional que reubica la astronomía en el ámbito universitario y científico nacional. En particular, un texto histórico publicado por la Academia Colombiana de Ciencias sobre el Observatorio reconstruye los hitos de su reconfiguración y subraya el tránsito hacia una inserción más estable en estructuras académicas y científicas del país (Arias de Greiff, 1987).

Aunque la historia del Observatorio incluye múltiples etapas, el resultado global de la revisión es claro: el siglo XX contribuye a consolidar la astronomía como parte del ecosistema universitario, al tiempo que su dimensión geodésica-cartográfica se fortalece en las instituciones del Estado. De manera que el desarrollo astronómico colombiano se bifurca en dos ejes complementarios: un eje disciplinar (observatorio, producción académica, archivo científico) y un eje técnico-estatal (coordenadas, cartografía, estandarización territorial), ambos indispensables para comprender su maduración histórica.

De manera que, la astronomía en Colombia, desde la Colonia hasta el siglo XX, se desarrolló como un campo históricamente situado en el cruce entre ciencia, Estado y territorio. La existencia de producciones coloniales tempranas sobre astronomía y cronología (Moreno et al., 2018; Portilla & Moreno, 2019), la consolidación ilustrada del Observatorio como dispositivo científico (Gómez-Gutiérrez, 2024), la modernización metodológica con figuras como González Benito (Moreno-Cárdenas et al., 2022) y la densificación intelectual asociada a Garavito (Sánchez, 2007), se articulan

con un proceso decisivo de tecnificación estatal donde la astronomía sostiene la construcción cartográfica del país por medio de la Oficina de Longitudes (Rodríguez, 2021; Biblioteca Nacional de Colombia, 2018). En tal sentido, la historia astronómica colombiana no es solo una genealogía de instrumentos y observadores: es, sobre todo, una historia de cómo el cielo fue convertido en referencia para gobernar el tiempo, describir el espacio y producir nación.

## **La enseñanza de la astronomía en Colombia**

El desarrollo institucional de la astronomía en Colombia comenzó a tomar forma a partir del siglo XX, con la creación de centros educativos y de investigación que fortalecieron su estudio. La incorporación del OAN en la Universidad Nacional de Colombia (fundada en 1867) es uno de los hitos más importantes en este proceso. Este observatorio ha desempeñado un papel central en la investigación astronómica y la formación de investigadores en el área.

Las principales universidades que han contribuido significativamente al desarrollo de la enseñanza y la investigación en astronomía son:

- Universidad Nacional de Colombia (UNAL): Ha ofrecido, a través del OAN programas de posgrado en astronomía (Maestría y Doctorado), formando investigadores y fortaleciendo la investigación científica en este campo. En la componente de enseñanza de astronomía se destaca la Maes-

tría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Facultad de Ciencias.

- Universidad de Antioquia: Alberga el único programa de pregrado en astronomía del país, dedicado a la formación de astrónomos y a la promoción de investigaciones de alto impacto.

- Universidad Distrital Francisco José de Caldas: Promueve la enseñanza y divulgación de la astronomía a través del Observatorio Astronómico LatitUD, fomentando la participación de estudiantes y la comunidad en proyectos de investigación y observación astronómica.

- Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia: promueve la enseñanza en astronomía a través del Semillero de Investigación AstroDidaxis y el Grupo Waira Ambiente, Comunidad y Desarrollo, de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Así como de las actividades divulgativas del Observatorio Astronómico Goranchácha

- Universidad Tecnológica de Pereira (UTP): Cuenta con un Planetario que brinda experiencias inmersivas y actividades educativas tanto para estudiantes como para el público general, fomentando la divulgación científica, y desarrolla proyectos de investigación.

- Universidad Sergio Arboleda: Su observatorio astronómico ha impulsado la formación académica y la investigación en astronomía.

- Universidad de Los Andes: Desde el Departamento de Física, el Grupo de Astronomía ha impulsado trabajos de investigación en sus programas de pregrado y posgrado, y a través del Observatorio Astronómico.

- Universidad Industria de Santander: A través del Grupo Halley, se destaca en la investigación, divulgación y educación astronómica, operando un planetario, un observatorio astronómico y liderando proyectos en astro partículas y astronomía observacional.

- Universidad ECCI: Desarrolla proyectos de investigación en astronomía, principalmente en el área de Cosmología.

- Universidad Pedagógica Nacional: La Universidad Pedagógica Nacional (UPN) de Colombia integra la astronomía en su currículo a través de la enseñanza de las matemáticas y la física, promoviendo la astronomía en contextos educativos.

En las Tabla 1.1 y 1.2 se listan los principales planetarios y observatorios de Colombia, respectivamente (ver también Figura 1.3). Estas tablas incluyen información clave sobre su ubicación y nombre, lo que refleja un número significativo de infra-estructura científica en el país, aunque concentrado en las ciudades principales y lejos del nivel de países con una cultura astronómica y educativa consolidada. De igual manera en la Tabla 1.3 se listan los observatorios astronómicos escolares en instituciones educativas de Bogotá (ver también Figura 1.4).

Tabla 1.1. Listado de los principales planetarios fijos en Colombia.

Ciudad		Nombre
1	Bogotá	Planetario de Bogotá
2	Bogotá	Maloka
3	Bogotá	Planetario de la Universidad Sergio Arboleda
4	Ibagué	Parque Innovamente
5	Cali	Planetario Escuela Militar de Aviación Marco Fidel Suárez
5	Medellín	Planetario de Medellín
7	Medellín	Planetario La Estrella
8	Medellín	San Vicente Ferrer
9	Pereira	Planetario de la Universidad Tecnológica de Pereira
10	Cartagena	Planetario Escuela Naval Almirante Padilla - Armada Nacional de Colombia
11	Bucaramanga	Planetario Universidad Industrial de Santander
12	Cali	Centro de Ciencia, Arte y Tecnología, YAWA

Fuente: Los autores.

*Tabla 1.2. Listado de los principales observatorios astronómicos en Colombia.*

	Ciudad	Nombre
1	Bogotá	Observatorio Astronómico Nacional de Colombia - Sede Histórica
2	Bogotá	Observatorio Astronómico Nacional de Colombia - Sede Académica
3	Bogotá	Observatorio Universidad de Los Andes
4	Bogotá	Observatorio Universidad Sergio Arboleda
5	Bogotá	Observatorio LatiUD Universidad Distrital
6	Bogotá	Observatorio Universidad del Rosario
7	Bogotá	Observatorio Astroparque Sabio Mutis (Uniminuto)
8	Tatacoa	Observatorio Astronómico de la Tatacoa (OATA)
9	Bucaramanga	Grupo Halley de Astronomía - Observatorio UIS
10	Tatacoa	Astrosur A y B
11	Tatacoa	Campamento Interestelar ORIÓN
12	Tatacoa	Observatorio Cazadora de Eclipses
13	Popayán	Observatorio Fundación OALXY
14	Popayán	Observatorio Francisco José de Caldas
15	Pasto	Observatorio Universidad de Nariño
16	Aldea de María Putisnán	Observatorio Astronómico y Cultural Silatupúe
17	Cali	Observatorio Omar Lopera
18	Cali	Observatorio Astronómico del Valle - Biblioteca Departamental - Sala Interactiva Abrakadabra

	Ciudad	Nombre
19	Medellín	Observatorio ITM
20	Pereira	Observatorio Recinto Quirama
21	Barranquilla	Observatorio de Barranquilla - Imagenia
22	Puerto Colombia	Observatorio Puerto Colombia AHR/UPA
23	Sabanalarga	Observatorio Solar Charlie Bates
24	Cesár	Observatorio OGD - Observatorio Astronómico Garry Neil Drummond
25	Ocaña	Observatorio Ocaña (en proceso)
26	Tunja	Observatorio Goranchacha (UPTC)
27	Tinjacá	Observatorio Astroexplor–Observatorio Monquirá
28	Tota	Observatorio Lago Austral y Tota (Espejo del Cosmos)
29	Funza	Observatorio Astronómico Municipal de Funza
30	Puerto Berrio	Observatorio Astronómico del Campus Puerto Berrio de la Universidad de Antioquia
31	Cachipay	Observatorio Maximiliano Alzate

*Fuente: Los autores.*

Estas instituciones no solo han fortalecido la astronomía como ciencia, sino que también han promovido su enseñanza y divulgación, expandiendo su impacto en el contexto educativo colombiano.



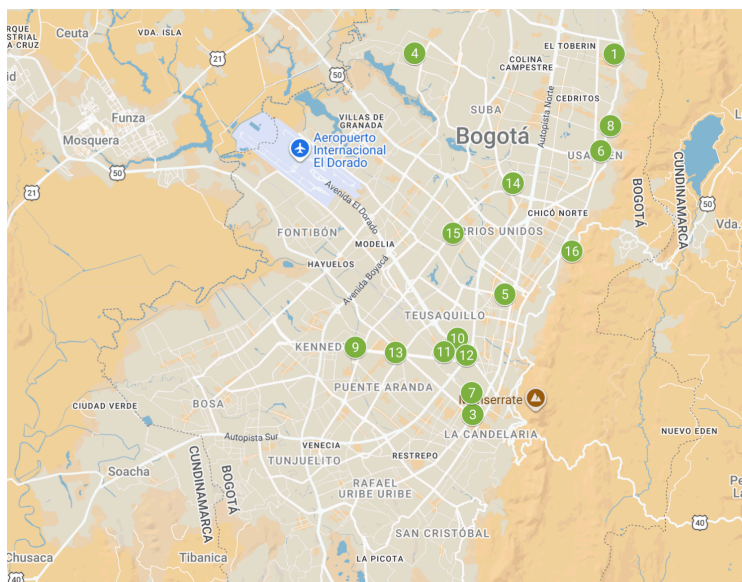
Figura 1.3. Ubicación de los principales planetarios (imagen superior) y observatorios (imagen inferior) en Colombia. Elaboración con Google MyMaps. Versión electrónica.



*Tabla 1-3. Listado de principales observatorios astronómicos en colegios en Bogotá.*

	Nombre
1	Observatorio Julio Garavito, Colegio Gimnasio Campestre
2	Colegio Distrital Sorrento
3	Colegio Rodrigo Lara Bonilla
4	Colegio Leonardo Da Vinci
5	Colegio Germán Arciniegas
6	Colegio Abraham Maslow
7	Colegio Cundinamarca
8	Colegio Emilio Valenzuela
9	Colegio La Esperanza
10	Colegio Felipe Sardi
11	Colegio Gilberto Olarte
12	Colegio Alvernia
13	Colegio Luis López de Mesa
14	Colegio CPMB – Estrella de Belén
15	Colegio Tesoro La Cumbre
16	Colegio Juan Doig

Figura 1.4. Ubicación de los principales colegios en Bogotá que cuentan con observatorio astronómico. Elaboración con Google MyMaps. Versión electrónica.



## Iniciativas educativas y proyectos de divulgación recientes

En Colombia, la enseñanza de la astronomía ha contado con el respaldo de diversas iniciativas que buscan promover su integración en la educación básica y media, además de despertar el interés por el estudio del cosmos en las comunidades educativas. Estos esfuerzos, aunque valiosos, han enfrentado desafíos significativos en un contexto donde la astronomía no está plenamente integrada en el currículo na-

cional, lo que limita su alcance y su impacto en las instituciones educativas.

El equipo NAEC-OAE Colombia ha desarrollado una variedad de recursos educativos, organizado capacitaciones para docentes y llevado a cabo actividades interactivas orientadas a la formación en astronomía de profesores de educación básica y media vocacional. A través de estrategias pedagógicas adaptadas a distintos contextos educativos, esta iniciativa ha proporcionado herramientas prácticas que benefician tanto a los docentes como a sus estudiantes, fortaleciendo el aprendizaje de la astronomía en el aula.

En este esfuerzo por impulsar la enseñanza de la astronomía en Colombia, la comunidad de astrónomos de Colombia (AstroCO) ha abierto un espacio dentro de la agenda académica del Congreso Colombiano de Astronomía (CoCoA) para promover iniciativas pedagógicas y fomentar el diálogo sobre estrategias educativas innovadoras. Otro escenario destacado es el Congreso Nacional de la Enseñanza de la Física y la Astronomía, organizado por la Universidad del Valle y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, que se ha consolidado como un foro clave para la discusión y el intercambio de experiencias en la enseñanza de estas ciencias.

Asimismo, la Red de Estudiantes Colombianos en Astronomía (RECA) ha fortalecido su papel como puente entre la educación escolar y la comunidad académica, ofreciendo recursos y oportunidades que facilitan la integración de la astronomía en distintos niveles educativos. En la misma línea, La fundación AstrodidaXis del Grupo de Inves-

tigación Waira, de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) promueve el interés por la astronomía a través de talleres, charlas y actividades prácticas que fomentan un aprendizaje participativo y experiencial.

A nivel escolar, diversas instituciones han dado pasos importantes hacia la incorporación de la astronomía en sus actividades curriculares. Colegios como el Gimnasio Campestre, el Leonardo Da Vinci, el INEM Francisco de Paula Santander, por citar algunos ejemplos en Bogotá y sin ánimo de desconocer la gran cantidad de instituciones a lo largo y ancho del país que desde sus proyectos transversales, sus clubes de astronomía y otras actividades sientan bases para el acercamiento de la astronomía a la escuela, han implementado iniciativas pioneras que buscan acercar esta ciencia a los estudiantes, integrándola de manera activa en sus programas educativos y fortaleciendo el vínculo entre la enseñanza de las ciencias y la exploración del cosmos.

Los planetarios y observatorios del país han desempeñado un papel clave en la divulgación científica y la enseñanza interactiva de la astronomía. Espacios como Explora, Planetario de Medellín, Planetario de Bogotá, y muchos otros, han ofrecido experiencias inmersivas, como simulaciones de fenómenos celestes y observaciones guiadas. Estas infraestructuras no solo son escenarios para la enseñanza formal, sino también puntos de encuentro entre la ciencia y la sociedad, permitiendo que estudiantes y docentes conecten directamente con los eventos astronómicos y amplíen su comprensión del universo (Valderrama et al., 2023).

Un ejemplo reciente y significativo de proyecto educativo es BARCo, el cual busca acercar la astronomía a comunidades rurales en Colombia. Este programa, liderado por RECA con el apoyo de la Oficina de Astronomía para el Desarrollo de la Unión Astronómica Internacional, entrega kits de astronomía con materiales educativos, actividades prácticas y recursos digitales diseñados para superar las barreras tecnológicas y geográficas que enfrentan muchas escuelas rurales. A través de estos esfuerzos, se abre una ventana para que los estudiantes de estas comunidades participen en actividades científicas que de otro modo serían inaccesibles para ellos.

Aunque estas iniciativas han sido exitosas en muchos casos, han operado en un contexto limitado por la falta de un marco curricular oficial que permita incluir la astronomía como un componente central dentro de la educación formal. Muchas de estas actividades dependen del entusiasmo y compromiso individual de docentes o de proyectos extra-curriculares, como clubes de astronomía, para impactar a los estudiantes.

En cuanto a las metodologías aplicadas, la enseñanza de la astronomía en Colombia ha comenzado a adoptar enfoques más activos e innovadores que fomentan el aprendizaje significativo. El aprendizaje basado en proyectos ha ganado popularidad al permitir que los estudiantes realicen investigaciones autónomas sobre fenómenos astronómicos específicos, como la observación de eclipses o la búsqueda de asteroides. Este enfoque no solo desarrolla habilidades científicas, sino que también promueve competencias como el trabajo en equipo, la resolución de problemas y el pensamiento crítico. Además, la observación directa del cielo

mediante telescopios o herramientas digitales constituye una de las estrategias más efectivas para comprender fenómenos celestes, ya que permite a los estudiantes experimentar de manera práctica con lo que están aprendiendo en teoría.

El uso de simulaciones digitales y software especializado ha revolucionado la forma en que se enseña la astronomía. Herramientas como Stellarium y Celestia ofrecen simulaciones interactivas del cielo y los movimientos de los cuerpos celestes, facilitando la comprensión de conceptos complejos y brindando a los estudiantes la posibilidad de visualizar fenómenos que no son observables directamente. Este tipo de recursos tecnológicos ha sido fundamental para enriquecer las estrategias pedagógicas, especialmente en contextos donde los recursos físicos, como telescopios, son escasos.

La astronomía también se ha convertido en un eje integrador dentro de proyectos interdisciplinarios que conectan áreas como la física, las matemáticas y la geografía. Actividades que involucran cálculos de distancias estelares o análisis de órbitas planetarias no solo refuerzan el aprendizaje de estas materias, sino que también promueven una visión más holística y práctica de los conceptos científicos. Este enfoque interdisciplinario ayuda a los estudiantes a relacionar la astronomía con su entorno y fomenta una comprensión más profunda de las conexiones entre diferentes áreas del conocimiento.

Por otro lado, los clubes de astronomía se han establecido como espacios complementarios para el aprendizaje. En estos entornos, los estudiantes tienen la oportunidad de interactuar

de manera lúdica y práctica con los contenidos astronómicos, realizando actividades como talleres de construcción de cohetes, observaciones nocturnas y análisis de imágenes astronómicas. Sin embargo, los clubes enfrentan desafíos importantes, como la falta de recursos materiales y de tiempo dentro de los horarios escolares. En muchos casos, estas iniciativas dependen del esfuerzo voluntario de docentes o padres de familia, lo que limita su sostenibilidad y alcance.

A pesar de los avances en metodologías y proyectos innovadores, la enseñanza de la astronomía en Colombia sigue enfrentando obstáculos significativos. La falta de formación específica para docentes y las desigualdades regionales en el acceso a recursos educativos son algunos de los principales desafíos que deben ser abordados. No obstante, las iniciativas actuales representan una oportunidad única para transformar la manera en que se enseña la astronomía en el país. Con un mayor respaldo de las políticas educativas y un compromiso renovado en la formación docente, la astronomía podría convertirse en una herramienta poderosa para fomentar la curiosidad, el pensamiento crítico y el aprendizaje significativo entre los estudiantes colombianos.

## CONCLUSIONES

La enseñanza de la astronomía en Colombia ha recorrido un camino que abarca tradiciones ancestrales, avances científicos y desafíos educativos. Aunque la astronomía ha sido fortalecida por instituciones académicas y proyectos de divulgación, su integración plena en el sistema educativo si-



que siendo una tarea pendiente. La falta de recursos, las desigualdades en el acceso a tecnologías y su posición marginal en el currículo oficial son barreras que deben superarse.

El sistema educativo colombiano, aunque ha avanzado en el fortalecimiento de las ciencias naturales, enfrenta importantes desafíos para integrar la astronomía en el currículo escolar. La política educativa nacional, liderada por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), establece estándares básicos de competencias en ciencias naturales, pero la astronomía ocupa un lugar periférico dentro de estos estándares. De acuerdo con el diagnóstico de la OAE NAEC-Colombia, solo un pequeño porcentaje de las instituciones educativas, principalmente privadas, incluyen la astronomía en sus Proyectos Educativos Institucionales (PEI). Un paso importante, previo a la incorporación de la astronomía en el currículo, es la capacitación de los profesores de ciencias en temas astronómicos. En la actualidad, la enseñanza de la astronomía es un tema aislado dentro de los currículos de ciencias naturales y sociales.

Adicionalmente, las desigualdades socioeconómicas y geográficas han limitado el acceso a recursos educativos especializados, especialmente en las regiones rurales. La carencia de equipos como telescopios, junto con la baja conectividad a internet, restringe las posibilidades de implementar metodologías innovadoras en la enseñanza de la astronomía. Esto ha llevado a que muchas instituciones se enfoquen en herramientas tradicionales, como exposiciones teóricas y monografías, dejando de lado actividades prácticas que fomenten la participación

## REFERENCIAS

- Anderl, S. (2015). Astronomy and astrophysics in the philosophy of science. arXiv. <https://arxiv.org/abs/1510.03284>
- Arias de Greiff, J. (1987). Historia de la astronomía en Colombia. *Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, 11(1–2), 119–162.
- Arias de Greiff, J., & von Hildebrand, E. (1987). Etnoastromías americanas. Universidad Nacional de Colombia.
- Biblioteca Nacional de Colombia. (2018). Mapeando Colombia (Cap. 6: “La confección del mapa-logo de Colombia”). Biblioteca Nacional de Colombia.
- Bonilla Romero, J. H., Bustos Velazco, E. H., & Reyes, J. D. (2017). Arqueoastronomía, alineaciones solares de solsticios y equinoccios en Bogotá-Bacatá. *Revista Científica*, (27), 146–155.
- Bonilla Romero, J., Rodríguez Rojas, C., & Bustos, E. H. (2019). Arqueoastronomy in the Cojines del Zaque Tunja, Colombia. *Revista Científica (Número especial)*, 179–188. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/revcie/article/view/14489>
- Bozzoli, M. (2014). El rol de las representaciones visuales y el concepto de observación en astronomía. Versiones. *Revista de Filosofía y Epistemología*, 7(1). <https://revistas.udea.edu.co/index.php/versiones/article/view/18485>
- Bozzoli, M. (2020). El concepto de observación y su rol en la enseñanza de la astronomía: una aproximación epistemo-

- lógica. *Revista de Enseñanza de la Física*, 32(1), 157–173. <https://doi.org/10.55767/2451.6007.v32.n1.28941>
- Bozzoli, M. (2021). La historia de la astronomía y su rol en la enseñanza de la filosofía de la astronomía. *Acta Scientiarum. Human and Social Sciences*, 43(1), e59084. <https://doi.org/10.4025/actascihumansoc.v43i1.59084>
  - Bozzoli, M., & Paz, D. J. (2023). Validación de observaciones y de simulaciones astrofísicas: Un enfoque epistemológico. *Disertaciones*, 12(2). <https://ojs.uniquindio.edu.co/ojs/index.php/Disertaciones/article/view/1138>
  - Gómez-Gutiérrez, A. (2024). Prehistoria del Observatorio Astronómico Nacional. Registros meteorológicos y astronómicos de José Celestino Mutis y Francisco José de Caldas entre 1772 y 1802. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 48(186), 178–194. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.2524>
  - Guerra Curvelo, W. (2004). Las comunidades costeras Wayuu: Diversidad intracultural y conocimientos de recursos marinos [Trabajo de grado, Universidad de los Andes]. Repositorio Uniandes.
  - Jacquart, M. (2020). Observations, simulations, and reasoning in astrophysics. *Philosophy of Science Archive*. <https://philsci-archive.pitt.edu/16894/>
  - Kuhn, T. (1957). La revolución copernicana. Planeta.
  - Kuhn, T. S. (1962). The structure of scientific revolutions. University of Chicago Press.
  - Lakatos, I. (1970). Falsification and the methodology of scientific research programmes.

- Moreno, F., Portilla, J. G., & Zitzmann, W. (2018). Aproximación al estudio del manuscrito "Tratado de astronomía y de la reformatión del tiempo" del licenciado Antonio Sánchez de Cozar. *El Astrolabio*, 17, 60–74.
- Moreno-Cárdenas, F., Vargas-Domínguez, S., & Cuéllar-Moyano, J. (2022). The pioneering scientific endeavor and contributions of José María González Benito (1843–1903), the first Colombian modern astronomer. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 46(181), 1010–1027.
- Oficina de Astronomía para la Educación (OAE). (2020). Encuesta sobre la enseñanza de la astronomía en Colombia: Informe de resultados.
- Portilla, J. G., & Moreno, F. (2019). Un manuscrito de finales del siglo XVII: Primera manifestación de un estudio astronómico y cronológico autóctono en territorio neogranadino. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 43(167), 255–272. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.884>
- Portilla, J. G. (2020). Firmamento y atlas terrestre: La astronomía en la época de Francisco José de Caldas. Editorial Academia.
- Quijano, A. (2000). Colonialidad del poder, eurocentrismo y América Latina. En E. Lander (Comp.), *La colonialidad del saber: Eurocentrismo y ciencias sociales. Perspectivas latinoamericanas* (pp. 201–246). CLACSO.
- Reichel-Dolmatoff, G. (1975). Templos Kogi. Introducción al simbolismo y a la astronomía del espacio sagrado. *Revista*

Colombiana de Antropología, 19, 199–246. <https://revistas.icanh.gov.co/index.php/rca/article/view/1670>

- Rodríguez Moneo, M. (1999). Cambio conceptual en la enseñanza de las ciencias. Narcea.
- Rodríguez, A. P. (2021). Mapas producidos y derivados de la Oficina de Longitudes en el Archivo Central e Histórico de la Universidad Nacional de Colombia. Terra Brasilis (Nova Série), 15.
- Sánchez, C. H. (2007). Los cuadernos de Julio Garavito: Una aproximación al pensamiento científico colombiano de finales del siglo XIX y comienzos del XX. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Valderrama, D. A., Pedreros Benavides, E. Y., Garzón Velasco, M. D., & Suárez Torres, E. (2023). Escenarios de educación no formal en Colombia: potencialidades para la enseñanza de la física. Revista de Enseñanza de la Física, 35(2), 75–91.
- Vargas Vargas, W. E., Niño Niño, E., & Bonilla Romero, J. H. (2011). Comprobación topográfica y astronómica del posible observatorio solar muisca de Saquenzipá en Villa de Leyva, Boyacá, Colombia. Revista de Topografía AZIMUT, 3, 65–75. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/azimut/article/view/4061>
- Walsh, C. (2007). Interculturalidad, colonialidad y educación. Educación y Pedagogía, 19(48), 25–35. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/6652>





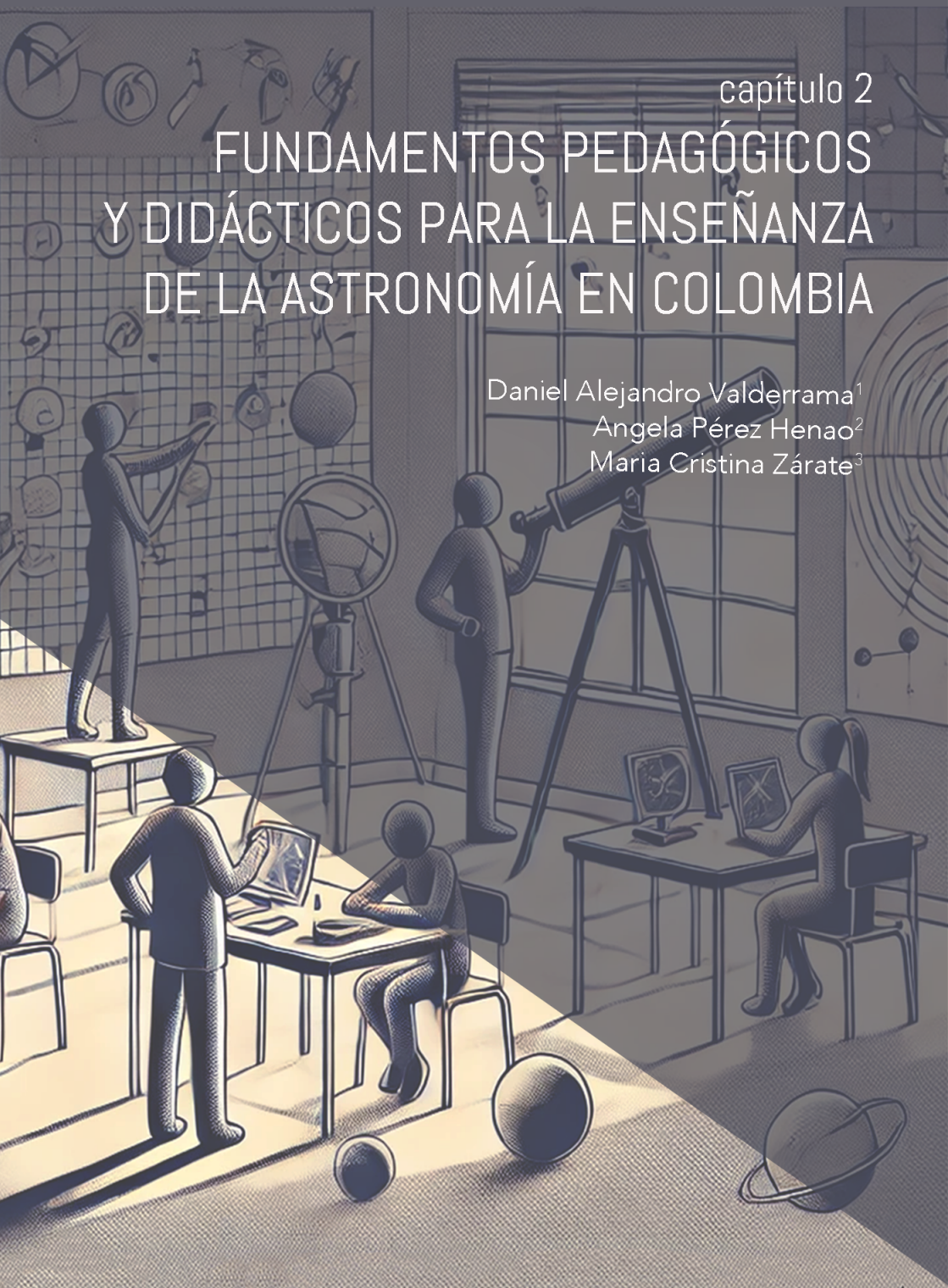
capítulo 2

# FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS Y DIDÁCTICOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA EN COLOMBIA

Daniel Alejandro Valderrama<sup>1</sup>

Angela Pérez Henao<sup>2</sup>

Maria Cristina Zárate<sup>3</sup>







## INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la astronomía en Colombia requiere de un enfoque que trascienda la transmisión de conocimientos científicos para consolidarse como un proceso educativo con identidad pedagógica y didáctica propia, fundamentada en el trasegar epistemológico de la pedagogía y la didáctica como disciplinas de las ciencias de la educación. En este sentido, es fundamental articular los desarrollos teóricos de estas áreas con el contexto sociocultural colombiano, considerando los procesos reflexivos y pragmáticos que emergen de las comunidades académicas, educativas y políticas del país. La construcción de una educación en astronomía contextualizada y significativa demanda la creación de espacios de diálogo y colaboración entre quienes hacen astronomía, los científicos e investigadores, y quienes la enseñan en diferentes niveles de formación, desde la educación básica hasta la superior, de manera que se puedan consolidar marcos conceptuales que contribuyan al desarrollo autónomo y pertinente de la disciplina en el ámbito educativo nacional.

El desarrollo de identidades pedagógicas y didácticas de la astronomía es un proceso dinámico, influenciado por los cambios sociales, culturales y tecnológicos que caracterizan la educación contemporánea. La astronomía, como ciencia con profundas raíces históricas y culturales, ofrece una oportunidad única para integrar el conocimiento científico con la diversidad de saberes presentes en el territorio colombiano.

Sin embargo, la consolidación de una educación astronómica significativa exige no solo un fortalecimiento en la formación disciplinar de los docentes, sino también un desarrollo paralelo de formación docente específica, que garantice procesos educativos que respondan a las particularidades del contexto y a las necesidades de los estudiantes.

En este marco, la intersección entre la pedagogía y la astronomía debe permitir la formulación de marcos teóricos flexibles y en constante evolución, que se nutran de la retroalimentación continua de la comunidad educativa, la investigación en didáctica de la ciencia y las experiencias concretas en el aula y en espacios de divulgación científica. Para que se convierta en un proceso emancipador, donde las comunidades académicas y educativas participen activamente en la generación de conocimiento y en la construcción de nuevas formas de comprender el universo.

Desde esta perspectiva, es importante reconocer que las conceptualizaciones propuestas en este capítulo no constituyen posturas rígidas o definitivas, sino un punto de partida para la reflexión y la discusión permanente. La educación en astronomía es un campo en constante transformación, influenciado por una multiplicidad de dimensiones, lo que la acerca a paradigmas de complejidad que requieren de una adaptación continua y una disposición al cambio. Por ello, este capítulo presenta elementos clave para la construcción de una identidad educativa en astronomía, pero su aplicación debe ser flexible, crítica y sujeta a un proceso de realimentación constante, garantizando su pertinencia y vigencia en el tiempo.

En última instancia, se espera que este análisis contribuya al fortalecimiento de la educación en Colombia, promoviendo el desarrollo de prácticas pedagógicas contextualizadas y la consolidación de comunidades de aprendizaje que articulen el conocimiento científico con las realidades locales. La astronomía, es un puente entre la ciencia y la cultura, lo que la convierte en una herramienta poderosa para inspirar a las nuevas generaciones y fomentar una ciudadanía informada, crítica y comprometida con la exploración y el cuidado integral del entorno.

## **METODOLOGÍA**

La presente investigación se enmarca en un enfoque cualitativo (Gurdián Fernández, 2010), dado que busca comprender e interpretar la evolución conceptual de la pedagogía como disciplina científica y práctica educativa, a partir del análisis crítico de fuentes documentales. El estudio se orienta hacia la comprensión de los procesos históricos, filosóficos y socioculturales que han influido en la configuración de la pedagogía, mediante una reflexión sistemática sobre los distintos paradigmas educativos que han emergido a lo largo del tiempo.

### ***Diseño de la investigación***

El diseño de la investigación es de tipo documental, centrado en la recopilación, análisis e interpretación de fuentes

secundarias relevantes, tales como libros, artículos científicos, tesis de posgrado e informes institucionales. A través de este diseño, se ha realizado un proceso riguroso de revisión bibliográfica con el fin de identificar los principales hitos históricos y conceptuales que han marcado la evolución de la pedagogía (Posada-González, 2017).

### ***Fuentes de información***

Las fuentes documentales analizadas provienen de bases de datos académicas reconocidas (Scopus, Web of Science, Redalyc, SciELO), bibliotecas digitales de universidades reconocidas, así como textos clásicos y contemporáneos de autores referentes en el campo de la pedagogía. Se priorizaron aquellas publicaciones que presentan un alto rigor académico, con criterios de selección que incluyeron:

- Relevancia: estudios que aborden los principales momentos históricos de la pedagogía, desde la antigüedad clásica hasta la contemporaneidad.
- Rigor metodológico: investigaciones con un sólido marco teórico y metodología clara en el abordaje de la pedagogía como disciplina

### ***Técnicas de análisis de la información***

Para el tratamiento de la información documental se empleó un análisis de contenido cualitativo, que permitió identificar patrones temáticos, conceptos clave y relaciones entre

diferentes enfoques pedagógicos a lo largo de la historia. Este análisis se desarrolló en tres fases principales:

1. Codificación de la información: Se realizó una clasificación temática de los documentos analizados, agrupando las ideas centrales en categorías tales como: pedagogía clásica, pedagogía medieval, pedagogía moderna, pedagogía contemporánea y perspectivas latinoamericanas.

2. Análisis e interpretación: Se llevó a cabo una lectura crítica e interpretativa de los textos, contrastando diferentes posturas teóricas y estableciendo conexiones entre los paradigmas educativos y su influencia en la educación actual.

3. Síntesis de resultados: La información analizada se organizó cronológicamente para destacar la evolución conceptual de la pedagogía, identificando hitos relevantes, continuidades y rupturas epistemológicas en la disciplina.

Para garantizar la validez y el rigor del estudio, se adoptaron estrategias como la triangulación de fuentes, la revisión por pares de los hallazgos y la argumentación basada en evidencia empírica y teórica. Si bien el estudio ofrece un panorama comprensivo de la evolución de la pedagogía, se reconocen algunas limitaciones, entre ellas la falta de documentación específica sobre ciertos periodos históricos en el contexto colombiano y latinoamericano, así como la necesidad de realizar investigaciones empíricas complementarias que permitan validar los hallazgos a partir de la práctica educativa actual.

## RESULTADOS

### ***Reflexiones histórico-conceptuales de la pedagogía como disciplina y práctica educativa***

La pedagogía, entendida como el estudio de los procesos de enseñanza y aprendizaje, es una disciplina en constante evolución, cuya conceptualización ha sido moldeada por diversos contextos históricos, filosóficos, socioculturales y científicos. A lo largo del tiempo, la pedagogía ha transitado desde visiones esencialistas centradas en la transmisión de conocimientos, hacia enfoques más dinámicos e interdisciplinarios que consideran la complejidad de los procesos educativos y la diversidad de los actores involucrados. Su evolución ha estado marcada por la necesidad de responder a los desafíos cambiantes de la sociedad, adaptándose a nuevas realidades y redefiniendo sus marcos teóricos y metodológicos para garantizar la formación integral del ser humano (Franco & Pimenta, 2001; Rojas et al., 2017).

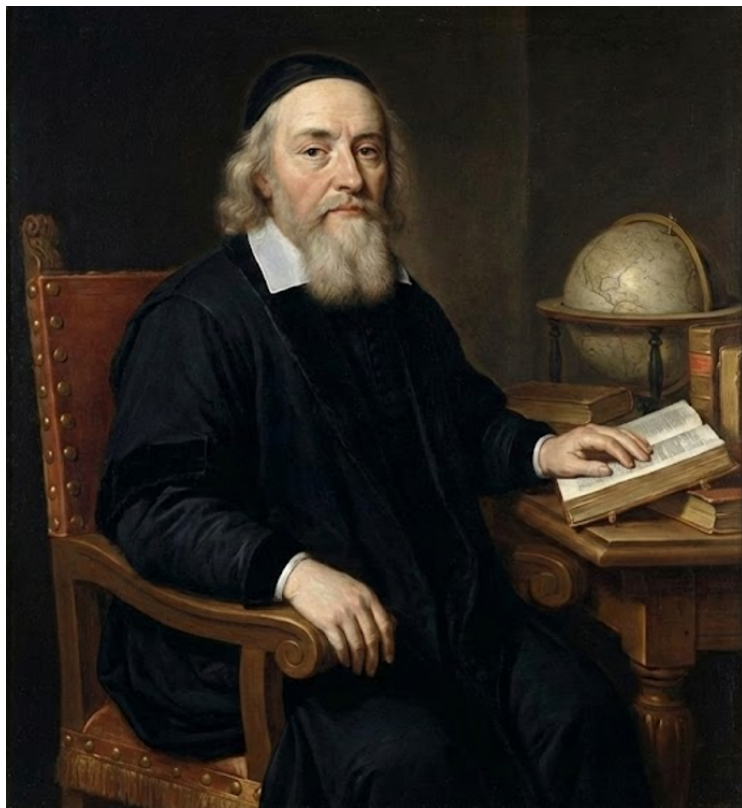
Históricamente, la pedagogía ha pasado por diferentes momentos que reflejan su transformación conceptual. En la antigüedad clásica, la educación estaba vinculada estrechamente con la formación moral y ciudadana, donde filósofos como Platón y Aristóteles concebían la educación como el medio para el desarrollo del individuo dentro de las polis. La pedagogía en este periodo era esencialmente normativa, centrada en la formación de élites y en la perpetuación de valores culturales mediante métodos rígidos y

autoritarios (Hugo & Aguirre, 2003; Levoratti, 1972; Marrou, 1985).

Durante la Edad Media, la pedagogía adoptó un carácter teológico, influenciada por la escolástica, la cual enfatizaba el aprendizaje memorístico y la repetición como medios para alcanzar la verdad divina. La educación se desarrollaba en instituciones religiosas bajo un modelo jerárquico que relegaba el papel del estudiante a la simple recepción del conocimiento (Pulido, 2018; Tacla et al., 2021; Villa Prieto, 2017). Sin embargo, este periodo sentó las bases para la sistematización de la enseñanza y la estructuración de currículos formales.

Con la llegada del Renacimiento, se produjo un giro humanista en la pedagogía, reivindicando el potencial del individuo y su capacidad para aprender a través de la experiencia y la observación (Durkheim et al., 1982; Silber, 2007), principios fundamentales para las construcciones epistemológicas posteriores. En el siglo XVII, Jan Amos Comenio (Figura 2.1) introdujo principios didácticos que proponían una enseñanza más estructurada y accesible para todos, sentando las bases de la pedagogía moderna mediante la idea de la educación universal y gradual (González Rivera & Méndez Reyes, 2024; Necuzzi, 2018).

*Figura 2.1. Representación artística de Jan Amos Comenio (1592-1670), considerado el padre de la pedagogía moderna.*



El Siglo de las Luces, influenciado por la Ilustración, promovió la pedagogía como un campo de reflexión filosófica que buscaba fundamentar la educación en principios racionales y científicos (Bolufer Peruga, 2002; Fallas, 2005). Filóso-



fos como Rousseau y Pestalozzi contribuyeron al desarrollo de una educación centrada en el desarrollo natural del niño, abogando por la experiencia sensorial y la participación del estudiante en su proceso formativo. Este periodo sentó las bases para una educación que considerara las particularidades del individuo, diferenciándose de la enseñanza tradicional centrada en la memorización y la repetición (Burbano Galeano & Caicedo Arroyo, 2008; Domínguez Rodríguez, 2016; Rodríguez García, 2016).

Con el advenimiento de la Revolución Industrial, la educación adquirió un enfoque instrumental, orientado a la formación de mano de obra calificada para las demandas del mercado (Romina Bibiana, 2003). Las prácticas educativas predominantes en esta época se caracterizaron por su énfasis en la repetición, la disciplina y la eficiencia, consolidando la escuela como una institución de socialización masiva acorde con las necesidades del sistema productivo. A inicios del siglo XX, pedagogos como John Dewey cuestionaron este modelo educativo mecanicista, defendiendo una educación activa y experiencial, donde el estudiante es el centro del proceso de enseñanza y aprendizaje (Ruiz, 2013).

A lo largo del siglo XX, la pedagogía experimentó una diversificación teórica significativa, dando lugar a la emergencia de múltiples enfoques que ampliaron su espectro de análisis. El constructivismo, con figuras como Piaget y Vygotsky, propuso una visión interactiva del aprendizaje, donde el conocimiento se construye a partir de la interacción social y la experiencia personal (Guerra García, 2020; Torre & Vidal, 2017). Al mismo tiempo, la pedagogía crítica,

impulsada por Paulo Freire, desafió las estructuras educativas tradicionales al concebir la educación como una herramienta de emancipación social y transformación política (Mejía et al., 2015; Reyes, 2022).

En la actualidad, la pedagogía se concibe como un saber interdisciplinario que integra aportes de diversas ciencias, como la psicología, la sociología, la antropología y la neurociencia. La educación contemporánea se enfrenta a desafíos derivados de la globalización, la digitalización y la creciente diversidad sociocultural, lo que exige una pedagogía flexible, contextualizada y centrada en el desarrollo de competencias para la vida.

Desde una perspectiva epistemológica, la pedagogía se configura como un campo en constante construcción, que debe ser revisado y actualizado a la luz de los nuevos conocimientos y realidades sociales. Su evolución es un proceso dinámico que implica la revisión crítica de sus fundamentos y la adaptación a las necesidades emergentes de la sociedad. En este sentido, la pedagogía no es un concepto estático, sino una práctica reflexiva y transformadora que busca mejorar la calidad educativa y garantizar la formación integral del ser humano en un mundo en constante cambio.

Es así como, la pedagogía enfrenta el reto de pensarse desde la diversidad de contextos socioculturales que caracterizan a las sociedades contemporáneas, especialmente en regiones como América Latina, donde la educación ha estado históricamente condicionada por factores estructurales de desigualdad, exclusión y resistencia cultural. La reflexión pedagógica no puede ser homogénea ni universalista; por el contrario, debe reconocer las realidades particulares de

cada comunidad, sus necesidades, valores y saberes ancestrales, incorporándolos de manera crítica y dialogante en los procesos educativos. En este sentido, es indispensable una pedagogía situada, que articule las demandas globales con las identidades locales, fomentando una educación pertinente, emancipadora y con un fuerte arraigo en los contextos socioculturales propios.

Desde la perspectiva del pensamiento pedagógico latinoamericano, autores como Paulo Freire (Figura 2.2), han aportado una visión de la educación como un acto de liberación y transformación social, donde el conocimiento se construye de manera colectiva y se nutre de las experiencias cotidianas de los sujetos (Reyes, 2022). Estos enfoques destacan la necesidad de una educación crítica y contextualizada, capaz de dialogar con la realidad y de reconocer la diversidad cultural como un valor fundamental para la construcción de sociedades más justas e inclusivas. Así, la pedagogía latinoamericana se configura como una propuesta alternativa a los modelos educativos tradicionales, reivindicando el papel del conocimiento popular y las epistemologías de la región en la configuración de nuevos paradigmas educativos (da Mota Neto & Streck, 2019; Gómez Sollano, 2021).

*Figura 2.2. Representación artística de la educación liberadora del pedagogo, educador y filósofo brasileño Paulo Freire.*



En el caso colombiano, la reflexión sobre la pedagogía cobra especial relevancia en virtud de su multiculturalidad, multidiversidad y multipluralismo, reconocidos en la Constitución de 1991 como elementos constitutivos de la nación. La diversidad étnica, lingüística, cultural y territorial de Colombia demanda un enfoque pedagógico pluralista, que responda a las particularidades de cada región, respetando y valorando sus múltiples formas de conocimiento y de relación con el entorno. En este sentido, es imperativo que las políticas educativas y las prácticas pedagógicas se construyan de manera incluyente y participativa, asegurando el derecho a una educación contextualizada, intercultural y pertinente, que fomente la equidad y el respeto por la diferencia.

No obstante, la discusión sobre la pedagogía en Colombia debe permanecer abierta y en permanente construcción, reconociendo que la educación es un proceso dinámico, in-

fluenciado por cambios sociales, económicos y tecnológicos. La pedagogía debe concebirse como un campo en el que convergen múltiples voces, saberes y experiencias, en un esfuerzo conjunto por redefinir el sentido de la educación en función de los desafíos del siglo XXI. Es necesario un diálogo continuo entre los actores educativos; docentes, estudiantes, comunidades, instituciones y el Estado, para consolidar propuestas pedagógicas que sean pertinentes, sostenibles y coherentes con la realidad colombiana.

### **Principales modelos pedagógicos y su relevancia para la enseñanza de las ciencias**

La pedagogía, en su proceso de construcción teórica y práctica, ha desarrollado diversos modelos y enfoques que orientan la enseñanza y el aprendizaje en función de concepciones particulares del conocimiento, del desarrollo humano y de la relación entre docentes y estudiantes. En este sentido, es fundamental diferenciar los conceptos de modelo y enfoque pedagógicos, ya que, aunque están estrechamente relacionados, poseen características y alcances diferentes dentro del campo educativo.

Un modelo pedagógico se podría concebir como un conjunto estructurado de principios, teorías y estrategias que organizan el proceso educativo de manera sistemática. Este proporciona una guía coherente sobre qué enseñar, cómo enseñar y cómo evaluar el aprendizaje, incorporando fundamentos filosóficos, epistemológicos y psicológicos que configuran una visión específica de la educación. Los modelos pedagógicos han evolucionado a lo largo de la historia en

respuesta a las necesidades sociales y culturales de cada época, reflejando distintas formas de comprender la enseñanza y el aprendizaje.

Por otro lado, se puede considerar, que un enfoque pedagógico hace referencia a una orientación teórica que establece criterios generales para la enseñanza, proporcionando una perspectiva particular sobre el papel del docente, del estudiante y del entorno educativo. A diferencia de los modelos, que son estructuras más cerradas y prescriptivas, los enfoques permiten mayor flexibilidad en su aplicación, posibilitando la adaptación de estrategias según los contextos y características de los estudiantes.

En la enseñanza de las ciencias, la elección de un modelo o enfoque pedagógico tiene implicaciones significativas, ya que determina cómo se construyen los conocimientos científicos, la relación entre teoría y práctica, y la manera en que se fomenta el pensamiento crítico y la indagación en los estudiantes. La ciencia, por su naturaleza exploratoria y experimental, demanda modelos pedagógicos que prioricen la comprensión de los procesos, la capacidad de formular hipótesis y la resolución de problemas a partir de la evidencia.

De manera que, los modelos pedagógicos constituyen representaciones conceptuales que organizan y orientan los procesos de enseñanza y aprendizaje en diferentes contextos educativos. A lo largo de la historia, han surgido diversos modelos que reflejan las concepciones predominantes sobre el conocimiento, el desarrollo humano y la función de la educación en la sociedad. Estos modelos no solo configuran las prácticas pedagógicas, sino que también revelan los valores, expectativas y propósitos que cada sociedad atribuye a la

educación. Su evolución ha estado marcada por los cambios sociales, culturales y tecnológicos, lo que ha llevado a la formulación de nuevas perspectivas que buscan responder a las demandas emergentes del mundo contemporáneo, es pertinente, por tanto, en el propósito de este capítulo, revisar algunos de los modelos más populares en los procesos de enseñanza colombianos, ya que trastocarían las perspectivas de educación en astronomía.

El modelo tradicional ha sido uno de los más influyentes en la historia de la educación, caracterizado por una enseñanza centrada en la transmisión de conocimientos de manera unidireccional, donde el docente asume un rol protagónico como poseedor del saber y el estudiante es concebido como un receptor pasivo. Este modelo, influenciado por la escolástica medieval, ha tenido una notable persistencia en los sistemas educativos, enfatizando la disciplina, la memorización y la reproducción de la información. Su propósito fundamental es la preparación del individuo para cumplir con los estándares establecidos por la sociedad, garantizando la asimilación de normas y valores que favorezcan la cohesión social. Sin embargo, la rigidez de este modelo ha sido objeto de críticas por su limitada capacidad para promover el pensamiento crítico y la participación del estudiante en la construcción del conocimiento (Cantor Isaza et al., 2019).

El modelo conductista, por su parte, surge en el siglo XX bajo la influencia de la psicología conductual, que entiende el aprendizaje como un proceso de modificación del comportamiento a través de estímulos y respuestas. Los principales exponentes de este modelo, como B. F. Skinner y J. B. Watson, sostienen que el aprendizaje se basa en la repetición y el refuerzo de conductas deseadas, utilizando estrategias de

condicionamiento operante para garantizar resultados observables y medibles (Romer et al., 2022). En el ámbito educativo, este modelo ha sido ampliamente utilizado para la adquisición de habilidades y destrezas específicas, especialmente en contextos donde se requiere el dominio de procedimientos técnicos y la automatización de respuestas. No obstante, su énfasis en los resultados observables ha sido cuestionado por su reduccionismo, al no considerar aspectos cognitivos y socioemocionales del aprendizaje.

El modelo constructivista representa un cambio paradigmático al concebir el aprendizaje como un proceso activo en el que el estudiante construye su propio conocimiento a partir de experiencias previas e interacciones con el entorno. Inspirado en los aportes de Jean Piaget y David Ausubel, este modelo sostiene que el aprendizaje significativo se logra cuando los nuevos conocimientos se relacionan con esquemas mentales preexistentes, favoreciendo la comprensión profunda y la transferencia de saberes a diferentes contextos. En este enfoque, el docente adopta un rol de facilitador, promoviendo la exploración, la reflexión y la resolución de problemas como estrategias clave para el aprendizaje. La enseñanza de las ciencias encuentra en el constructivismo un marco idóneo, al fomentar la indagación y el desarrollo de habilidades científicas que permiten a los estudiantes formular hipótesis, experimentar y analizar fenómenos del mundo natural (Guerra García, 2020; Torre & Vidal, 2017).

El modelo socio constructivista, desarrollado a partir de las ideas de Lev Vygotsky, enfatiza el papel del contexto social y cultural en el aprendizaje, considerando que el conocimiento se construye de manera colectiva mediante la interacción con otros (Ribosa, 2020). Este modelo introduce el concepto de la



zona de desarrollo próximo, que señala la importancia del andamiaje proporcionado por el docente o por compañeros más avanzados para facilitar la adquisición de nuevos conocimientos. La enseñanza de las ciencias bajo esta perspectiva se basa en el trabajo colaborativo, el diálogo y la argumentación, promoviendo la participación de los estudiantes en la construcción del conocimiento y la apropiación de prácticas científicas en un entorno social compartido.

El modelo humanista, con aportes de Carl Rogers y Abraham Maslow, pone en el centro del proceso educativo el desarrollo integral del estudiante, atendiendo a sus necesidades emocionales, motivacionales y cognitivas (Guerín et al., 2023). Este modelo considera que el aprendizaje es más efectivo cuando se basa en el interés personal y la autorrealización, promoviendo un ambiente educativo basado en la confianza, la autonomía y la autoevaluación. En la enseñanza de las ciencias, el enfoque humanista permite la personalización del aprendizaje, fomentando la curiosidad, la creatividad y el desarrollo de una actitud crítica y reflexiva hacia el conocimiento científico.

Desde una perspectiva crítica, el modelo pedagógico crítico- radical, inspirado en las ideas de Paulo Freire, concibe la educación como un proceso de liberación y transformación social (Reyes, 2022). Este modelo sostiene que la enseñanza debe propiciar una comprensión crítica de la realidad, capacitando a los estudiantes para cuestionar las estructuras de poder y participar activamente en la transformación de su entorno. La enseñanza de las ciencias desde esta perspectiva implica una contextualización del conocimiento, vinculándolo con problemáticas sociales y ambientales, de manera que los

estudiantes puedan comprender la ciencia como una herramienta para la acción social y la justicia.

Estos modelos pedagógicos, aunque se presentan como enfoques diferenciados, no son excluyentes entre sí. La práctica educativa contemporánea reconoce la necesidad de adoptar una visión integradora y flexible que permita combinar elementos de diferentes modelos en función de los contextos y necesidades específicas de los estudiantes. La enseñanza de las ciencias, en particular, se beneficia de un enfoque ecléctico que incorpora estrategias de exploración, indagación, colaboración y reflexión crítica, promoviendo una comprensión holística del mundo natural y tecnológico.

### **Pedagogía para los procesos educativos de la astronomía en Colombia**

La enseñanza de la astronomía representa un campo de especial relevancia dentro de la educación científica, no solo por su carácter interdisciplinario, sino también por su impacto en la construcción de saberes científicos y culturales que han acompañado a la humanidad desde tiempos inmemoriales. La astronomía, como disciplina científica, permite comprender la estructura y dinámica del universo, abordando conceptos fundamentales como la formación de estrellas, galaxias y planetas, la evolución cósmica y las leyes físicas que rigen el cosmos. Sin embargo, su valor trasciende el ámbito puramente científico, ya que la observación del cielo ha influido de manera significativa en el desarrollo de las civilizaciones, orientando su cosmovisión, su calendario agrícola, su navegación y su espiritualidad (Rosenberg & Russo, 2018). Por

ello, la enseñanza de la astronomía debe considerar tanto su dimensión científica como su relevancia cultural y humanística, promoviendo un aprendizaje que integre conocimientos, habilidades y actitudes para una comprensión integral del universo y del lugar que ocupa la humanidad en él (Camino, 2021, 2023a).

Históricamente, la astronomía ha jugado un papel central en la conformación del conocimiento humano. Desde las antiguas culturas mesopotámicas y egipcias, pasando por el pensamiento heliocéntrico de Copérnico hasta la exploración espacial contemporánea, el estudio del cielo ha sido una fuente constante de inspiración y de cuestionamientos filosóficos sobre el origen y el destino del cosmos. Este carácter dual de la astronomía, como ciencia y como manifestación cultural, la convierte en una herramienta educativa poderosa para estimular el pensamiento crítico, la curiosidad y la capacidad de asombro en los estudiantes (Taufiq et al., 2020; Valderrama, 2024). La enseñanza de la astronomía ofrece la oportunidad de conectar el conocimiento científico con la historia, la mitología y la literatura, promoviendo un aprendizaje contextualizado que permita a los estudiantes reconocer la interrelación entre la ciencia y la cultura. Asimismo, su carácter observacional favorece la adquisición de competencias en la indagación científica, permitiendo la exploración empírica a través de la observación del cielo nocturno y el análisis de datos astronómicos (Duncan & Arthurs, 2012; Neagu & Tercu, 2023).

Desde una perspectiva pedagógica, la enseñanza de la astronomía debe fundamentarse en principios que orienten su desarrollo de manera efectiva y significativa. En primer lugar, el enfoque constructivista se presenta como una herramienta

clave, al reconocer que los estudiantes construyen su conocimiento a partir de sus experiencias previas y su interacción con el entorno. La astronomía, por su carácter visual y accesible, permite la implementación de metodologías activas como la observación directa del cielo, el uso de simulaciones digitales y la resolución de problemas basados en situaciones reales, favoreciendo un aprendizaje experiencial y significativo. En este sentido, la indagación científica se consolida como un principio pedagógico esencial, ya que promueve la formulación de preguntas, la experimentación y el análisis crítico de la información, fomentando en los estudiantes un pensamiento científico basado en la evidencia.

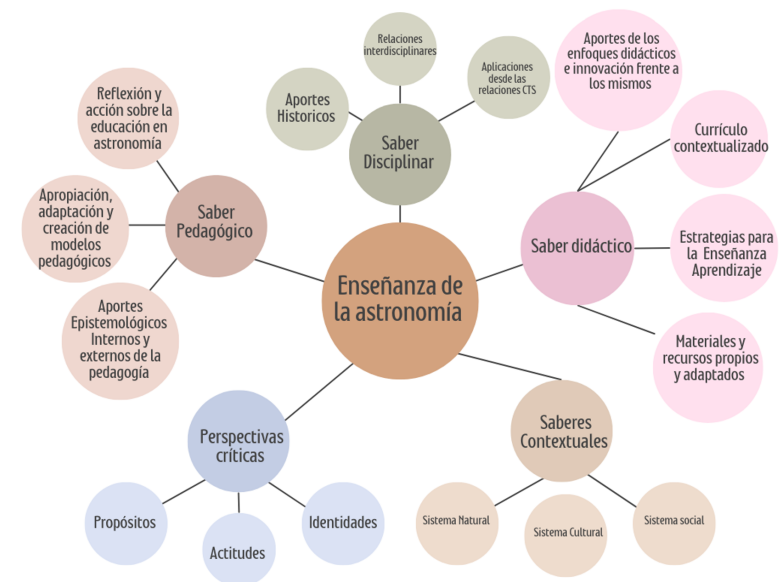
Otro principio clave para la enseñanza de la astronomía es la interdisciplinariedad, dado que esta disciplina se interconecta con áreas como la física, la química, la matemática y la geografía, así como con aspectos filosóficos y artísticos (Valderrama & Navarrete Flórez, 2020). Integrar la astronomía dentro de un enfoque interdisciplinario permite a los estudiantes comprender fenómenos astronómicos en su complejidad, identificando relaciones entre distintos campos del conocimiento y desarrollando una visión holística del universo. La astronomía, además, favorece el desarrollo de competencias en tecnologías emergentes, al incorporar herramientas digitales como software de simulación astronómica, aplicaciones de realidad aumentada y bases de datos astronómicas accesibles en línea, las cuales posibilitan una exploración autónoma y enriquecedora del cosmos (Valderrama, 2025).

La contextualización cultural es otro principio fundamental en la pedagogía de la astronomía. En sociedades diversas como la colombiana, la enseñanza de la astronomía debe reconocer y valorar los saberes ancestrales de las comunidades indígenas y campesinas, quienes han desarrollado formas de interpretación del cielo ligadas a su cosmovisión y prácticas cotidianas. Incorporar estos conocimientos en el aula no solo permite una apropiación cultural del aprendizaje astronómico, sino que también fomenta el respeto por la diversidad de miradas sobre el cosmos, promoviendo una educación incluyente y significativa (Alves Cardoso et al., 2020; Chadwick & Castorina, 2022; Piedrahíta Ramírez & Gómez Montoya, 2014; Ten & Monrós, 2006).

En concordancia con lo anterior, es relevante integrar en esas reflexiones pedagógicas, la sustentabilidad y el respeto por el entorno natural. La contaminación lumínica y el cambio climático representan desafíos contemporáneos que afectan la observación del cielo y, por ende, la práctica astronómica (Aguilar Suesca et al., 2024). Sensibilizar a los estudiantes sobre estos problemas, a través de proyectos educativos en los que se aborden el impacto de la actividad humana en la visibilidad del cosmos, puede contribuir a la formación de ciudadanos responsables y comprometidos con la protección del cielo nocturno como patrimonio de la humanidad.

En la Figura 2.3, se integran los componentes clave a priorizar en la enseñanza de la astronomía, abordando una visión holística e interdisciplinaria que articula diferentes dimensiones del conocimiento.

Figura 2.3. Representación artística de la educación liberadora de Paulo Freire.



En el esquema se destacan cuatro saberes fundamentales: el saber disciplinar, que comprende los aportes históricos y las aplicaciones desde la perspectiva de las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS); el saber pedagógico, que enfatiza la reflexión sobre la educación en astronomía, la apropiación y adaptación de modelos pedagógicos, así como los aportes epistemológicos internos y externos de la pedagogía; el saber didáctico, orientado hacia la contextualización curricular, la implementación de estrategias de enseñanza-aprendizaje y el uso de materiales adaptados a las necesidades del contexto; y los saberes contextuales, que recono-

cen la interacción del sistema natural, cultural y social en la enseñanza de la astronomía. De igual manera, se incorporan las perspectivas críticas, que incluyen los propósitos, identidades y actitudes necesarias para promover una educación astronómica pertinente y significativa en diversos contextos educativos.

### **La didáctica y los procesos de enseñanza-aprendizaje de la astronomía**

La didáctica de la ciencia, como disciplina fundamental en la educación científica, tiene como objetivo analizar, diseñar y evaluar los procesos de enseñanza-aprendizaje, asegurando que los estudiantes adquieran conocimientos significativos y desarrollen competencias científicas de manera efectiva. La didáctica, en términos generales, puede definirse como el estudio de los métodos y estrategias que permiten la enseñanza de un contenido específico en un contexto determinado (García, 2008). Su desarrollo como disciplina ha estado influenciado por diversas corrientes epistemológicas que han enriquecido su conceptualización, desde el positivismo, que la concebía como un conjunto de métodos transmisivos, hasta las perspectivas constructivistas y socioconstructivistas, que resaltan la importancia de la participación del estudiante en la construcción del conocimiento. En el ámbito de la enseñanza de la ciencia, la didáctica ha evolucionado para incorporar enfoques que buscan fomentar el pensamiento crítico, la indagación y la resolución de problemas, permitiendo a los estudiantes comprender los fenómenos científicos de manera integrada y contextualizada.

De esta manera, se han desarrollado diversos enfoques didácticos que buscan responder a las necesidades de los estudiantes y a los desafíos de un mundo en constante cambio. Estos enfoques pueden clasificarse en tradicionales y emergentes, cada uno con sus características, ventajas y desafíos particulares. Los enfoques tradicionales, como la enseñanza expositiva, se centran en la transmisión directa del conocimiento, proporcionando estructuras claras y secuenciales que facilitan la memorización y la adquisición de conceptos fundamentales. Sin embargo, su limitación radica en la falta de interacción y en la dificultad para fomentar habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas. Por otro lado, los enfoques emergentes, como el aprendizaje basado en la indagación, el aprendizaje basado en proyectos y la enseñanza situada, buscan involucrar activamente a los estudiantes en el proceso de construcción del conocimiento, promoviendo el aprendizaje significativo a través de la exploración, la experimentación y la vinculación con contextos reales.

La Tabla 2.1 describe los principales enfoques didácticos en la enseñanza de la ciencia y su aplicación en la astronomía, considerando sus principales potencialidades, se espera que la profundización en los mismos le permita al lector, sentar las bases epistemológicas en la consolidación de su praxis docente en la enseñanza de la astronomía.



*Tabla 2.1. Descripción de diferentes enfoques didácticos y su potencialidad en la enseñanza de la astronomía.*

<b>Enfoque Didáctico</b>	<b>Descripción</b>	<b>Potencialidades en la enseñanza de la astronomía</b>
Enseñanza Expositiva	Se basa en la transmisión estructurada de contenidos mediante la exposición del docente, proporcionando un marco teórico claro y organizado. Suele utilizarse para introducir conceptos fundamentales.	Facilita la enseñanza de conceptos básicos como la estructura del universo y las leyes del movimiento planetario de manera secuencial y organizada.
Aprendizaje Basado en Indagación	Implica la exploración activa a través de preguntas, búsqueda de respuestas y experimentación. Desarrolla habilidades científicas mediante la recopilación y análisis de datos.	Permite a los estudiantes formular hipótesis y realizar observaciones astronómicas directas, promoviendo el pensamiento crítico y la metodología científica.
Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)	Los estudiantes trabajan en proyectos multidisciplinarios aplicando el conocimiento en problemas reales, fomentando la autonomía y la creatividad.	Fomenta la conexión de la astronomía con problemas como la exploración espacial y la contaminación lumínica, fortaleciendo el trabajo en equipo.
Enseñanza Situada	Aprendizaje contextualizado en entornos reales o simulados, relacionando el conocimiento con la vida cotidiana.	Permite vincular la astronomía con el contexto cultural local, como la observación del cielo en comunidades rurales.
Gamificación	Introduce elementos de juego en el proceso de enseñanza, utilizando retos y recompensas para motivar a los estudiantes.	Aumenta el interés en la astronomía mediante simulaciones lúdicas de misiones espaciales o la exploración del cosmos.
Enfoque STEAM	Integra ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas para abordar problemas complejos desde una perspectiva interdisciplinaria.	Facilita la aplicación de conocimientos astronómicos en proyectos tecnológicos, como el diseño de telescopios caseros.
Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)	Analiza la relación entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, fomentando una visión crítica de los avances científicos.	Permite comprender el impacto de la astronomía en la vida cotidiana, como el uso de satélites para la comunicación.
Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)	Plantea la resolución de problemas reales como motor del aprendizaje, impulsando el pensamiento crítico.	Desarrolla habilidades para resolver desafíos astronómicos como la planificación de misiones espaciales.

Aprendizaje Cooperativo	Fomenta el trabajo en equipo mediante la interacción entre pares y la construcción colectiva del conocimiento.	Promueve la colaboración en proyectos astronómicos, como la observación conjunta de fenómenos celestes.
Enseñanza por Modelización	Usa modelos conceptuales para representar fenómenos científicos complejos y visualizarlos de manera simplificada.	Facilita la comprensión de conceptos abstractos como la expansión del universo mediante representaciones visuales.
Enseñanza por Descubrimiento	Promueve el aprendizaje autónomo a través de la exploración guiada y la experimentación.	Estimula la curiosidad al permitir a los estudiantes descubrir fenómenos astronómicos por sí mismos.
Aprendizaje por Competencias	Se centra en el desarrollo de habilidades prácticas aplicables a la vida real.	Permite aplicar conceptos astronómicos en escenarios reales, como la interpretación de cartas celestes.
Cuestiones Socio científicas	Aborda temas científicos con implicaciones sociales y éticas, fomentando la toma de decisiones fundamentadas.	Permite analizar problemas como la explotación de recursos espaciales y la búsqueda de vida extraterrestre.
Flipped Classroom	Los estudiantes adquieren conceptos teóricos en casa y en el aula se realizan actividades prácticas y colaborativas.	Optimiza el tiempo de clase para la experimentación y el análisis de fenómenos astronómicos.

*Fuente: Los autores.*

En el contexto de la astronomía, la aplicación de estos enfoques didácticos presenta un gran potencial para motivar a los estudiantes y fomentar su interés por el estudio del universo. Sin embargo, la enseñanza de la astronomía enfrenta desafíos particulares, como la dificultad de realizar observaciones directas en entornos urbanos afectados por la contaminación lumínica, la necesidad de recursos tecnológicos especializados y la formación docente en estrategias específicas para abordar conceptos astronómicos complejos (Valderrama, 2025). Es por ello por lo que se hace necesario reflexionar sobre la posibilidad de desarrollar una didáctica específica para la astronomía que responda a las particularidades de esta ciencia.

La astronomía posee características únicas que justifican la necesidad de una didáctica especializada. Su carácter interdisciplinario, su relación con fenómenos de gran escala y su impacto en la comprensión de nuestra posición en el cosmos requieren enfoques pedagógicos que integren tanto la teoría como la práctica de manera equilibrada. La enseñanza de la astronomía debe ir más allá de la simple transmisión de datos sobre cuerpos celestes, promoviendo una comprensión profunda de los procesos astronómicos y su relación con la vida en la Tierra. Además, la fascinación que genera la astronomía en los estudiantes brinda una oportunidad excepcional para desarrollar competencias científicas, tecnológicas y humanísticas de forma integrada (Valderrama, 2025).

Para el desarrollo de una didáctica específica para la enseñanza de la astronomía, es fundamental establecer principios estructurales basados en la investigación educativa y en experiencias pedagógicas previas. Entre estos principios se destacan la exploración activa del entorno mediante la observación del cielo, el uso de herramientas digitales para la simulación de fenómenos astronómicos, la integración de la historia y la cultura astronómica en el currículo, y la promoción de un pensamiento crítico a través del análisis de datos y la argumentación científica (Camino, 2011, 2023b). Estos principios permiten diseñar experiencias de aprendizaje que no solo transmitan conocimientos, sino que también fomenten una actitud científica y una apreciación estética del universo.

La vinculación interdisciplinaria es un aspecto clave en la didáctica de la astronomía, ya que permite articular esta ciencia con otras áreas del conocimiento, como la física, la matemática, la geografía, la historia y la filosofía. Esta in-

tegración posibilita una comprensión más holística del cosmos y de la relación entre los fenómenos astronómicos y la vida cotidiana. La contextualización cultural también juega un papel fundamental, ya que permite valorar las contribuciones de diferentes culturas al conocimiento astronómico y reconocer las formas en que las comunidades han interpretado el cielo a lo largo de la historia.

### **Instrumentos para la planificación y la evaluación didáctica**

La planificación de la praxis didáctica en la enseñanza de la astronomía requiere el uso de herramientas que permitan estructurar el proceso de enseñanza-aprendizaje de manera coherente, flexible y adaptada a los intereses formativos de los docentes y estudiantes. Una de las herramientas más destacadas en este ámbito es la trama didáctica, propuesta por Pedraza-Jiménez (2021), la cual ofrece un marco estructural que facilita la organización de los contenidos de enseñanza desde una perspectiva disciplinar, pedagógica y didáctica. Esta herramienta ha demostrado su eficacia en la formación inicial de docentes en astronomía, proporcionando una estructura que articula diversos elementos fundamentales para la enseñanza de conceptos astronómicos de manera progresiva y significativa.

La trama didáctica se compone de varios elementos esenciales que permiten planificar y ejecutar actividades educativas alineadas con los objetivos de aprendizaje. Entre estos elementos se encuentran la identificación de la trama, los objetivos de aprendizaje en tres dimensiones (saber, saber

hacer y saber ser), la justificación del tema, los aspectos epistemológicos e históricos, el marco teórico, la red conceptual, los aspectos interdisciplinarios y pedagógicos, el diseño didáctico, la evaluación diagnóstica y los momentos de la clase. Estos componentes permiten estructurar de manera lógica el proceso de enseñanza, garantizando una secuenciación coherente y alineada con los principios del aprendizaje significativo (Pedraza-Jiménez, 2021).

A continuación, en la Tabla 2.2, se presenta una matriz que sintetiza la estructura de la trama didáctica.

Tabla 2.2. Descripción de diferentes enfoques didácticos y su potencialidad en la enseñanza de la astronomía.

Sección	Descripción
Identificación de la Trama	Área, asignatura, semestre, nombres de profesor en formación y titular, fecha y destinatarios de la trama. Establece el contexto y características específicas de la propuesta.
Objetivos	Incluye objetivos específicos en tres dimensiones: Saber (conocimientos), Saber Hacer (habilidades) y Saber Ser (actitudes).
Justificación	Expone la relevancia de la enseñanza de los contenidos, enfatizando la importancia de la astronomía en la educación científica y ciudadana.
Aspectos Epistemológicos e Históricos	Revisión del desarrollo histórico y epistemológico de los conceptos astronómicos, facilitando una comprensión profunda y fundamentada.
Marco Teórico	Fundamentos teóricos en didáctica y astronomía que apoyan las estrategias de enseñanza propuestas.

Red Conceptual	Organización visual de los conceptos clave y sus interrelaciones para facilitar la enseñanza y comprensión de los temas tratados.
Aspectos Interdisciplinarios	Identificación de conexiones con otras áreas de conocimiento, mostrando la astronomía como una disciplina integrada y conectada.
Aspectos Pedagógicos	Estrategias pedagógicas basadas en teorías de aprendizaje como el constructivismo y el aprendizaje basado en indagación.
Diseño Didáctico	Secuenciación de las actividades de enseñanza para lograr una progresión coherente y significativa de los conceptos.
Exploración de Conocimientos Previos	Actividades y estrategias para evaluar conocimientos previos de los estudiantes, ajustando así el enfoque de la enseñanza.
Evaluación Diagnóstica	Análisis de los resultados de la evaluación inicial, facilitando la adaptación de la trama en función de las necesidades de los estudiantes.
Momentos de la Clase	Organización de las sesiones en fases (introducción, desarrollo, cierre), asegurando claridad y coherencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
Evaluación de la Sesión de Clase	Reflexión y análisis de la efectividad de cada sesión, identificando áreas de mejora y ajuste.
Recursos	Herramientas y materiales necesarios para la enseñanza de los conceptos, incluyendo simuladores, telescopios virtuales, etc.
Referencias	Fuentes académicas que apoyan el marco teórico y conceptual de la trama, brindando rigor y fundamentación a las actividades de enseñanza.
Anexos	Material adicional como fichas de trabajo, actividades complementarias y modelos de evaluación que enriquecen la trama.

*Fuente: Adaptado de Pedraza-Jiménez, (2021).*

Otra herramienta fundamental en la planificación didáctica es el mapa conceptual, que permite organizar y representar visualmente los conceptos y sus relaciones jerárquicas. Esta herramienta facilita la comprensión y el análisis de fenómenos astronómicos, permitiendo a los estudiantes establecer conexiones significativas entre diferentes nociones. Los mapas conceptuales, así como otros organizadores gráficos, son especialmente útiles en astronomía para abordar conceptos complejos como la estructura del universo, las interacciones gravitacionales y la evolución estelar. La Tabla 2.3 presenta las partes y la funcionalidad de los mapas conceptuales en la enseñanza de la astronomía:

Tabla 2.3. Partes y funcionalidades de los mapas conceptuales.

Parte	Descripción
Conceptos Clave	Identificación de los términos fundamentales relacionados con la astronomía.
Relaciones Jerárquicas	Organización de los conceptos en niveles de abstracción.
Conectores Lógicos	Enlaces que explican las relaciones entre los conceptos.
Representación Gráfica	Estructura visual que facilita la comprensión global del tema.

*Fuente: Los autores.*

Las guías de observación constituyen otra herramienta esencial para la enseñanza de la astronomía, ya que permiten estructurar actividades prácticas de exploración del cielo nocturno. Estas guías proporcionan instrucciones detalladas para la observación de cuerpos celestes, la utilización de instrumentos ópticos como telescopios y binoculares, y la interpretación de los fenómenos astronómicos observados. Además, promueven el desarrollo de habilidades de registro y análisis de datos, fomentando la apropiación del método científico en la práctica educativa.

La Tabla 2.4 a continuación, se resume la estructura de las guías de observación.

Tabla 2.4. Partes de la guía de observación.

Parte	Descripción
Objetivo de la Observación	Propósito específico de la actividad de observación astronómica.
Instrucciones Detalladas	Procedimientos para la localización y el seguimiento de los objetos celestes.
Registro de Datos	Formatos para anotar observaciones, condiciones atmosféricas y tiempo.
Conclusiones	Reflexiones y análisis basado en los datos recolectados.

Fuente: Los autores.

De igual manera, las actividades interactivas, como simulaciones digitales y experimentos prácticos, son herramientas didácticas que permiten a los estudiantes explorar conceptos astronómicos de manera experiencial (Vallejo V, 2022). Estas actividades utilizan software de simulación del



cielo, aplicaciones móviles y experimentos prácticos para fortalecer la comprensión de fenómenos como el movimiento planetario, las fases lunares y la rotación de la Tierra. Su implementación en el aula permite la integración de tecnología educativa y el desarrollo de competencias digitales en los estudiantes. La Tabla 2.5 detalla los elementos clave de las actividades interactivas.

Tabla 2.5. *Elementos clave de actividades interactivas.*

Parte	Descripción
Simulación o Práctica	Interacción con herramientas digitales o experimentos concretos.
Materiales Necesarios	Recursos requeridos para la actividad.
Procedimiento	Pasos a seguir para llevar a cabo la experiencia.
Reflexión sobre Resultados	Análisis crítico de los hallazgos obtenidos.

*Fuente: Los autores.*

Por lo tanto, la planificación didáctica en la enseñanza de la astronomía se beneficia de herramientas como la trama didáctica, los mapas conceptuales, las guías de observación y las actividades interactivas, cada una con características específicas que contribuyen a un aprendizaje significativo y contextualizado. La implementación de estas herramientas permite estructurar de manera efectiva los procesos de enseñanza-aprendizaje, asegurando la coherencia entre los objetivos educativos y las estrategias empleadas en el aula.

## **Innovación educativa en astronomía en Colombia; lectura crítica del estado actual y perspectivas para su desarrollo**

El estado actual de la innovación didáctica en la enseñanza de la astronomía en Colombia presenta un panorama en constante desarrollo, caracterizado por la creciente producción académica e investigativa, aunque con retos significativos en términos de inserción curricular, formación docente y acceso a recursos. Según la revisión sistemática de la producción académica entre 2010 y 2020, se han identificado avances notables en la implementación de estrategias didácticas en educación media, principalmente a través de trabajos de posgrado realizados en universidades como la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad Pedagógica Nacional y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Sanabria García, 2023; Valderrama et al., 2021).

En términos de producción académica, la mayoría de los trabajos sobre didáctica de la astronomía en Colombia provienen de programas de maestría, con una tendencia creciente en los últimos años. Los estudios realizados se han centrado principalmente en estrategias didácticas para la educación secundaria y media vocacional, mientras que los niveles de educación primaria y superior han recibido una menor atención. Además, la producción de artículos científicos en el área es escasa, lo que sugiere que la investigación en didáctica de la astronomía sigue siendo un campo incipiente y con un bajo impacto en la comunidad científica nacional (Valderrama et al., 2021).

En cuanto a los enfoques didácticos implementados, se ha identificado una diversidad de estrategias, aunque en muchos

casos no se explicitan con claridad en los trabajos revisados, lo que dificulta su categorización y replicabilidad. Los enfoques más utilizados incluyen la interdisciplinariedad, que busca conectar la astronomía con otras áreas del conocimiento, y el uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC), que han mostrado ser herramientas efectivas para la visualización y exploración de fenómenos astronómicos. No obstante, persiste la necesidad de fortalecer el uso de enfoques basados en la indagación, el aprendizaje basado en proyectos y la enseñanza situada, los cuales han demostrado su eficacia en la enseñanza de las ciencias (Valderrama & Navarrete Flórez, 2020).

En relación con las temáticas abordadas en las estrategias didácticas, la mayoría de las propuestas se han centrado en la astronomía del Sistema Solar, la georreferenciación y la astronomía de posición, mientras que temas como la cosmología, la astronomía estelar y la arqueoastronomía han recibido una menor atención. Esto refleja una orientación hacia los contenidos más accesibles para los estudiantes, pero también una falta de profundización en aspectos de vanguardia que podrían generar un mayor interés y comprensión sobre la estructura y evolución del universo (Valderrama et al., 2021).

Por tanto, la innovación educativa en la enseñanza de la astronomía en Colombia representa una oportunidad para reconfigurar las prácticas pedagógicas y didácticas desde una perspectiva crítica, reflexiva y contextualizada. La enseñanza de esta ciencia enfrenta retos relacionados con la falta de recursos, la necesidad de formación docente especializada y la inclusión de enfoques interdisciplinarios que permitan su articulación con otros campos del conocimiento. No obstante,

también ofrece un vasto potencial para fomentar el pensamiento crítico, la apropiación cultural del conocimiento científico y la promoción de una ciudadanía científica informada y comprometida con su entorno.

En este sentido, resulta crucial partir de una clara construcción epistemológica de la astronomía como campo de conocimiento, comprendiendo sus fundamentos conceptuales, metodológicos y filosóficos. La astronomía, más que una ciencia aislada, se configura como un sistema de saberes interrelacionados que permiten comprender la realidad cósmica desde múltiples dimensiones: científica, histórica, cultural y social. Esta visión holística debe ser la base para una propuesta educativa innovadora que logre vincular el aprendizaje de la astronomía con los contextos locales y globales, respondiendo a los desafíos contemporáneos de la educación.

Uno de los principales desafíos para la innovación educativa en astronomía en el contexto colombiano es su escasa presencia en el currículo escolar formal, donde suele abordarse de manera fragmentada y superficial (Sanabria García, 2023; Valderrama, 2025). La incorporación de la astronomía como un eje articulador en la educación básica y media requiere de un enfoque integrador que promueva la transversalidad del conocimiento, conectando conceptos astronómicos con la vida cotidiana, la historia, la geografía y la cultura local. Esta perspectiva facilitaría el desarrollo de competencias científicas y el fortalecimiento de habilidades como la observación, la argumentación y el análisis crítico.

El reconocimiento de la astronomía como un saber culturalmente situado es fundamental para renovar su ense-

ñanza en el país. Colombia, con su diversidad cultural y geográfica, ofrece un escenario propicio para contextualizar el aprendizaje astronómico a partir de los conocimientos ancestrales de las comunidades indígenas y campesinas, quienes han desarrollado interpretaciones del cielo a lo largo de la historia. Integrar estos saberes en la enseñanza formal no solo permite la resignificación de la astronomía como un patrimonio común, sino que también fomenta una educación más inclusiva, respetuosa de la diversidad y abierta al diálogo de saberes.

Otro aspecto clave para la innovación educativa en astronomía es la implementación de estrategias didácticas basadas en la experimentación, la indagación y la problematización. La enseñanza tradicional, centrada en la memorización de datos y la transmisión unidireccional del conocimiento, debe ser superada por metodologías activas que promuevan la participación de los estudiantes en la construcción de su propio aprendizaje. En este sentido, enfoques como el aprendizaje basado en proyectos (ABP), la enseñanza situada y el uso de cuestiones socio científicas ofrecen herramientas valiosas para acercar la astronomía a la realidad de los estudiantes, fomentando su curiosidad y motivación.

La incorporación de tecnologías emergentes representa otra vía para enriquecer la enseñanza de la astronomía en Colombia. Herramientas como simuladores astronómicos, aplicaciones de realidad aumentada y telescopios virtuales permiten a los estudiantes explorar fenómenos que de otra manera serían inaccesibles, como la búsqueda de exoplanetas o la modelización de la evolución de las estrellas. Estas tecnologías, si bien requieren de una infraestructura adecuada y una formación docente especializada, tienen el potencial de

democratizar el acceso al conocimiento astronómico y fomentar un aprendizaje autónomo y significativo.

Sin embargo, cualquier propuesta de innovación en la enseñanza de la astronomía debe estar acompañada de procesos de evaluación continua que permitan identificar avances y oportunidades de mejora. La evaluación no debe limitarse a la medición de conocimientos adquiridos, sino que debe considerar aspectos como el desarrollo de competencias científicas, la apropiación del conocimiento y la motivación de los estudiantes. Instrumentos como rúbricas de evaluación, portafolios de aprendizaje y observaciones participativas, y el uso constante de procesos dialógicos de realimentación, pueden ser útiles para obtener una visión más integral del impacto de las estrategias didácticas implementadas.

Con base en lo anterior, es indispensable promover espacios de formación y actualización docente que permitan a los educadores apropiarse de nuevas metodologías y herramientas para la enseñanza de la astronomía. La construcción de redes de colaboración entre docentes, investigadores y divulgadores científicos puede fortalecer el intercambio de experiencias y la consolidación de comunidades de aprendizaje comprometidas con la enseñanza de la astronomía en el país. La apropiación conceptual y didáctica de los docentes es un factor determinante para garantizar una enseñanza efectiva, contextualizada y alineada con las necesidades educativas del siglo XXI.

## CONCLUSIONES

La investigación ha evidenciado cómo la pedagogía, a lo largo de su evolución histórica, ha transitado desde enfoques esencialistas hasta perspectivas interdisciplinarias que integran múltiples dimensiones del conocimiento. Para la enseñanza de la astronomía en Colombia, es fundamental reconocer esta evolución y adoptar enfoques flexibles que permitan articular el conocimiento científico con la cultura local y las experiencias cotidianas de los estudiantes.

Se concluye que la astronomía, por su carácter interdisciplinario y su relación con fenómenos de gran escala, requiere una didáctica propia que combine la indagación científica con estrategias pedagógicas contextualizadas. La implementación de metodologías activas resulta esencial para fomentar una comprensión profunda de los conceptos astronómicos y su aplicación en la vida cotidiana.

Se ha identificado la necesidad de vincular la enseñanza de la astronomía con otras áreas del conocimiento, como la historia, la geografía, y la filosofía, y de reconocer los saberes ancestrales de las comunidades indígenas y campesinas colombianas. La astronomía debe ser abordada desde una perspectiva intercultural, que permita el diálogo de saberes y la apropiación del conocimiento científico desde diversas cosmovisiones.

La investigación señala que la astronomía tiene un alto potencial para ser un eje transversal en el currículo escolar,

contribuyendo al desarrollo de competencias científicas, tecnológicas y ciudadanas. La implementación de tecnologías emergentes, como simulaciones digitales y telescopios virtuales, junto con el diseño de estrategias didácticas inclusivas, representa una oportunidad para democratizar el acceso a la astronomía y fomentar una ciudadanía científica comprometida con la sustentabilidad y el desarrollo integral de los ciudadanos.

Se recomienda que futuras investigaciones se enfoquen en la validación empírica de estrategias didácticas específicas para la astronomía, así como en la elaboración de políticas educativas que promuevan su enseñanza desde un enfoque interdisciplinario y situado. Además, se sugiere la consolidación de redes de colaboración entre instituciones educativas, investigadores y comunidades locales para fortalecer la enseñanza de la astronomía en diferentes contextos del país, así como para la construcción de este tipo de marcos epistemológicos que como se menciona en esta investigación deben ser dinámicos, integradores y emancipadores, de manera que se puedan construir identidades propias frente a los procesos educativos en astronomía colombianos.



## REFERENCIAS

- Aguilar Suesca, W. F., López Predroza, N. A., Valderrama, D. A., & Numpaque, S. (2024). Explorando la contribución de la astronomía a los objetivos de desarrollo sostenible y el empoderamiento comunitario en Boyacá. III Congreso Internacional de Educación Ambiental Comunitaria, 146–150. [https://www.researchgate.net/publication/387265336\\_Explorando\\_la\\_contribucion\\_de\\_la\\_astronomia\\_a\\_los\\_objetivos\\_de\\_desarrollo\\_sostenible\\_y\\_el\\_empoderamiento\\_comunitario\\_en\\_Boyaca](https://www.researchgate.net/publication/387265336_Explorando_la_contribucion_de_la_astronomia_a_los_objetivos_de_desarrollo_sostenible_y_el_empoderamiento_comunitario_en_Boyaca)
- Alves Cardoso, P. C., Burgoa Rosso, K. L., & Júnior, A. F. N. (2020). A astronomía a partir de narrativas míticas indígenas: Práticas pedagógicas para formação de professores. En *Avances en Ciencias de la Educación: Investigación y Práctica* (pp. 389–395). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8139727>
- Burbano Galeano, L. L., & Caicedo Arroyo, S. (2008). El ideal revolucionario y lo real maravilloso en la novela “El siglo de las luces” de Alejo Carpentier.
- Camino, N. E. (2011). La didáctica de la astronomía como campo de investigación. I Simposio Nacional de Educación en Astronomía. <https://studylib.es/doc/4718677/la-did%C3%A1ctica-de-la-astronom%C3%ADa-como-campo-de-investigaci%C3%B3n-e>

- Camino, N. E. (2021). Diseño de actividades para una didáctica de la astronomía vivencialmente significativa. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 16(1). <https://doi.org/10.14483/23464712.16609>
- Camino, N. E. (2023a). Didáctica de la astronomía: Un camino para reconstruir nuestra relación con el cielo. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/196635>
- Camino, N. E. (2023b). Didáctica de la astronomía: Un camino para reconstruir nuestra relación con el cielo. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/196635>
- Cantor Isaza, J. F., & Altavaz Ávila, A. C. (2019). Los modelos pedagógicos contemporáneos y su influencia en el modo de actuación profesional pedagógico. *Varona. Revista Científico-Metodológica*, 68). <http://scielo.sld.cu/scielo.php>
- Chadwick, G., & Castorina, J. A. (2022). Algunas relaciones entre saberes ancestrales y conocimientos occidentales sobre astronomía, en contextos de enseñanza intercultural. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/155029>
- da Mota Neto, J. C., & Streck, D. R. (2019). Fontes da educação popular na América Latina: Contribuições para uma genealogia de um pensar pedagógico decolonial. *Educar em Revista*, 35(78), 207–223. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.65353>
- Domínguez Rodríguez, J. (2016). La renovación pedagógica: del instruccionalismo intelectualista al holismo educativo. *Tendencias Pedagógicas*, (27), 43–76. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5342052&info=resumen&idioma=SPA>

- Duncan, D. K., & Arthurs, L. (2012). Improving student attitudes about learning science and student scientific reasoning skills. *Astronomy Education Review*, 11(1). <https://doi.org/10.3847/AER2009067>
- Romina Bibiana, B. (2003). La relación entre el sistema educativo y el mundo productivo. <http://ri.unlu.edu.ar/xmlui/handle/rediunlu/2490>
- Franco, M. A. do R. S., & Pimenta, S. G. (2001). A pedagogia como ciência da educação: entre práxis e epistemologia. <https://repositorio.usp.br/item/001183214>
- García, M. (2008). Métodos de enseñanza: Didáctica general para maestros y profesores. Santillana.
- Gómez Sollano, M. (2021). Paulo Freire: La pedagogía latinoamericana dialoga con la esperanza. *Perfiles Educativos*, 43(SPE), 64–75. <https://doi.org/10.22201/IISUE.24486167E.2021.ESPECIAL.61021>
- González Rivera, P. L., & Méndez Reyes, J. (2024). Juan Amos Comenio: Vigencia de sus ideas. <https://doi.org/10.17163/ABYAUPS.42>
- Guerín, I. M., Solís, D., & Rojas, N.-F. N. (2023). Aportes de la filosofía y la psicología humanista para la educación en el ser. *Revista de Filosofía UCSC*, 22(2), 95–112. <https://doi.org/10.21703/2735-6353.2023.22.2.2102>
- Guerra García, J. (2020). El constructivismo en la educación y el aporte de la teoría sociocultural de Vygotsky para comprender la construcción del conocimiento en el ser humano. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 7(2), 1–21. <https://openurl-ebsco->

com.biblio.uptc.edu.co/contentitem/eue:141369996?sid=ebsco:plink:crawler&id=ebsco:eue:141369996&crl=c

- Gurdíán Fernández, A. (2010). El paradigma cualitativo en la investigación socio-educativa. <http://repositorio.inie.ucr.ac.cr/handle/123456789/393>

- Hugo, V., & Aguirre, M. (2003). Educación y retórica en la antigüedad. *Revista de Ciencias Sociales (CI)*, (13), 163–170. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70801312>

- Levoratti, A. J. (1972). Cultura y educación en la antigua Grecia. *Revista Bíblica*, 34(143–146), 291–319. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6292268>

- Marrou, H.-I. (1985). Historia de la educación en la Antigüedad. <https://archive.org/details/historia-de-la-educacion-en-la-antigüedad-marrou>

- Mejía, M. R., Planeta, J., Fe, P., & Colombia, A. (2015). La educación popular en el siglo XXI: Una resistencia intercultural desde el sur y desde abajo. *Praxis & Saber*, 6(12), 97–128. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2216-01592015000200006&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2216-01592015000200006&lng=en&nrm=iso&tlng=es)

- Neagu, G. C., & Tercu, J. O. (2023). Developing investigative skills in astronomy: A double star observation and analysis project for students. <https://doi.org/10.21203/RS.3.RS-3161293/V1>

- Necuzzi, C. (2018). Educación, enseñanza y didáctica en la contemporaneidad. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos*, (67), 1–5. <https://www.scielo.org.ar/scielo.php?>

script=sci\_arttext&pid=S1853-35232018000200002&lng=es  
&nrm=iso&tlng=es

- Pedraza-Jiménez, O. (2021). Trama didáctica para la articulación del conocimiento disciplinar, pedagógico y didáctico del profesor en formación. En *Perspectivas contemporáneas de educación en ciencias naturales: Nuevas formas de pensar su enseñanza* (pp. 177–203). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8121377>

- Piedrahíta Ramírez, L. M., & Gómez Montoya, V. D. (2014). Sociedad, cultura y astronomía, dinamizadores de prácticas educativas para la paz: Una mirada crítica. *Ra Ximhai: Revista Científica de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sostenible*, 10(2), 195–215. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6273018>

- Posada-González, N. L. (2017). Algunas nociones y aplicaciones de la investigación documental denominada estado del arte. *Investigación Bibliotecológica*, 31(73), 237–263. <https://doi.org/10.22201/IIBI.24488321XE.2017.73.57855>

- Pulido, M. L. (2018). Educational principles of occidental education: The middle age. *Revista Brasileira de Educação*, 23. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782018230035>

- Reyes, J. M. M. (2022). Pensamiento educativo en Pablo Freire: Una lectura desde la pedagogía crítica y pensamiento decolonial. *Estudios Latinoamericanos*, 1(1), 95–110. <https://doi.org/10.22267/RCEILAT.225051.109>

- Ribosa, J. (2020). El docente socioconstructivista: Un héroe sin capa. *EDUCAR*, 56(1), 77–90. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1072>

- Rodríguez García, H. (2016). Hacia una genealogía de la educación y la pedagogía. *Saber*, 28(4), 851–864. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1315-01622016000400020&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-01622016000400020&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Rojas, M. del P. V., Guznay, J. I., & Naranjo, G. P. (2017). Fundamento teórico de las bases epistemológicas de la pedagogía: análisis crítico. *Revista Boletín Redipe*, 6(9), 38–52. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/349>
- Romer, G., Torres, R., Pasapera, Y., Alejandrina, J., Ríos, S., Miguel, A., & Quiñones, V. (2022). Conductismo, cognitivismo, constructivismo: sus aportes y las características del docente y estudiante. *Paidagogo*, 4(2), 90–102. <https://doi.org/10.52936/P.V4I2.136>
- Rosenberg, M., & Russo, P. (2018). Astronomy in everyday life (ES). International Astronomical Union (IAU). [https://www.iau.org/public/themes/astronomy\\_in\\_everyday\\_life/spanish/](https://www.iau.org/public/themes/astronomy_in_everyday_life/spanish/)
- Ruiz, G. (2013). La teoría de la experiencia de John Dewey: significación histórica y vigencia en el debate teórico contemporáneo. *Foro de Educación*, 11(15), 103–124. <https://doi.org/10.14516/fde.2013.011.015.005>
- Sanabria García, D. P. (2023). Análisis de la conexión entre la astronomía y el plan de estudios en educación básica y media en el marco de la Oficina de Astronomía para la Educación en Colombia (OAE) [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/85535>

- Tacla, A. B., Paula, A., Ribeiro da Silva, B., Chaves, D., Rocha Gonçalves, E., Guimarães, R. E., & Rolim, R. (2021). La educación en la Edad Media: Posibilidades curriculares. <https://reunir.unir.net/handle/123456789/11949>
- Taufiq, M., Wijayanti, A., & Yanitama, A. (2020). Implementation of blended project-based learning model on astronomy learning to increase critical thinking skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(4), 042049. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/4/042049>
- Ten, A. E., & Monrós, M. A. (2006). Historia y enseñanza de la astronomía. Los primitivos instrumentos y su utilización pedagógica. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 24(2), 49–56. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5310>
- Torre, N. O., & Vidal, Ò. F. (2017). Modelos constructivistas de aprendizaje en programas de formación (pp. 3–19). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=872420>
- Valderrama, D. A. (2025). Cualificación para la enseñanza de la astronomía en el contexto de la formación inicial docente [Tesis de maestría, Universidad Pontificia Bolivariana]. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/12312>
- Valderrama, D. A., Flórez, D. S. N., Merchán, N. Y. T., & Villamizar, N. V. (2021). Enseñanza de la astronomía en Colombia: aportes y desafíos. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED (Número extraordinario)*, 2538–2547. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/15307>

- Valderrama, D. A., & Navarrete Florez, D. S. (2020). Apropiación conceptual de la astronomía en el contexto de la educación primaria. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Vallejo V, A. (2022). Creación e implementación didáctica de simulaciones interactivas para la enseñanza de fenómenos astrofísicos [Tesis, Universidad de Antioquia].
- Villa Prieto, J. (2017). La enseñanza en la universidad medieval: Centros, métodos, lecturas. *Tiempo y Sociedad*, (26), 59–131. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6345942>







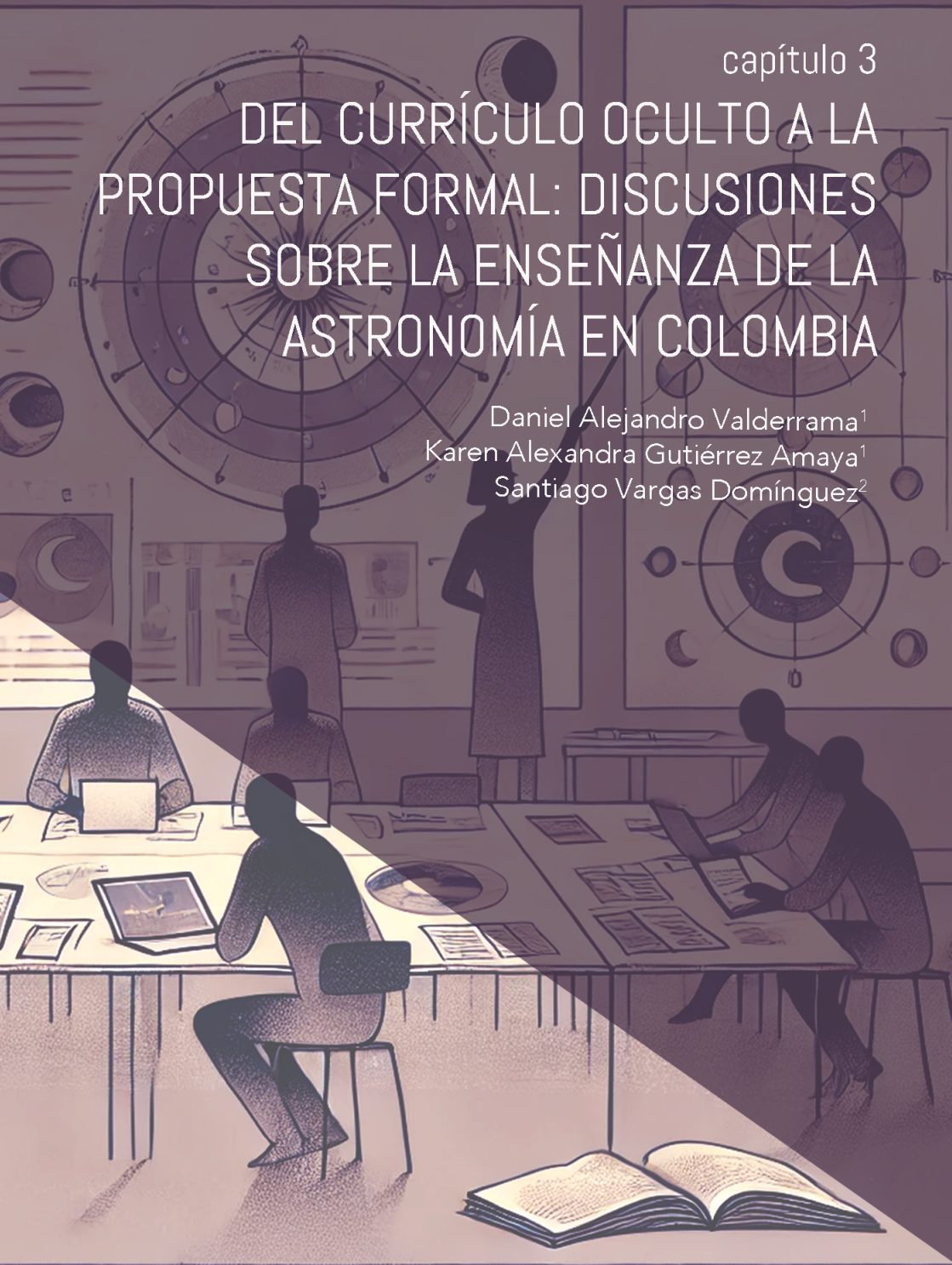
capítulo 3

# DEL CURRÍCULO OCULTO A LA PROPUESTA FORMAL: DISCUSIONES SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA EN COLOMBIA

Daniel Alejandro Valderrama<sup>1</sup>

Karen Alexandra Gutiérrez Amaya<sup>1</sup>

Santiago Vargas Domínguez<sup>2</sup>





## INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la astronomía en los contextos educativos representa un desafío y una oportunidad única para promover una educación integral, interdisciplinaria y contextualizada (Arenas Hernández et al., 2020). Como ciencia, la astronomía conecta diversas áreas del conocimiento, desde física y matemáticas hasta biología, química y ciencias sociales, lo que ofrece una plataforma para desarrollar habilidades críticas, analíticas y reflexivas (Neagu y Tercu, 2023; Taufiq et al., 2020a; Valderrama y Navarrete Florez, 2020). En un mundo donde los avances científicos y tecnológicos están transformando rápidamente las dinámicas sociales, económicas y culturales, la formación en astronomía no solo es relevante para la alfabetización científica, sino también para fomentar una ciudadanía global informada y consciente de su lugar en el universo.

En el caso de Colombia, la astronomía enfrenta retos significativos en su inclusión dentro del currículo educativo. A pesar de su potencial para inspirar y conectar a los estudiantes con preguntas fundamentales sobre el cosmos, su presencia en los lineamientos curriculares oficiales, como los Estándares Básicos de Competencias (EBC) y los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA), es limitada y fragmentada. Esto se debe a que los contenidos astronómicos suelen estar relegados a enfoques descriptivos y desarticulados, lo que impide su desarrollo como una ciencia integradora y transformadora, lo cual refleja las limitaciones estructurales

del sistema educativo y la falta de claridad en las políticas públicas sobre el papel de la astronomía en la formación científica y cultural de las nuevas generaciones.

Sin embargo, en medio de estas limitaciones, han surgido iniciativas lideradas por docentes, investigadores y comunidades educativas que buscan transformar la enseñanza de la astronomía en el país. A través de proyectos transversales, clubes de ciencias, semilleros de investigación y actividades extracurriculares, se ha desarrollado un currículo oculto que, aunque no formalizado, demuestra el compromiso y la creatividad de los educadores para superar las barreras institucionales y ofrecer experiencias educativas significativas. Estas prácticas, muchas veces fundamentadas en investigaciones posgraduales y redes académicas como la del equipo NAEC de Oficina de Astronomía para la Educación (OAE-NAEC) en Colombia, destacan la importancia de un enfoque colaborativo e interdisciplinario para consolidar la astronomía como una herramienta pedagógica relevante y accesible.

Este estudio se propone analizar las relaciones entre el currículo colombiano y la enseñanza de la astronomía, tomando como base los lineamientos curriculares nacionales, comparativas con otros países de la región y los aportes de docentes y comunidades educativas. A partir de un enfoque cualitativo interpretativo, la investigación busca identificar las tensiones, oportunidades y desafíos asociados a la inclusión de la astronomía en el currículo, así como diseñar una propuesta fundamentada que permita su integración desde una perspectiva integral, crítica y contextualizada. Este análisis se enmarca en la necesidad urgente de repensar el currículo educativo como una herramienta para la formación de ciudadanos capaces de enfrentar los retos de la actualidad

y la posteridad, reconociendo la astronomía no solo como una ciencia, sino como un eje articulador del conocimiento, la cultura y la identidad en contextos diversos.

## METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo interpretativo (Vain, 2012), cuyo propósito fue comprender las dinámicas y desafíos relacionados con la inclusión de la astronomía en el currículo educativo colombiano. Para ello, se diseñó una metodología que integra el análisis crítico-documental (Posada-González, 2017), con herramientas participativas y un enfoque interdisciplinario que permitiera articular diversas perspectivas académicas y contextuales.

En una primera etapa, se realizó una revisión exhaustiva de documentos normativos, investigaciones académicas y reportes vinculados a la enseñanza de la astronomía y los lineamientos curriculares en Colombia y América Latina. Entre los principales insumos analizados se incluyen los EBC (Ministerio de Educación Nacional, 2011) y los DBA en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales (MinEducación Colombia, 2016), así como los diseños curriculares de países latinoamericanos que integran la astronomía como contenido educativo.

La segunda etapa estuvo centrada en la recopilación de datos primarios, empleando herramientas cualitativas como entre-

vistas semiestructuradas, grupos focales y talleres participativos. Las entrevistas fueron realizadas a docentes de Ciencias Naturales de diferentes regiones del país, con el objetivo de explorar sus experiencias en la integración de la astronomía en el aula, los retos enfrentados y las estrategias implementadas. Paralelamente, se llevaron a cabo seis grupos focales con docentes, estudiantes en formación y expertos en educación astronómica, quienes discutieron preguntas clave relacionadas con las limitaciones curriculares, enfoques innovadores y propuestas de transformación en la enseñanza de la astronomía. Asimismo, en eventos académicos como el II Workshop en Enseñanza de la Astronomía: Currículo, Territorio y Escuela, y el I Seminario Permanente sobre Enseñanza de la Astronomía OAE-NAEC Colombia, desarrollados en el 2024, se recopilieron aportes significativos de cerca de 100 participantes a través de dinámicas de discusión guiada y análisis colectivo.

El análisis de los datos recolectados se estructuró en tres fases principales. En primer lugar, se realizó una codificación temática empleando un enfoque inductivo para identificar categorías emergentes relacionadas con las percepciones sobre la astronomía en el currículo, las prácticas pedagógicas y las propuestas de transformación curricular. Posteriormente, se llevó a cabo una triangulación de los hallazgos obtenidos en la revisión documental y las perspectivas de los participantes, lo que garantizó la validez y profundidad de las interpretaciones. Finalmente, se desarrolló un análisis crítico de los datos, considerando las tensiones sociopolíticas, económicas y culturales que afectan la educación en Colombia.



A partir de los resultados obtenidos, se diseñó una propuesta curricular para la enseñanza de la astronomía en Colombia, estructurada desde un enfoque interdisciplinario y contextualizado. Este diseño plantea una integración progresiva de contenidos astronómicos desde la educación básica primaria hasta la media vocacional, articulando los temas con otras áreas de las Ciencias Naturales y estableciendo competencias específicas y resultados de aprendizaje esperados. La propuesta se fundamenta en un modelo que promueve un aprendizaje interdisciplinario, vinculando la astronomía tanto con fenómenos cotidianos como con conceptos avanzados, lo cual estimula la curiosidad y el pensamiento crítico de los estudiantes.

En todas las fases de la investigación se garantizaron principios éticos fundamentales, como la confidencialidad y el anonimato de los participantes, quienes otorgaron su consentimiento tras ser debidamente informados sobre los objetivos y alcances del estudio. Este enfoque metodológico asegura un análisis integral y crítico del estado de la enseñanza de la astronomía en Colombia, generando insumos valiosos para la construcción de un currículo inclusivo, interdisciplinario y contextualizado, acorde con las necesidades del siglo XXI y las particularidades del contexto nacional.

## RESULTADOS

El currículo es, en esencia, una herramienta de política pública que permite a los estados definir y regular los saberes que consideran esenciales para la formación de los ciudadanos (Cobo, 2022). Este carácter político se refleja en las decisiones sobre qué se enseña, cómo se enseña y con qué propósitos. Por ello, el currículo no es un elemento neutral; su construcción está influenciada por las prioridades políticas, económicas y sociales de cada contexto. Ejemplo de ello es lo sucedido en Colombia con el establecimiento de la Ley General de Educación (Ley 15 de 1994), la cual estableció un marco normativo que organizó el sistema educativo y formalizó el currículo como una herramienta del desarrollo integral de los estudiantes. Desde esta perspectiva a continuación se presentan algunas reflexiones sobre las relaciones establecidas entre el currículo y la enseñanza de la astronomía.

### **América y la inserción curricular de contenidos sobre astronomía**

La enseñanza de las ciencias, particularmente la astronomía, desempeña un papel crucial en la formación integral de los estudiantes al fomentar habilidades críticas, analíticas y creativas. Como ciencia interdisciplinaria, esta permite integrar conceptos de física, matemáticas, biología e historia, contribuyendo no solo al desarrollo del pensamiento científico, sino también al fortalecimiento de una ciudadanía

informada, pues conecta a los estudiantes con cuestiones fundamentales sobre el universo y nuestro lugar en él.

En el contexto global, los currículos educativos han comenzado a reconocer la relevancia de incluir temas astronómicos, aunque su implementación varía significativamente entre regiones. Mientras que en algunos países la astronomía ocupa un lugar destacado y cuenta con recursos específicos, en otros su presencia es limitada o depende únicamente de iniciativas docentes individuales, lo que destaca la necesidad de establecer lineamientos curriculares claros que garanticen el acceso equitativo a una educación astronómica de calidad.

En América Latina, los esfuerzos por integrar la astronomía en los diseños curriculares son diversos y reflejan tanto avances significativos como retos persistentes. En la Tabla 3.1, se presenta un mapeo de los contenidos relacionados con la astronomía incluidos en los currículos de educación primaria y secundaria en varios países de la región.

Como se observa en la revisión algunos países latinoamericanos muestra una diversidad notable en la forma en que la astronomía se incorpora a los sistemas educativos, evidenciando diferentes niveles de profundidad y énfasis en su enseñanza. En general, se hace evidente una progresión desde conceptos observables y fenómenos cotidianos en la educación primaria hacia contenidos más complejos y teóricos en la educación secundaria. Esta estructura refleja un enfoque pedagógico que busca desarrollar progresivamente habilidades científicas y una comprensión integral de los fenómenos astronómicos.

Tabla 3.1. Mapeo curricular sobre la enseñanza de la astronomía en Latinoamérica.

País	Diseño Curricular	
	Educación Primaria	Educación Secundaria
Argentina	<ul style="list-style-type: none"><li>• Propiedades ópticas de la luz</li><li>• Comportamiento de la luz</li><li>• Las fuerzas y sus efectos</li><li>• El cielo visto desde la Tierra</li><li>• Los movimientos aparentes del Sol y la Luna</li><li>• Fenómenos meteorológicos</li><li>• La Tierra en el sistema solar</li><li>• El sistema Sol-Tierra-Luna</li><li>• El Sistema Solar</li><li>• La Tierra como planeta (Dirección General de Cultura y Educación, 2019)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• La energía en el universo</li><li>• Fuerzas magnéticas</li><li>• Propagación de la luz (Dirección General de Cultura y Educación, 2019)</li></ul>
Brasil	<ul style="list-style-type: none"><li>• Características de la Tierra, el Sol, la Luna y otros cuerpos celestes</li><li>• Dimensiones de la Tierra, el Sol y la Luna</li><li>• Ubicación de la Tierra, el Sol, la Luna y otros cuerpos celestes</li><li>• Movimientos de la Tierra, el Sol, la Luna y otros cuerpos celestes</li><li>• Fuerzas que actúan entre la Tierra, el Sol y la Luna</li><li>• Fenómenos celestes</li><li>• Saberes indígenas (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2017; Ministério da Educação, 2019)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Evolución de la Tierra y el Universo</li><li>• Sistema Solar</li><li>• Movimientos de la Tierra</li><li>• Interacciones gravitacionales (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2017; Ministério da Educação, 2019)</li></ul>

Chile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manifestaciones de la energía</li> <li>• Fenómenos de la Tierra y su relación con el universo</li> <li>• Tiempo atmosférico</li> <li>• Capas de la Tierra y sus Movimientos</li> <li>• Componentes del Sistema Solar</li> <li>• (Ministerio de Educación, 2017)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolución del universo</li> <li>• Fuerzas gravitacionales</li> <li>• Fenómenos luminosos y de sombra</li> <li>• Movimientos del sistema Tierra-Luna</li> <li>• Fases lunares</li> <li>• Movimientos de la Tierra respecto al Sol</li> <li>• Distancia y tamaño de los planetas</li> <li>• Modelos del Universo</li> <li>• Teoría del Big-Bang</li> <li>• (Ministerio de Educación, 2017)</li> </ul>
Estados Unidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historia del planeta Tierra</li> <li>• Sistemas espaciales</li> <li>• Patrones espaciales</li> <li>• La Tierra y el Sistema Solar</li> <li>• El universo y sus estrellas</li> <li>• Tipos de interacciones (HS.Space Systems, 2024; National Research Council, 1996)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Patrones del movimiento aparente del Sol</li> <li>• La Vía Láctea</li> <li>• Atracción gravitatoria</li> <li>• Sistema solar</li> <li>• Fusión nuclear</li> <li>• Teoría del Big-Bang</li> <li>• Leyes de Kepler</li> <li>• Radiación electromagnética</li> <li>• Evolución estelar</li> <li>• Galaxias</li> <li>• Agujeros negros (HS.Space Systems, 2024; National Research Council, 1996, 2002)</li> </ul>

Canadá	<ul style="list-style-type: none"><li>• Importancia del Sol para el Planeta Tierra</li><li>• Exploración espacial</li><li>• Ley de conservación de la energía</li><li>• El espacio</li><li>• Propiedades de la luz</li><li>• Objetos comunes en el cielo</li><li>• Patrones locales</li><li>• El eje, la rotación y la órbita de la Tierra</li><li>• Efectos de las posiciones relativas del Sol, la Luna y la Tierra</li><li>• Fuerza de gravedad</li><li>• Escala, edad y estructura del universo</li><li>• Componentes del Sistema Solar (Ministry of Education, 2007)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tipos y efectos de la radiación electromagnética</li><li>• Propiedades y comportamientos de la luz</li><li>• Efectos de la radiación solar</li><li>• Energía nuclear y radiación</li><li>• Ley de conservación de la energía</li><li>• Formación del universo</li><li>• Teoría del Big-Bang</li><li>• Componentes del universo a lo largo del tiempo</li><li>• Datos astronómicos y métodos de recopilación (Ministry of Education, 2007)</li></ul>
Perú	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fuerzas y movimientos</li><li>• La Tierra y sus características</li><li>• Movimiento de rotación</li><li>• El día y la noche</li><li>• Movimiento de traslación y estaciones</li><li>• El origen de la Tierra</li><li>• Los satélites artificiales</li><li>• Los viajes espaciales (Ministerio de Educación Perú, 2017)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Universo</li><li>• Las estrellas</li><li>• Sistema Solar</li><li>• Ley de gravitación universal (Ministerio de Educación Perú, 2017)</li></ul>
Uruguay	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ciencias de la Tierra y el espacio</li><li>• Astronomía</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sistemas de la Tierra y el espacio</li><li>• Viajes espaciales</li><li>• Satélites artificiales</li><li>• Ley de gravitación universal</li><li>• Sistemas de referencia</li><li>• Transformaciones energéticas (Dirección General de Educación Secundaria, 2024)</li></ul>

Venezuela	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El planeta Tierra como sistema complejo</li> <li>• Leyes, principios y teorías que rigen el universo (Ministerio de Poder Popular para la educación, 2017)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teoría del Big-Bang</li> <li>• Fuentes de energía</li> <li>• Fisión y fusión nuclear</li> <li>• Elementos químicos (Ministerio de Poder Popular para la educación, 2017)</li> </ul>
Ecuador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimiento y fuerza</li> <li>• Energía, conservación y transferencia</li> <li>• Ondas y radiación</li> <li>• Fases de la Luna</li> <li>• Radiación solar</li> <li>• Composición del universo (Ministerio de Educación Ecuador, 2006)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lugar de la Tierra en el universo</li> <li>• Configuración del universo</li> <li>• Galaxias</li> <li>• Planetas</li> <li>• Satélites</li> <li>• Cometas</li> <li>• Asteroides</li> <li>• Tipos de estrellas</li> <li>• Constelaciones</li> <li>• Origen del universo</li> <li>• Mapa del cielo</li> <li>• Historia de la astronomía</li> <li>• El sistema solar</li> <li>• Fuerzas gravitacionales</li> <li>• Espectro electromagnético (Ministerio de Educación Ecuador, 2006)</li> </ul>
México	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características del Sol, las estrellas y la Luna</li> <li>• Movimientos de la Tierra y la Luna</li> <li>• Sucesión del día y la noche</li> <li>• Fases de la Luna</li> <li>• Magnetismo</li> <li>• Formación de eclipses</li> <li>• Características del Sistema Solar y del universo (Gobierno de México, 2023)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Magnetismo</li> <li>• Interacciones de fuerzas magnéticas</li> <li>• Fuerza gravitacional</li> <li>• Energía y materia</li> <li>• Sistema solar</li> <li>• Satélites naturales y anillos</li> <li>• Planetas</li> <li>• Asteroides</li> <li>• Movimiento de rotación y traslación</li> <li>• Telescopios</li> <li>• Galaxias</li> <li>• Estrellas</li> <li>• Vía Láctea</li> <li>• Sondas espaciales (Gobierno de México, 2023)</li> </ul>

Cuba	<ul style="list-style-type: none"><li>• Observación del cielo nocturno</li><li>• Astros que componen el Sistema Solar</li><li>• El Sol</li><li>• Movimientos de traslación y rotación de la Tierra y la Luna</li><li>• El Sol como fuente de energía (Ministerio de Educación de la República de Cuba, 2024)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tamaños y distancias aparentes en el universo</li><li>• Relación de la naturaleza con el universo</li><li>• Dimensiones relativas de los cuerpos en el universo (Ministerio de Educación de la República de Cuba, 2024)</li></ul>
El Salvador	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificación e interrelación de los componentes del cielo</li><li>• La sucesión del día y la noche</li><li>• Movimientos de rotación y traslación del planeta Tierra</li><li>• Fuentes naturales y artificiales de luz y calor (Ministerio de Educación y Gobierno de El Salvador, 2020)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Origen y evolución del planeta Tierra (Ministerio de Educación y Gobierno de El Salvador, 2020)</li></ul>

Fuente: Los autores.

No obstante, es fundamental asumir este enfoque de manera crítica en los procesos de actualización curricular en América, evitando una enseñanza fragmentada de las ciencias, pues esta genera percepciones y pensamientos que desvinculan las realidades ambientales de un enfoque de integración, visión sistémica y pensamiento complejo, lo que limita la aplicación de los saberes en la toma de decisiones y dificulta la comprensión y transformación del entorno (Clavell, 2004; Olivo-Franco, 2019; Rodrigues et al., 2024).

En la educación primaria, los contenidos se centran mayormente en fenómenos observables que conectan a los estudiantes con su entorno inmediato, como los movimientos aparentes del Sol y la Luna, las fases lunares y la sucesión del



día y la noche. Por ejemplo, países como Argentina y México incluyen estos temas junto con la formación de eclipses y las características del sistema solar (Corti et al., 2022). Este enfoque permite que los estudiantes adquieran una comprensión básica de los fenómenos astronómicos que pueden observar directamente. En contraste, Brasil incorpora además dimensiones culturales al incluir saberes indígenas, enriqueciendo el currículo con perspectivas locales y tradicionales (Leite et al., 2021).

En la educación secundaria, los diseños curriculares tienden a avanzar hacia modelos teóricos y conceptos abstractos, lo cual permite una exploración más profunda del universo. Países como Chile y Canadá se destacan por la incorporación de contenidos como la teoría del Big Bang, las leyes de Kepler y las interacciones gravitacionales, que promueven el desarrollo de competencias avanzadas y una comprensión científica integral (Ministerio de Educación, 2017a; Ministry of Education, 2007; Rodrigues et al., 2024). Por otro lado, en Estados Unidos, los currículos alineados con los estándares internacionales *Next Generation Science Standards* enfatizan el uso de datos astronómicos y metodologías de recopilación como parte de la alfabetización científica, destacando también temas como la radiación electromagnética, la evolución estelar y los agujeros negros (National Research Council, 1996, 2002).

Las diferencias regionales en América Latina también son notables. Mientras que países como Brasil y Chile ofrecen enfoques integrales que abordan tanto fenómenos observables como teorías astronómicas avanzadas, otros como El Salvador y Cuba se concentran principalmente en temas básicos y fenómenos cotidianos. Esta diversidad refleja no

solo las prioridades educativas de cada país, sino también las limitaciones en recursos e investigación en el área, una particularidad de la revisión es que, en todos los países, se mencionan dificultades en la formación docente que pueden influir en la implementación de currículos más complejos.

Este panorama, sugiere que únicamente existe la astronomía como una asignatura independiente en países como Uruguay y algunas provincias de Argentina y Brasil (Valderrama y Navarrete Florez, 2020), sin embargo, en los lineamientos curriculares latinoamericanos, se vinculan algunos contenidos particulares en áreas como Ciencias de la Tierra, Ciencias Naturales, e incluso Ciencias Sociales.

### **Currículo y Enseñanza de la astronomía en Colombia**

La evolución del currículo de Ciencias Naturales en Colombia no puede entenderse sin situarla dentro del contexto histórico y sociocultural en el que se ha desarrollado. Durante las primeras décadas del siglo XX, la enseñanza científica estuvo profundamente influenciada por los discursos predominantes de la época, que reflejaban las preocupaciones médicas y religiosas orientadas al control social (Peñaloza y Valero, 2016). En este periodo, la educación científica se limitaba a inculcar nociones de higiene personal y control del cuerpo, priorizando la formación de ciudadanos saludables y obedientes en un modelo social basado en la disciplina, sin lugar para cuestionamientos o innovaciones educativas.

Con la modernización del país tras la Segunda Guerra Mundial, las transformaciones sociales y económicas comenzaron a demandar cambios en la educación científica. La idea de progreso, asociada al desarrollo tecnológico, impulsó un

enfoque técnico en la enseñanza de las ciencias. En este contexto, las Ciencias Naturales fueron vistas como una herramienta para integrar al país en las dinámicas globales, pero este enfoque instrumentalizó la educación, subordinándola a las necesidades del mercado laboral emergente (Herrera, 1993). Este modelo, aunque útil para ciertos fines, dejó de lado aspectos críticos y sociales que son esenciales para una comprensión más amplia de los fenómenos naturales y su relación con el entorno humano (Pérez Miranda et al., 2009).

En las décadas de 1970 y 1980, Colombia vivió un momento de efervescencia pedagógica que transformó significativamente la enseñanza de las Ciencias Naturales. Bajo la influencia del movimiento pedagógico, se promovió un rol activo de los docentes como investigadores de su propia práctica, lo que permitió cuestionar y reconfigurar las dinámicas educativas tradicionales (Arboleda, 2006). Además, las universidades públicas desempeñaron un papel clave en esta transformación, fomentando la reflexión crítica sobre la enseñanza y la inclusión de temáticas relevantes, como la conservación de los recursos naturales.

La promulgación de la Ley General de Educación de 1994 marcó un punto de inflexión en la concepción del currículo en Colombia, alejándose de los modelos rígidos y uniformes que habían caracterizado la educación hasta ese entonces. El currículo comenzó a configurarse como un espacio flexible y adaptable, orientado a responder a las necesidades y particularidades de cada comunidad educativa. Este cambio permitió que las instituciones asumieran un rol activo en la construcción de sus Proyectos Educativos Institucionales (PEI), contextualizando los contenidos y metodologías según las

características de su contexto. Este nuevo enfoque planteó el desafío de superar la enseñanza fragmentada del conocimiento, promoviendo la integración interdisciplinaria y la conexión entre los saberes científicos y las realidades socio-culturales (Aparicio Rondón et al., 2022).

En el área de Ciencias Naturales, este giro curricular significó un avance hacia una enseñanza más integrada y contextualizada, que buscaba vincular los procesos científicos con las problemáticas ambientales y sociales. De esta manera el currículo comenzó a enfatizar el desarrollo de competencias científicas, fomentando el pensamiento crítico, la indagación y la capacidad de aplicar el conocimiento en contextos reales (Zompero Correo et al., 2022). Sin embargo, estas transformaciones enfrentaron limitaciones relacionadas con la capacitación docente, la falta de recursos pedagógicos y las desigualdades estructurales del sistema educativo.

Con el inicio del siglo XXI, la implementación de los EBC y los DBA fue una respuesta a la necesidad de homogenizar y mejorar la calidad educativa en el país. Sin embargo, estas iniciativas también reflejan las dinámicas globales que priorizan la competitividad y la estandarización como indicadores de éxito educativo (Martínez y Romero, 2018). Aunque se introdujeron avances significativos, como el enfoque en el desarrollo de competencias científicas, estos modelos también enfrentaron críticas por su incapacidad para abordar las complejidades socioculturales y ambientales que caracterizan el contexto colombiano.

Es en este punto de la historia donde comienzan a visibilizarse algunos contenidos dentro de las Ciencias Naturales y las Ciencias Sociales que incorporan temáticas específi-

cas relacionadas con la astronomía. Estos contenidos, incluidos en los EBC y los DBA, representan un intento de estructurar y articular conocimientos astronómicos en los diferentes niveles educativos. Tal como se detalla en la Tabla 3.2, el mapeo curricular evidencia cómo estas temáticas, aunque presentes, están distribuidas de manera limitada y desigual a lo largo de los ciclos educativos. En los primeros grados, se abordan temas básicos como la observación del cielo y los movimientos celestes, mientras que en niveles más avanzados se incluyen aspectos más complejos, como el Sistema Solar y la gravitación universal, aunque con interrupciones y vacíos conceptuales que afectan la continuidad y profundidad en el desarrollo de estas competencias.

*Tabla 3.2. Temáticas y competencias de la astronomía en los EBC de las Ciencias Naturales.*

Ciclo Educativo	Grados	Temas de Astronomía	Competencias Asociadas
Primaria Básica 1	1° a 3°	Observación del movimiento del Sol, la Luna y las estrellas	Registrar el movimiento de cuerpos celestes a lo largo del tiempo.
Primaria Básica 2	4° a 5°	Sistema Solar Movimientos planetarios Mareas y eclipses	Describir las características del Sistema Solar. Relacionar movimientos de la Tierra con fenómenos como estaciones y mareas.
Secundaria Básica	6° a 7°	Origen del universo Modelo planetario Formación de estrellas	Explicar teorías sobre el origen del universo. Describir el proceso de formación y extinción de estrellas. Analizar fuerzas gravitacionales.

Secundaria Avanzada	8° a 9°	Ninguno	No se identificaron competencias específicas de astronomía.
Media	10° a 11°	Gravitación universal Fuerzas gravitacionales entre cuerpos	Explicar la relación entre masa, distancia y fuerza gravitacional. Establecer relaciones entre campos gravitacionales y electrostáticos.

Fuente: Los autores.

Por otra parte, realizando el mapeo curricular de los DBA, el panorama y la preocupación anterior se mantiene tal como se aprecia en la Tabla 3.3, pues en general, la astronomía sigue estando infrarrepresentada, con un enfoque limitado a la observación básica y descriptiva del cielo. Este análisis sugiere la necesidad de una mayor integración de contenidos astronómicos que profundicen en conceptos científicos más amplios y relevantes en los grados superiores.

Tabla 3.3. Astronomía en los DBA.

Grado	Derecho Básico de Aprendizaje (DBA)	Evidencias de Aprendizaje	Tema Astronómico
1° a 3°	Comprende el fenómeno del día y la noche debido a la rotación de la Tierra.	Registra y realiza dibujos de sombras proyectadas por el Sol en diferentes momentos del día.	Rotación de la Tierra, día y noche
4°	Comprende que las fases de la Luna se deben a la posición relativa del Sol, la Luna y la Tierra.	Realiza observaciones de la Luna y las registra mediante dibujos, explicando cómo varían a lo largo del mes.	Fases de la Luna, movimiento relativo

4°	Comprende el fenómeno del día y la noche debido a la rotación de la Tierra.	Utiliza maquetas para explicar el ciclo del día y la noche, observando patrones de regularidad en el movimiento solar.	Día y noche
6°	Analiza la relación entre las fases de la Luna y los movimientos de la Tierra.	Realiza observaciones y experimentos para explicar las fases lunares y las posiciones relativas entre la Tierra, la Luna y el Sol.	Fases lunares, movimientos celestes

*Fuente: Los autores.*

Como se puede apreciar, la representación de la astronomía en los planes de estudio de las Ciencias Naturales en Colombia evidencia una problemática que trasciende la simple inclusión de contenidos temáticos. Su análisis crítico revela una tendencia a tratar la astronomía como un conocimiento accesorio y secundario, desconectado de las dinámicas científicas, culturales y sociales que la convierten en una ciencia esencial para la formación integral de los estudiantes, la cual en términos de su desarrollo científico disciplinar en el país ha venido tomando una importancia relevante, desde su consolidación histórica y de los aportes científicos que los astrónomos colombianos vienen realizando (Guevara-Montoya et al., 2024).

En los EBC, la astronomía aparece de manera fragmentada, con un énfasis inicial en fenómenos observables como el movimiento del Sol y la Luna o las fases lunares. Aunque estas temáticas son valiosas como punto de partida, el currículo no logra construir una progresión conceptual adecuada que permita a los estudiantes avanzar hacia una comprensión más profunda de los principios astronómicos. Este hecho genera vacíos en el aprendizaje, impidiendo que los estudiantes

consoliden y apliquen los conocimientos adquiridos, lo cual fragmenta el aprendizaje, dificulta el desarrollo de habilidades científicas e ignora los aportes que la astronomía ha realizado históricamente a la consolidación de otras ciencias (Folhas et al., 2022; Rosenberg y Russo, 2018).

El panorama que presentan los DBA no mejora esta situación. Aunque ofrecen mayor especificidad en cuanto a las actividades que los estudiantes deben realizar, como registrar sombras para comprender el fenómeno del día y la noche o construir maquetas para explicar las fases de la Luna, su enfoque sigue siendo predominantemente descriptivo. Esta orientación restringe el desarrollo de competencias prácticas y cognitivas más avanzadas, necesarias para abordar los desafíos contemporáneos de la ciencia y la tecnología. Además, la astronomía en los DBA parece estar relegada a los primeros grados, con una notable ausencia de contenidos en los niveles intermedios y una representación limitada en los grados superiores, lo que refuerza la idea de una disciplina aislada y sin continuidad en el proceso educativo.

Este tratamiento marginal de la astronomía contrasta con su potencial educativo. Como ciencia, tiene una capacidad única para integrar múltiples áreas del conocimiento (Baspinar, 2020; Bocanegra Caro, 2018; Folhas et al., 2022). Además, fomenta habilidades transversales como la observación sistemática, el razonamiento lógico y la creatividad, todas esenciales en la formación de ciudadanos críticos y competentes (Neagu y Tercu, 2023; Ramirez Gonzalez, 2021; Rangel Parra, 2024; Taufiq et al., 2020b). En un contexto global donde la alfabetización científica es cada vez más relevante para enfrentar desafíos como el cambio climático, la sostenibilidad energética y la exploración espacial, la astro-



nomía debería ocupar un lugar central en el currículo, no uno marginal.

La subrepresentación de la astronomía también refleja un problema más amplio de enfoque curricular en Colombia, donde las disciplinas tienden a abordarse de manera fragmentada y desconectada de las realidades socioculturales y ambientales del país. Esta fragmentación perpetúa una visión reduccionista de la educación científica, que prioriza la memorización de contenidos sobre la construcción de conocimientos significativos y aplicables, pese a que los aportes de las nuevas generaciones de interesados en la didáctica de la ciencia en Colombia han venido transformando esa realidad, dichas transformación aún están centralizadas en algunas regiones del país (Valderrama et al., 2021).

Para superar estas limitaciones, es necesario repensar el lugar de la astronomía en el currículo de Ciencias Naturales desde una perspectiva integradora y crítica. Esto implica no solo aumentar la presencia de contenidos astronómicos, sino también articularlos de manera progresiva y coherente a lo largo de los ciclos educativos. Además, se deben desarrollar enfoques pedagógicos que trasciendan la simple transmisión de conocimientos y promuevan experiencias de aprendizaje activas y contextuales, donde los estudiantes puedan explorar fenómenos astronómicos en relación con problemáticas globales y locales. La capacitación docente y la provisión de recursos adecuados también son aspectos fundamentales para garantizar que la enseñanza de la astronomía no se limite a un aprendizaje teórico, sino que integre prácticas que fomenten la curiosidad, el pensamiento crítico y la capacidad de resolución de problemas.

## **Aportes de docentes y docentes en formación a la discusión**

A pesar de las limitaciones curriculares señaladas previamente, en Colombia ha surgido un movimiento significativo liderado por docentes y docentes en formación, quienes, a través de sus intereses personales, formación posgradual y un compromiso con la innovación educativa, han logrado transformar la enseñanza de la astronomía en las aulas. Este trabajo, en muchos casos, se desarrolla desde lo que podría denominarse un "currículo oculto", ya que, aunque no está formalmente establecido en los lineamientos oficiales, se implementa mediante proyectos transversales, clubes de astronomía y actividades extracurriculares que fomentan el interés y la curiosidad de los estudiantes hacia esta disciplina científica (Sanabria García, 2023).

El desarrollo de estas iniciativas encuentra su fundamento en una creciente producción académica e investigativa en torno a la didáctica de la astronomía. Según los estudios revisados, la mayoría de las propuestas didácticas surgen de programas de maestría y posgrado en universidades como la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad Pedagógica Nacional y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, entre otras. Estas investigaciones han generado estrategias que integran enfoques interdisciplinarios y herramientas tecnológicas, permitiendo abordar la astronomía desde perspectivas innovadoras y contextuales (Valderrama et al., 2021).

Los docentes han aprovechado su formación autodidacta y la colaboración con instituciones astronómicas, como la NAEC-OAE Colombia, para desarrollar metodologías que

trascienden las limitaciones curriculares. Actividades como observaciones astronómicas, proyectos basados en la resolución de problemas y el uso de tecnologías digitales han permitido que los estudiantes exploren fenómenos astronómicos de forma activa y significativa, conectándolos con otras áreas del conocimiento como la física, las matemáticas y las ciencias sociales.

Precisamente desde este panorama, el quehacer misional de la NAEC-OAE Colombia ha buscado responder a las limitaciones curriculares y promover espacios de reflexión y acción que fortalezcan la enseñanza de la astronomía en el país. En este contexto, el II Workshop en Enseñanza de la Astronomía: Currículo, Territorio y Escuela, (Figura 3.1), realizado en la Universidad Surcolombiana en octubre de 2023, se consolidó como un evento clave para abordar las tensiones y oportunidades relacionadas con la integración de la astronomía en el currículo colombiano. Este espacio se caracterizó por su enfoque interdisciplinario y crítico permitiendo discutir cómo la astronomía puede convertirse en una herramienta que conecte las realidades culturales y territoriales con los saberes científicos, fomentando una educación más contextualizada y significativa (OAE Colombia, 2023).

Uno de los momentos centrales del evento fue la jornada de discusión dedicada al currículo colombiano, donde se abordaron las limitaciones estructurales y conceptuales que enfrenta la enseñanza de la astronomía en las Ciencias Naturales y Sociales. Esta sesión, en la que participaron activamente docentes y futuros educadores, permitió identificar los vacíos existentes en los planes de estudio y reflexionar sobre cómo el territorio, entendido como un espacio de aprendizaje

vivo, puede contribuir al desarrollo de una astronomía más integrada y relevante en los contextos escolares.

*Figura 3.1. Pieza gráfica del II Workshop sobre Enseñanza de la Astronomía, Currículo, Territorio y Escuela 2024.*



Fuente:Elaboración propia (disponible en <https://accefyn.com/microsites/nodos/astroco/ii-workshop-ensenanza-de-la-astronomia/>)

A partir de estas discusiones, emergieron reflexiones y propuestas que buscan no solo visibilizar la astronomía en el currículo oficial, sino también potenciar su enseñanza desde una perspectiva crítica e innovadora. Por ello se abordaron discusiones guiadas por preguntas tales como: en el currículo actual, ¿creen que se da suficiente espacio relevancia a la astronomía? ¿Por qué? ¿Qué cambios sugerirían como equipo en el currículo educativo respecto a la enseñanza de la astronomía? ¿Qué enfoque curricular podría ser apropiado para enseñar astronomía? ¿Por qué?

Estas preguntas se discutieron en seis grupos de trabajo que integraban docentes, formadores de docentes y docentes en formación, la mayoría con títulos relacionados a las ciencias naturales y la matemática, en menor representatividad áreas como ciencias sociales, educación física y filosofía, a continuación, se muestran algunas de las reflexiones alcanzadas.

- *En el currículo actual, ¿creen que se da suficiente espacio relevancia a la astronomía? ¿Por qué?*

La discusión en torno al espacio y la relevancia que se otorga a la astronomía en el currículo actual reveló un consenso generalizado entre los grupos participantes sobre su insuficiencia, pues se evidenciaron las limitaciones del currículo colombiano para integrar esta ciencia de manera significativa y coherente en los planes de estudio.

El Grupo 1 y 5 señaló que, en el estado actual del currículo, no se garantiza un espacio adecuado para la astronomía debido a las falencias y ambigüedades en los

objetivos planteados, de igual forma afirmaron que la astronomía es "un área olvidada". Estos comentarios subrayan la falta de claridad y especificidad en los lineamientos curriculares y la necesidad de otorgarle a la astronomía la importancia que merece.

Por su parte, el Grupo 2 destacó que la astronomía se encuentra limitada al área de Ciencias Naturales y, en el ámbito universitario, restringida a programas de Física y Ciencias Naturales, lo que la hace inaccesible para estudiantes de otras disciplinas. En el contexto escolar, mencionaron que la astronomía solo aparece como una lista de temas seleccionados y no como una asignatura estructurada, lo cual refuerza la percepción de que el currículo carece de un enfoque sistemático.

El Grupo 3, en tanto, criticó la falta de visión interdisciplinaria del currículo actual, señalando la ausencia de una integración transversal que permita relacionar la astronomía y otras disciplinas. De manera complementaria, el Grupo 4 cuestionó que los lineamientos y estándares establecidos no incluyan competencias específicas asociadas a la astronomía. Además, destacaron la ambigüedad en la ubicación de los conceptos astronómicos, que en ocasiones se asocian al área de Ciencias Sociales en lugar de Ciencias Naturales, dificultando su enseñanza de manera coherente y estructurada.

En el mismo sentido, el Grupo 6 enfatizó que los EBC y los currículos institucionales no integran adecuadamente la astronomía dentro de las Ciencias Naturales, lo que provoca que esta disciplina fuera del contexto formal del aula. Resaltaron que el currículo prioriza otras disciplinas, dejando a

la astronomía en un espacio residual y, en muchos casos, completamente fuera de las prioridades educativas.

En conjunto, estas voces reflejan un panorama crítico sobre la representación de la astronomía en el currículo colombiano. Los participantes coinciden en que la astronomía no recibe la atención que merece como una disciplina que no solo aporta al desarrollo científico, sino que también fomenta competencias críticas e interdisciplinarias. Este análisis pone de relieve la necesidad de reformar el currículo para garantizar que la astronomía sea reconocida y enseñada de manera integral.

- *¿Qué cambios sugerirían como equipo en el currículo educativo respecto a la enseñanza de la astronomía*

La discusión en torno a los cambios necesarios en el currículo educativo para mejorar la enseñanza de la astronomía destacó propuestas diversas, aunque convergentes, orientadas a fortalecer su inclusión desde un enfoque interdisciplinario y práctico. Los equipos participantes coincidieron en que la astronomía tiene el potencial de transformarse en un eje articulador dentro de la formación científica, promoviendo la curiosidad, el pensamiento crítico y la comprensión integral del mundo.

El Grupo 1 propuso que la astronomía sea abordada como una disciplina transversal, permitiendo su integración con las principales áreas de las Ciencias Naturales, como la física, la química, la biología y las ciencias de la Tierra, esto permitiría enriquecer estas disciplinas y fomentar la curiosidad científica de los estudiantes. Por su parte, el Grupo 2 enfatizó la necesidad de abandonar los métodos tradicionales y

"cuadriculados" de su enseñanza, sugiriendo la implementación de metodologías activas y significativas. Además, plantearon la importancia de un enfoque interdisciplinario que conecte la astronomía con otras áreas del currículo para reconocer su relevancia desde diversos contextos.

El Grupo 3 destacó la importancia de rediseñar el currículo con un propósito claro, centrado en responder al "por qué" y el "para qué" de la enseñanza de la astronomía. Propusieron que se reconozca su papel fundamental en la comprensión de la Tierra como parte del universo y que se incorpore de manera transversal, interdisciplinaria y contextualizada. En este sentido, el Grupo 4 sugirió el diseño de un currículo más profundo y extenso que permita abordar la astronomía desde diferentes disciplinas con un nivel de detalle mayor para explorar temas complejos y promover una comprensión avanzada.

El Grupo 5, por otro lado, planteó la necesidad de posicionar la astronomía como una asignatura estructural dentro del currículo educativo. Argumentaron que para lograr este objetivo es fundamental justificar su inclusión con argumentos sólidos que evidencien su importancia, tanto en el desarrollo científico de los estudiantes como en su formación integral. Por su parte, el Grupo 6 propuso que la enseñanza de la astronomía sea dinámica y altamente práctica, basada en la construcción activa de conocimientos por parte de los estudiantes. También señalaron la importancia de su integración transversal en el currículo, de modo que sea posible experimentar y aplicar de manera significativa los conceptos astronómicos.



En conjunto, estas propuestas reflejan una visión compartida sobre la necesidad de transformar la enseñanza de la astronomía en Colombia, moviéndola desde un enfoque marginal y descriptivo hacia uno integral, interdisciplinario y significativo. La transversalidad, la contextualización y la incorporación de metodologías activas emergen como ejes clave en este proceso de reestructuración, evidenciando la aspiración de los docentes y estudiantes de construir un currículo que reconozca y valore el papel esencial de la astronomía en la formación científica y cultural de las nuevas generaciones.

- *¿Qué enfoque curricular podría ser apropiado para enseñar astronomía? ¿Por qué?*

La discusión sobre el enfoque curricular más apropiado para la enseñanza de la astronomía reveló una diversidad de perspectivas entre los grupos participantes, todas orientadas a superar los modelos tradicionales y promover una enseñanza más contextualizada, integradora y significativa.

El Grupo 1 propuso un enfoque basado en problemas que sea contextual y permita una interacción real entre el currículo y el territorio. Este enfoque enfatiza el aprendizaje activo y la resolución de problemas reales, lo que no solo facilita la comprensión de conceptos astronómicos, sino que permite a los estudiantes relacionar estos conocimientos con su entorno y las problemáticas locales.

El Grupo 2 sugirió un enfoque interdisciplinario que posibilite el diálogo entre la astronomía y otras áreas del conocimiento. Esta propuesta resalta la riqueza que puede aportar la astronomía al conectarse con otras disciplinas

favoreciendo una comprensión integral y multidimensional del universo y su relación con la humanidad.

El Grupo 3 destacó la importancia de un enfoque crítico humanista, argumentando que la astronomía debe enseñar a los estudiantes a opinar, dialogar e integrar experiencias. Este enfoque busca que los aprendizajes sean vivenciales y con sentido, promoviendo el desarrollo cognitivo y el reconocimiento de la astronomía como un campo que inspira reflexiones profundas.

El Grupo 4 propuso un enfoque teórico-observacional, centrado en el uso de herramientas específicas y bases de datos propias del campo astronómico. Este enfoque permitiría a los estudiantes acercarse a la astronomía de manera práctica y rigurosa, mediante actividades de observación y análisis de datos, reforzando su comprensión científica y su capacidad para investigar fenómenos astronómicos.

Por su parte, el Grupo 5 abogó por un enfoque integral que conecte la astronomía con el territorio, el contexto y las realidades de los estudiantes. Criticaron el tecnicismo en la enseñanza, sugiriendo que un enfoque más holístico podría generar transformaciones significativas en la educación astronómica del país. El Grupo 6 complementó esta visión al proponer un enfoque constructivista sociocrítico que incorpore la investigación, las tradiciones, los saberes y la cultura de las comunidades. Este enfoque no solo busca desarrollar competencias científicas, sino también integrar los conocimientos tradicionales y las perspectivas culturales en la enseñanza de la astronomía.

Figura 3.2. Imagen promocional del I Seminario Permanente sobre Enseñanza de la Astronomía en Colombia, durante el 2024.



Fuente: La imagen fue elaborada por los autores y publicada en <https://accefyn.com/microsites/nodos/astroco/i-seminario-permanente-de-ensenanza-de-la-astronomia/>

De manera que, las propuestas de los participantes apuntan hacia enfoques curriculares que trasciendan los límites del tecnicismo y la fragmentación, para favorecer una enseñanza de la astronomía que sea interdisciplinaria, contextual, crítica y profundamente conectada con las realidades de los estudiantes. Estas perspectivas reflejan un compromiso por transformar la educación astronómica en Colombia, haciendo de ella una herramienta para el aprendizaje significativo arraigado en las experiencias y necesidades locales.

Otro escenario de discusión se desarrolló en modo virtual en el año 2024, en el denominado I Seminario Permanente sobre Enseñanza de la Astronomía OAE-NAEC Colombia. La Figura 3.2 muestra las piezas promocionales de las sesiones con los diversos temas tratados y ponentes invitados. En este evento participaron cerca de 100 docentes y docentes en formación de diferentes partes del país, por lo que se ofreció un espacio propicio para discutir los desafíos, oportunidades y enfoques necesarios para integrar la astronomía en el currículo educativo, especialmente en el contexto de Latinoamérica. La sesión fue liderada por el profesor Néstor Camino, quien aportó una perspectiva profunda sobre la didáctica de la astronomía, y abrió el diálogo sobre la relación entre esta disciplina y las políticas curriculares vigentes. Camino comenzó destacando que el currículo es más que un listado de objetivos y contenidos; es una construcción social, cultural y política. "El currículo es una herramienta de trabajo multidimensional: político, sociocultural, ideológico, epistemológico", expresó, subrayando que su implementación depende tanto de las normativas como de las prácticas docentes. En este sentido, reflexionó sobre cómo la astronomía puede "trastocar el currículo", integrándose no solo como contenido científico, sino como un eje transversal que promueve habilidades críticas, reflexivas y culturales.

Uno de los puntos centrales fue la importancia de vincular a los estudiantes con el cielo real, tanto de día como de noche. Camino argumentó que enseñar astronomía desde un enfoque abstracto o meramente conceptual resulta insuficiente. En cambio, abogó por una enseñanza vivencial que permita a los estudiantes observar, registrar e interpretar fenómenos celestes directamente. "Sin la observación del

cielo real, los conceptos pierden significado y se convierten en meras ideas formales que no trascienden al aprendizaje significativo", afirmó. Este enfoque, además, incluye actividades accesibles y prácticas, como el registro de fases lunares, la identificación de constelaciones y la observación de movimientos solares, las cuales no dependen de tecnologías avanzadas, sino del compromiso de los educadores por fomentar la curiosidad y la exploración.

En términos de la formación docente, Camino hizo un llamado contundente a fortalecer las capacidades pedagógicas y científicas de los maestros. Señaló que, para que la astronomía impacte el currículo de manera efectiva, es necesario conocimiento disciplinar como habilidades didácticas específicas. Sin embargo, reconoció la importancia de que los profesionales de la astronomía acompañen a los educadores en su labor, ofreciendo apoyo conceptual y herramientas prácticas sin invadir los espacios pedagógicos. "La enseñanza de la astronomía no se limita a los conceptos; incluye la construcción de experiencias educativas profundas y significativas", comentó, haciendo énfasis en la colaboración entre astrónomos y educadores.

Otro aspecto destacado fue la interdisciplinaridad de la astronomía. Camino planteó que esta disciplina, por su naturaleza, tiene un potencial único para conectar áreas diversas del conocimiento. La astronomía puede integrarse con la física, la química y las matemáticas, pero también con la historia, la geografía, la filosofía y las ciencias sociales. "Nada en la historia de la humanidad ha evolucionado sin que la astronomía haya estado presente", señaló, invitando a los participantes a considerar cómo los conceptos astronómicos

pueden ser una ventana para explorar temas culturales, históricos y científicos de forma holística.

La discusión también abordó los recursos didácticos y las tecnologías disponibles en las escuelas. Camino enfatizó que, aunque los telescopios, los simuladores y las herramientas tecnológicas enriquecen la enseñanza, no son indispensables para promover un aprendizaje significativo. En cambio, propuso una vuelta a las prácticas observacionales básicas, como la geometría del cielo y la medición de sombras, que fueron fundamentales para el desarrollo de la astronomía en la antigüedad.

Finalmente, Camino subrayó la necesidad de resignificar el currículo desde una perspectiva latinoamericana. Destacó que las culturas originarias de la región tienen una relación rica y diversa con el cielo, que puede ser incorporada a las aulas para fomentar un sentido de identidad y pertenencia. En este sentido, afirmó que "la astronomía no debe ser una mera importación de modelos educativos de potencias extranjeras, sino una construcción que respete y valore nuestra propia historia, cultura y contexto".

La sesión concluyó con un llamado a los docentes y participantes a reflexionar críticamente sobre el papel de la astronomía en la educación. Camino destacó que esta disciplina no solo forma parte de la ciencia, sino que es un elemento esencial para comprender nuestra relación con el universo y con los demás. "El cielo nos ha acompañado siempre, y enseñar astronomía es enseñar a mirar el mundo desde una perspectiva más amplia, más curiosa y humana", expresó.

Esta sesión del seminario propuso una visión en la que integrar la astronomía al currículo no es solo una cuestión de incluir más contenidos, sino de repensar las metodologías, los enfoques y las intenciones educativas desde una visión interdisciplinaria, cultural y transformadora.

La actividad asincrónica desarrollada tras la segunda sesión del seminario permitió recoger diversas perspectivas de docentes, estudiantes y otros participantes interesados en la enseñanza de la astronomía en el contexto curricular colombiano. A continuación, se presentan las principales ideas y reflexiones derivadas de estas intervenciones:

Un punto reiterado fue la percepción de que el currículo colombiano no otorga a la astronomía el espacio ni la relevancia que merece. Andrés Ovalle comentó que, en la actualidad, son las iniciativas extracurriculares y el interés individual de los docentes las que permiten que la astronomía tenga un lugar en las aulas. Propuso integrar esta disciplina desde múltiples enfoques, como la arqueoastronomía, la literatura y la matemática, para fomentar en los estudiantes la capacidad de asombro y el deseo de observar el cielo.

Por otro lado, algunos participantes, como Mauricio Giraldo, enfatizaron la necesidad de priorizar el interés y el asombro en los estudiantes sobre las exigencias curriculares tradicionales. Señaló que la astronomía puede estructurarse a través de proyectos de indagación y resolución de problemas, destacando su experiencia en actividades como la construcción de relojes solares, cámaras oscuras y cuadrantes náuticos.

El profesor Germán Escorcía propuso un enfoque más amplio para la enseñanza de la astronomía en el currículo,

sugiriendo que abarque disciplinas como la astrofísica, la astrobiología y la astroquímica. Consideró que el uso de metodologías basadas en indagación, modelización y argumentación resulta esencial para promover modelos mentales robustos en los estudiantes y para generar aprendizajes significativos.

Desde una perspectiva interdisciplinar, varios participantes, como Angie Sánchez, destacaron que la astronomía no debe limitarse a las ciencias naturales, sino que su enseñanza podría involucrar áreas como las ciencias sociales. Esta aproximación permitiría abordar la astronomía desde distintos puntos de vista, vinculándola con temas históricos, culturales y filosóficos. Por su parte, Eduar Cabiativa resaltó la importancia de las experiencias significativas en contextos extracurriculares, mencionando su trabajo en el diseño de protocolos para salidas de campo en zonas rurales como una herramienta para acercar a los estudiantes a la astronomía.

Asimismo, algunos docentes señalaron los desafíos estructurales y de formación docente que afectan la inclusión de la astronomía en el currículo. Cindy Acero y David Rodríguez coincidieron en que los estándares básicos actuales no contemplan de manera suficiente la astronomía, lo que limita su desarrollo en el aula. Sin embargo, también argumentaron que, con creatividad e innovación, los docentes pueden encontrar formas de incorporar la astronomía en sus prácticas pedagógicas, incluso sin un apoyo explícito en el currículo nacional.

De manera que, esta actividad puso de manifiesto tanto las limitaciones actuales del currículo colombiano respecto a la astronomía como las múltiples posibilidades de transfor-



mación a partir de enfoques interdisciplinarios, metodologías innovadoras y un compromiso renovado por parte de los docentes. Las reflexiones apuntan a la necesidad de formación docente continua, la promoción de proyectos significativos y la inclusión de la astronomía como una herramienta poderosa para conectar distintas disciplinas y fomentar una educación más integral y relevante.

Además, se hace evidente la necesidad de fortalecer la formación docente y construir redes de apoyo entre educadores y astrónomos para consolidar una enseñanza significativa y culturalmente relevante. Esto incluye también repensar el currículo desde una perspectiva latinoamericana que valore las culturas locales y el contexto territorial, transformando la astronomía en un eje educativo integral.

### **Algunos aportes para la transformación curricular**

Un primer paso hacia la transformación curricular en la enseñanza de la astronomía radica en modificar las prácticas docentes hacia enfoques curriculares críticos y reflexivos. Esto implica reconocer y potenciar el currículo oculto mencionado anteriormente, el cual se construye de prácticas que, aunque no están formalmente incluidas en los lineamientos curriculares oficiales, representan un esfuerzo significativo por parte de los docentes para incorporar la astronomía en el ámbito educativo. Este currículo oculto demuestra el interés y el compromiso de los educadores por superar las limitaciones estructurales del currículo oficial, abriendo espacios para una enseñanza más significativa y enriquecedora de la astronomía.

Por otra parte, la transformación curricular requiere unificar esfuerzos entre la comunidad científica que se ha consolidado en Colombia en torno a la enseñanza de la astronomía, las facultades de educación y las políticas gubernamentales. Este trabajo conjunto es fundamental para actualizar los EBC, respondiendo no solo a las demandas de los docentes, sino también a las exigencias de una educación científica integral y contextualizada. Más que solicitar la inclusión de una asignatura específica de astronomía, los educadores y académicos abogan por una integración transversal y holística de esta disciplina en los lineamientos curriculares.

De manera osada, pero fundamentada, se propone una posible estructura curricular que podría ser discutida críticamente en espacios académicos y gubernamentales. Este enfoque encuentra sustento en los primeros avances promovidos por la OAE Colombia, que ha logrado consolidar una comunidad científica comprometida con la enseñanza de la astronomía. Esta red, además de fomentar el intercambio de experiencias y buenas prácticas, podría servir como catalizador para liderar el diseño y la implementación de un currículo transformador.

La propuesta se fundamenta en la integración de los contenidos temáticos de astronomía en los EBC, articulando su enseñanza desde una visión integral de las Ciencias Naturales. En lugar de una fragmentación disciplinaria tradicional (biología, física, química y astronomía), se plantea un abordaje holístico que permita la problematización de fenómenos desde diferentes perspectivas conceptuales y procedimentales.

De manera que, la Tabla 3.3, ilustra una propuesta inicial para estructurar los temas de astronomía desde la educación básica primaria hasta la media vocacional. Los contenidos se diseñan en función de la relación con otras áreas de las Ciencias Naturales, las competencias a desarrollar y los resultados de aprendizaje esperados (RAE). Este enfoque promueve un aprendizaje interdisciplinario, en el que la astronomía se conecta tanto con fenómenos cotidianos como con conceptos avanzados, estimulando la curiosidad y el pensamiento crítico de los estudiantes.

*Tabla 3.3. Propuesta de contenidos programáticos sobre astronomía para los EBC.*

Grado	Temas de Astronomía Propuestos	Relación con Otros Temas de Ciencias Naturales	Competencias	Resultados de Aprendizaje (RAE)
Primaria (1º-3º)	Movimientos aparentes del Sol y la Luna Fases lunares Ciclos de día y noche	Geografía (rotación y traslación de la Tierra) Biología (ciclos de vida de animales y plantas influenciados por la luz solar)	Desarrollar la capacidad de observar patrones celestes y relacionarlos con fenómenos terrestres.	<b>RAE1:</b> Identificar los movimientos celestes básicos y sus efectos sobre los ciclos naturales de la Tierra (día, noche, estaciones). <b>RAE2:</b> Registrar y describir la aparición de la Luna y el Sol en el cielo.

Primaria (4º-5º)	Sistema Solar: características de los planetas Movimientos de traslación y rotación de los planetas Eclipses y mareas	Física (movimientos de rotación y traslación, leyes de Newton) Biología (influencia de la Luna en los ecosistemas, como las mareas)	Aplicar principios básicos de física para explicar fenómenos astronómicos como las mareas y los eclipses.	<b>RAE1:</b> Describir el sistema solar y las características de los planetas en relación con su movimiento. <b>RAE2:</b> Explicar el fenómeno de las mareas en términos de las interacciones gravitacionales entre la Tierra, la Luna y el Sol.
Secundaria (6º-7º)	Origen del universo y el Big Bang Formación de estrellas y planetas Nebulosas y cúmulos estelares	Química (formación de elementos en estrellas) Física (gravitación y fuerza de atracción)	Comprender los procesos físicos y químicos básicos involucrados en la evolución del universo.	<b>RAE1:</b> Explicar la teoría del Big Bang y su importancia en la formación del universo. <b>RAE2:</b> Relacionar la formación de elementos químicos con los procesos nucleares en las estrellas.
Secundaria (8º-9º)	Evolución de las estrellas: desde su formación hasta su muerte Tipos de estrellas y sus ciclos. Galaxias y estructuras del universo	Física (leyes de la termodinámica aplicadas a la evolución estelar) Química (fusión nuclear y formación de elementos pesados)	Aplicar conceptos de termodinámica y gravitación para analizar la evolución estelar y la estructura del universo.	<b>RAE1:</b> Describir los ciclos de las estrellas y los tipos de estrellas en relación con su tamaño y masa. <b>RAE2:</b> Explicar la relación entre la evolución estelar y la formación de elementos químicos.

Media Vocacional (10°-11°)	Gravitación universal y campos gravitacionales	Física (relatividad y espacio- tiempo)	Integrar los principios de la física y la química en la comprensión de fenómenos astronómicos avanzados.	<b>RAE1:</b> Aplicar la teoría de la relatividad a fenómenos astronómicos como la expansión del universo y los agujeros negros. <b>RAE2:</b> Proponer posibles experimentos sobre la detección de exoplanetas y la búsqueda de vida extraterrestre.
	Relatividad general y su relación con la astronomía moderna Agujeros negros, exoplanetas y exploración espacial	Química (Procesos químicos relacionados con la vida)		

*Fuente: Los autores.*

En términos prácticos, esta propuesta podría enriquecer las aulas mediante actividades que integren observación, experimentación y reflexión. Asimismo, ofrecería un marco flexible que permita a los docentes adaptar los contenidos al contexto cultural y territorial de sus estudiantes. Aunque inicialmente enfocado en el desarrollo científico, este modelo también debería facilitar la incorporación de contextos territoriales específicos. Si bien no incluye de manera explícita los aspectos socioculturales de la astronomía, estos se presentan como áreas de interés relevantes en el abordaje de los temas propuestos, pues la enorme diversidad geográfica y cultural del país exige que los contenidos curriculares sean dinámicos y adaptables.

## CONCLUSIONES

El currículo es mucho más que un listado de contenidos; constituye una herramienta política y educativa que, bien estructurada, puede transformar la enseñanza en un medio para conectar el conocimiento científico con las realidades sociales y culturales. La astronomía, al ser una disciplina que integra múltiples áreas del saber, tiene el potencial de convertirse en un eje articulador que promueva competencias críticas y reflexivas en los estudiantes, adaptándose a las particularidades del contexto colombiano.

Los aportes de docentes y docentes en formación destacan la importancia del "currículo oculto" como un espacio de innovación educativa en la enseñanza de la astronomía. A pesar de las limitaciones curriculares, los educadores han demostrado creatividad y compromiso al integrar la astronomía en proyectos transversales, clubes de ciencias y actividades extracurriculares. Sin embargo, para consolidar estas iniciativas, es crucial fortalecer la formación docente, promoviendo programas de capacitación continuada que combinen el conocimiento disciplinar con enfoques pedagógicos críticos y contextualizados.

La transformación curricular requiere la articulación de esfuerzos entre la comunidad científica, las facultades de educación y las políticas gubernamentales. La actualización de los EBC debe enfocarse en la integración de la astronomía como un componente esencial del currículo, no como una

asignatura aislada, sino como una disciplina que conecte diversas áreas del conocimiento, respondiendo a las demandas de una educación científica integral y contextualizada.

La diversidad geográfica y cultural del país ofrece una oportunidad única para diseñar un currículo flexible y contextualizado que permita a los estudiantes relacionar los fenómenos astronómicos con su entorno. La propuesta de contenidos presentada, organizada por ciclos educativos, destaca la importancia de abordar la astronomía desde perspectivas conceptuales, procedimentales y territoriales, fomentando tanto la indagación científica como la comprensión de las tradiciones culturales relacionadas con el cielo.

La astronomía tiene el potencial de inspirar en los estudiantes una comprensión más amplia del universo y su lugar en él, promoviendo no solo el desarrollo de habilidades científicas, sino también la reflexión ética, cultural y filosófica. Al integrar esta disciplina en el currículo desde un enfoque crítico y humanista, se abre la posibilidad de formar ciudadanos más curiosos, creativos y comprometidos con la exploración y el cuidado de sí, del otro y de lo otro.

## REFERENCIAS

- Aparicio Rondón, C. C., Ríos Padilla, J. A., & Sánchez Pamqueba, L. Y. (2022). Concepción curricular y enseñanza de las ciencias naturales y la educación ambiental: un punto de vista filosófico. Colombia 1994–2022. Universidad La Gran Colombia. <http://hdl.handle.net/11396/7343>
- Arboleda, V. C. de. (2006). Mejorar la calidad de la educación en escuelas de escasos recursos. El caso de la Escuela Nueva en Colombia. *Revista Colombiana de Educación*, (51). <https://doi.org/10.17227/01203916.7689>
- Arenas Hernández, H. G., Rojas Romero, L. D., Patiño Chiguasuque, A. P., & Cabrera Díaz, L. T. (2020). Estrategia de la gestión académica en el plan de estudios del Instituto Campestre Senderos. <http://hdl.handle.net/11349/24957>
- Baspinar, P. (2020). An interdisciplinary approach to elementary astronomy teaching. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 20(15), 169–175. <https://doi.org/10.33423/jhetp.v20i15.3946>
- Bocanegra Caro, G. (2018). La astronomía como recurso de aprendizaje interdisciplinar en la escuela para el grado quinto [Trabajo de grado, Universidad del Tolima]. Repositorio Institucional Universidad del Tolima. <https://repository.ut.edu.co/handle/001/2555>



- Clavell, L. (2004). Para superar la fragmentación del saber. En *Dar Razón de la Esperanza: Homenaje al Prof. Dr. José Luis Illanes* (pp. 1149–1160). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9599063>
- Cobo, O. M. (2022). El currículo oficial en las dos últimas reformas educativas en Colombia. *Revista Educación, Política y Sociedad*, 7(1), 9–30. <https://doi.org/10.15366/REPS2022.7.1.001>
- Corti, M. A., Merlo, C. D., De Biasi, M. S., Paolantonio, S., & Camino, N. E. (2022). Diagnóstico sobre la enseñanza de la astronomía en Argentina (primera parte). *Boletín de Asociación Argentina de Astronomía*, 63, 2021. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/211201>
- Dirección General de Cultura y Educación. (2019). Diseños curriculares: Ciencias Naturales. <https://abc.gob.ar/secretarias/areas/subsecretaria-de-educacion/educacion-secundaria/educacion-secundaria/disenos-curriculares>
- Dirección General de Educación Secundaria. (2024). Programas de asignaturas. <https://www.dges.edu.uy/propuesta-educativa/programas-de-asignatura>
- Folhas, A., Folhas, A., & Alvaro, A. (2022). Astronomy: A way to interdisciplinarity in science teaching. *EPSC2022*, EPSC2022-1154. <https://doi.org/10.5194/EPSC2022-1154>
- Gobierno de México. (2023). Primaria. Educación básica. Secretaría de Educación Pública. <https://www.gob.mx/sep/acciones-y-programas/primaria-educacion-basica>
- Guevara-Montoya, S., Ortiz-Ferreira, F., Silva-Arévalo, M. P., Niño-Muñoz, P. A., & Forero-Romero, J. E. (2024). *Astronomía en Colombia: Una perspectiva bibliométrica*.

Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 48(188), 638–657. <https://doi.org/10.18257/RACCEFYN.2589>

- Herrera, M. C. (1993). Historia de la educación en Colombia. La República Liberal y la modernización de la educación: 1930–1946. *Revista Colombiana de Educación*, (26). <https://doi.org/10.17227/01203916.5297>
- HS.Space Systems. (2024). Next Generation Science Standards: HS.Space Systems. <https://www.nextgenscience.org/topic-arrangement/hsspace-systems>
- Leite, C., Huaman, R. P., da Silva, A. C., & Santos, R. G. dos. (2021). Importância e justificativas para o ensino de astronomia na educação básica: Um olhar para as pesquisas. En *Actas Electrónicas del XI Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias 2021: Aportaciones de la Educación Científica para un Mundo Sostenible* (pp. 153–156). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9693990&info=resumen&idioma=POR>
- Martínez, G. I. T., & Romero, J. E. G. (2018). El currículo de ciencias naturales en Colombia durante la segunda mitad del siglo XX: Permanencias, transformaciones y rupturas. *Actualidades Pedagógicas*, 1(71), 63–87. <https://doi.org/10.19052/AP.3885>
- Ministerio da Educação. (2017). Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base.
- Ministerio da Educação. (2019). Educação básica. <https://www.gov.br/mec/pt-br/areas-de-atuacao/eb>

- Ministerio de Educación. (2017). Bases curriculares 7° básico a II° medio (pp. 256–279). Gobierno de Chile. <https://centroderecursos.educarchile.cl/20.500.12246/2398>
- Ministerio de Educación de la República de Cuba. (2024). Programas de estudio. <https://www.mined.gob.cu/secundaria-basica/programas-de-estudio/>
- Ministerio de Educación Ecuador. (2006). Introducción general: Nivel bachillerato (Educación cultural y artística, educación física, ciencias naturales, ciencias sociales). <http://www.educacion.gob.ec>
- Ministerio de Educación Nacional. (2011). Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales: Formar en ciencias, ¡el desafío! Biblioteca Digital Magisterio. <http://bibliotecadigital.magisterio.co/libro/estandares-b-sicos-de-competencias-en-ciencias-naturales-y-cienciassociales-formar-en>
- Ministerio de Educación Nacional. (2016). Derechos básicos de aprendizaje. <https://colombiaaprende.edu.co/recurso-coleccion/derechos-basicos-de-aprendizaje-en-todas-las-areas>
- Ministerio de Educación Perú. (2017). Currículo nacional de la educación básica. <https://minedu.gob.pe/curriculo/pdf/curriculo-nacional-de-la-educacion-basica.pdf>
- Ministerio de Educación, & Gobierno de El Salvador. (2020). Programa de estudio. <https://www.mined.gob.sv/programas-de-estudio/?wpdmc=programa-de-estudio-de-educacion-media>
- Ministerio de Poder Popular para la Educación. (2017). Áreas de formación en educación media general. <https://>

[www.icsspe.org/system/files/Venezuela%20PE%20Curriculum%20Reform%20-%20C3%81REAS%20DE%20FORMACI%C3%93N%20EN%20EDUCACI%C3%93N%20MEDIA%20GENERAL.pdf](http://www.icsspe.org/system/files/Venezuela%20PE%20Curriculum%20Reform%20-%20C3%81REAS%20DE%20FORMACI%C3%93N%20EN%20EDUCACI%C3%93N%20MEDIA%20GENERAL.pdf)

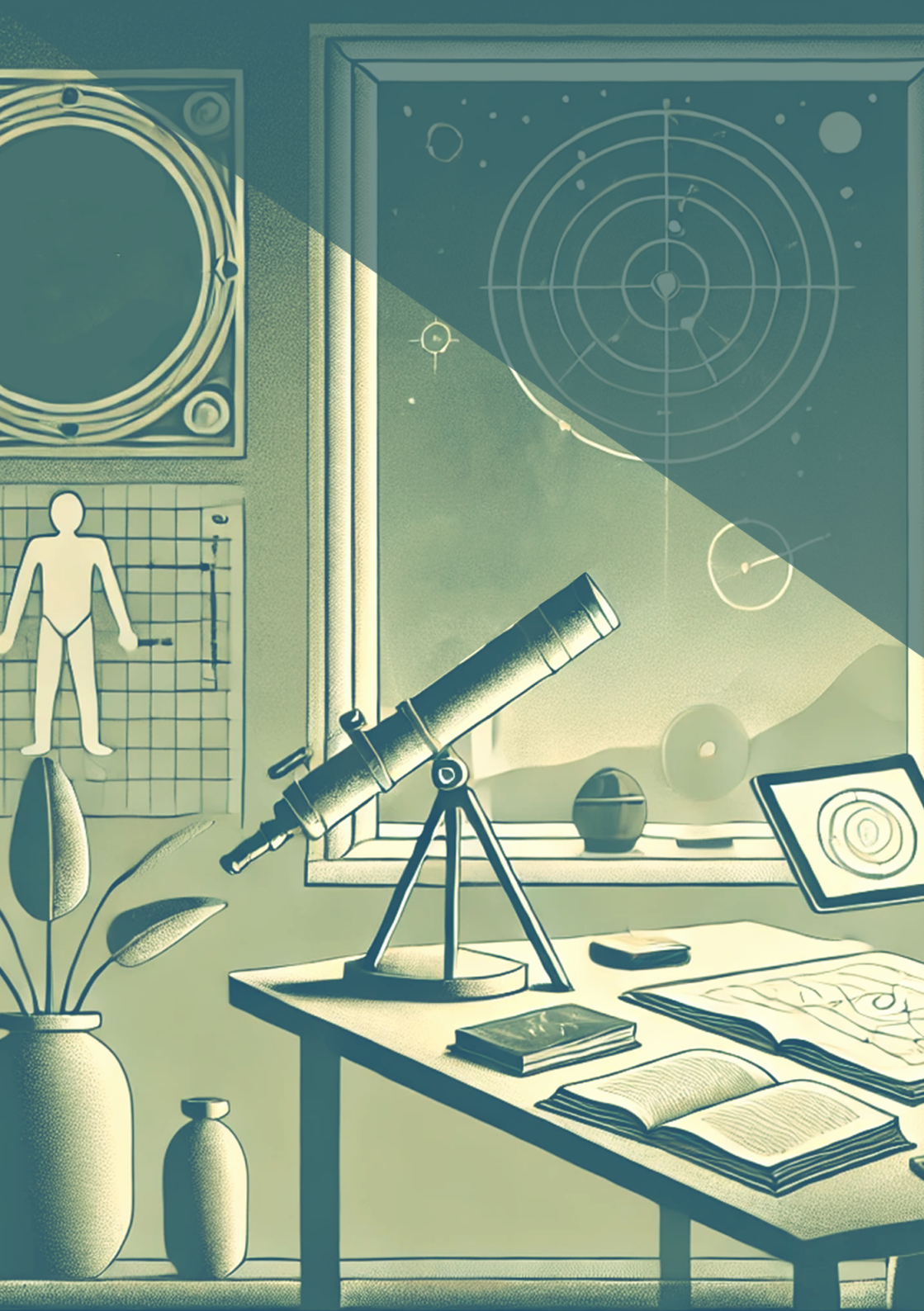
- Ministry of Education. (2007). Science and technology 2007. <http://www.edu.gov.on.ca>
- National Research Council. (1996). National science education standards. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/4962>
- National Research Council. (2002). What is the influence of the National Science Education Standards?: Reviewing the evidence, a workshop summary. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/10618>
- Neagu, G. C., & Tercu, J. O. (2023). Developing investigative skills in astronomy: A double star observation and analysis project for students. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3161293/v1>
- OAE Colombia. (2023). II Workshop Enseñanza de la Astronomía – AstroCO. <https://accefy.com/microsites/nodos/astroco/ii-workshop-ensenanza-de-la-astronomia/>
- Olivo-Franco, J. L. (2019). Enseñanza de las ciencias naturales en educación básica desde la integración: Una revisión actualizada. Warisata - Revista de Educación, 1(3), 167–180. <https://doi.org/10.33996/WARISATA.V1I3.73>
- Peñaloza, G., & Valero, P. (2016). Nihil obstat. Las ciencias naturales escolares y la fabricación del ciudadano católico en Colombia. Educação Unisinos, 20(1), 3–13. <https://doi.org/10.4013/EDU.2016.201.01>

- Pérez Miranda, R., Gallego Badillo, R., Gallego Torres, A. P., & Figueroa Molina, R. E. (2009). Historia social de la educación en ciencias en Colombia: La segunda mitad del siglo XX. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (0). <https://doi.org/10.17227/01203916.260>
- Posada-González, N. L. (2017). Algunas nociones y aplicaciones de la investigación documental denominada estado del arte. *Investigación Bibliotecológica*, 31(73), 237–263. <https://doi.org/10.22201/IBI.24488321XE.2017.73.57855>
- Ramírez González, C. A. (2021). Estrategia didáctica para desarrollar habilidades científicas en estudiantes de séptimo, con el estudio morfológico de las galaxias y la noción de fractales [Trabajo de grado, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio UPN. <http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/13450>
- Rangel Parra, C. E. (2024). Fomento de habilidades investigativas a partir de la enseñanza de la astronomía en un semillero de investigación escolar [Trabajo de grado, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio UPN. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/20520?show=full>
- Rodrigues, L., Meneses, A., Montenegro, M., & Cortés, C. (2024). Direct and indirect opportunities to learn astronomy within the Chilean science curriculum. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23(1), 169–191. <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10459-1>
- Rosenberg, M., & Russo, P. (2018). Astronomy in everyday life (ES). International Astronomical Union (IAU). <https://>

[www.iau.org/public/themes/astronomy\\_in\\_everyday\\_life/spanish/](http://www.iau.org/public/themes/astronomy_in_everyday_life/spanish/)

- Sanabria García, D. P. (2023). Análisis de la conexión entre la astronomía y el plan de estudios en educación básica y media en el marco de la Oficina de Astronomía para la Educación en Colombia (OAE) [Tesis, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/85535>
- Taufiq, M., Wijayanti, A., & Yanitama, A. (2020). Implementation of blended project-based learning model on astronomy learning to increase critical thinking skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(4), Article 042049. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/4/042049>
- Vain, P. D. (2012). El enfoque interpretativo en investigación educativa: Algunas consideraciones teórico-metodológicas. *Revista de Educación*, 4(4), 37–45. [https://fh.mdp.edu.ar/revistas/index.php/r\\_educ/article/view/83](https://fh.mdp.edu.ar/revistas/index.php/r_educ/article/view/83)
- Valderrama, D. A., Flórez, D. S. N., Merchán, N. Y. T., & Villamizar, N. V. (2021). Enseñanza de la astronomía en Colombia: Aportes y desafíos. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED (Número extraordinario)*, 2538–2547. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/15307>
- Valderrama, D. A., & Navarrete Flórez, D. S. (2020). Apropiación conceptual de la astronomía en el contexto de la educación primaria. *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*.
- Zompero Correo, A. de F., Parga Lozano, D. L., Werner da Rosa, C. T., & Vildósola Tibaud, X. (2022). Competencias

científicas en los currículos de ciencias naturales: Estudio comparativo entre Brasil, Chile y Colombia. *Praxis & Saber*, 13(34), 22–38. <https://doi.org/10.19053/22160159.V13.N34.2022.13401>





# FORMACIÓN DOCENTE EN ASTRONOMÍA: PERSPECTIVAS COLOMBIANAS

Daniel Alejandro Valderrama<sup>1</sup>

Karen Alexandra Gutiérrez Amaya<sup>1</sup>

Edilberto Suárez Torres<sup>2</sup>





## INTRODUCCIÓN

La astronomía, como una de las ciencias más antiguas y fundamentales para la comprensión del universo, representa un campo de conocimiento esencial en la formación de ciudadanos críticos y científicos. Sin embargo, su enseñanza en el sistema educativo colombiano ha enfrentado diversos retos, principalmente en la formación de los futuros docentes, quienes requieren de una preparación sólida tanto en los fundamentos disciplinares como en las estrategias didácticas adecuadas para su enseñanza en distintos niveles educativos (Valderrama, 2025). La falta de una formación estructurada y especializada en astronomía dentro de los programas de formación inicial docente ha generado la necesidad de analizar el estado actual de esta formación, identificando fortalezas, vacíos y oportunidades de mejora que contribuyan a la consolidación de su enseñanza en el contexto educativo colombiano.

En este contexto, la presente investigación se propone indagar sobre las perspectivas de la formación docente en astronomía en Colombia, considerando el papel fundamental que desempeñan las universidades en la preparación de educadores con competencias para abordar los contenidos astronómicos de manera rigurosa, contextualizada e interdisciplinaria. A través de una revisión del trasegar histórico-epistemológico de la formación docente en el país, se busca

comprender cómo la astronomía ha sido integrada en los planes de estudio, qué factores han influido en su inclusión o exclusión, y cuáles han sido las dinámicas y tendencias que han marcado su enseñanza y aprendizaje en la formación inicial y continuada. Asimismo, se analizan las estrategias de formación docente implementadas a nivel nacional y su relación con los marcos normativos y las políticas educativas vigentes, con el fin de identificar las brechas existentes y las oportunidades de mejora.

El propósito de este trabajo es ofrecer una mirada crítica y propositiva que permita comprender la situación actual de la formación docente en astronomía en Colombia, resaltando los desafíos relacionados con la inclusión de esta disciplina en los programas de formación de educadores. Se busca identificar las estrategias implementadas hasta el momento, así como las iniciativas que han surgido desde diferentes instituciones, colectivos y actores educativos para fomentar la apropiación de la astronomía en los espacios escolares. En este sentido, la investigación se orienta a generar una base de conocimiento que contribuya a la discusión académica sobre la formación docente, aportando elementos que permitan consolidar propuestas más integradas y contextualizadas en el ámbito educativo colombiano. Además, se espera que los hallazgos de este estudio sirvan como insumo para el diseño de programas de formación inicial y continua que fortalezcan las competencias disciplinares y pedagógicas de los futuros docentes, garantizando una enseñanza de la astronomía acorde con las necesidades del contexto escolar y social del país.

## METODOLOGÍA

La metodología empleada en esta investigación se basó en un enfoque cualitativo con un diseño descriptivo-analítico (López, 2023), que permitió comprender en profundidad el estado actual de la formación docente en astronomía en Colombia, sus desafíos y oportunidades. Se llevó a cabo un análisis documental exhaustivo de los programas de formación inicial docente en ciencias naturales de diferentes universidades del país, con el fin de identificar la presencia y el tratamiento de los contenidos astronómicos en sus planes de estudio. Este proceso incluyó la revisión de planes de estudio, programas de asignaturas y documentos institucionales que evidencian la inclusión o ausencia de la astronomía en la formación de futuros docentes.

Además, se realizó un estudio exploratorio mediante la aplicación de instrumentos de recolección de información a docentes en formación y en ejercicio, con el objetivo de indagar sobre sus percepciones, conocimientos y experiencias en torno a la enseñanza de la astronomía. Se emplearon cuestionarios estructurados para obtener datos cualitativos que permitieran identificar las principales fortalezas, debilidades y necesidades formativas en este campo.

El pilotaje de la asignatura “Astronomía para la Educación”, desarrollado como parte de esta investigación, constituyó un componente metodológico clave. Se implementó con un grupo de estudiantes de octavo semes-

tre de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de una universidad colombiana, con el propósito de evaluar la efectividad de un currículo específico en astronomía para la formación docente. Durante el pilotaje, se emplearon diversas estrategias de enseñanza, tales como la observación directa, el uso de herramientas digitales y la construcción de modelos didácticos, con el fin de evaluar el impacto de estas metodologías en la apropiación conceptual y didáctica de los contenidos astronómicos por parte de los futuros docentes (Valderrama, 2025).

La sistematización de la experiencia se llevó a cabo mediante la herramienta pedagógica del “Libro Vivo: Diario de Campo”, en el que los estudiantes documentaron sus aprendizajes, reflexiones y desafíos a lo largo de la implementación de la asignatura. Este recurso permitió realizar un análisis cualitativo de los procesos de apropiación conceptual, facilitando la identificación de áreas de mejora en la formación docente en astronomía (Valderrama, 2025).

El análisis de los datos recolectados se realizó a través de un proceso de triangulación de información, contrastando los hallazgos obtenidos en la revisión documental, y los instrumentos aplicados en el desarrollo de la propuesta de asignatura. Esta estrategia permitió garantizar la validez y fiabilidad de los resultados, proporcionando una visión integral de la situación de la formación docente en astronomía en Colombia.

Para complementar el proceso, los resultados fueron analizados a la luz del marco teórico y conceptual que sustenta la formación docente en ciencias naturales, considerando aspectos como la interdisciplinariedad, la contextualización y

la indagación como pilares fundamentales para el fortalecimiento de la enseñanza de la astronomía en los programas de formación inicial docente.

## **RESULTADOS**

A continuación, se presentan los resultados derivados del abordaje metodológico de la investigación, los cuales reconocen las perspectivas histórico-epistemológicas de la formación docente, la situación latinoamericana, el mapeo curricular de los programas en Colombia y algunas perspectivas a considerar para la consolidación de dicha formación en el país

### **Trasegar histórico epistemológico de la formación docente en Colombia**

El trasegar histórico-epistemológico de la formación docente en Colombia ha estado marcado por una serie de transformaciones que reflejan la influencia de corrientes pedagógicas globales, las políticas educativas nacionales y las condiciones sociopolíticas del país. Desde el siglo XIX, con la creación de las primeras Escuelas Normales, hasta la actualidad, se han experimentado cambios sustanciales que han respondido a las exigencias del contexto social, político y económico.

En este sentido, la Ley General de Educación (Ley 15 de 1994) marcó un punto de inflexión al reconocer la importancia de la pedagogía como un eje fundamental en la formación del profesorado, impulsando la profesionalización docente

mediante la articulación de programas de formación inicial y continua (Congreso de la República de Colombia, 1994). Sin embargo, el desarrollo de la formación docente ha estado condicionado por tensiones entre la política educativa y las realidades del aula, evidenciándose una brecha entre la teoría y la práctica pedagógica.

Las reformas políticas han jugado un papel central en la configuración de la formación docente, con la implementación de modelos educativos basados en la calidad y la rendición de cuentas, generando una visión instrumentalista de la docencia. La introducción del Estatuto de Profesionalización Docente (República de Colombia, 2002) representó un cambio significativo al vincular el ingreso y ascenso en la carrera docente con evaluaciones estandarizadas, sin embargo, también paso a un segundo plano el desarrollo profesional basado en la investigación pedagógica y la innovación en el aula, aspectos fundamentales para la construcción de la identidad docente e implícitamente para la praxis de esta.

De igual manera, desde una perspectiva histórica, la formación docente en Colombia ha estado influenciada por corrientes filosóficas de la educación, como el positivismo, el pragmatismo y el constructivismo, que han impactado los diseños curriculares y las estrategias pedagógicas adoptadas en los programas de formación inicial. Durante el siglo XX, la educación normalista consolidó un modelo basado en la transmisión de conocimientos y la disciplina escolar. Sin embargo, con la reforma educativa de la década de 1990, se transitó hacia un modelo centrado en competencias, promoviendo un aprendizaje activo y contextualizado (Calvo et al., 2004).



En la actualidad, la formación docente enfrenta desafíos significativos en el contexto de la "modernidad líquida", caracterizada por la adaptabilidad a entornos cambiantes y la creciente demanda de calidad y cobertura educativa (López Rodríguez, 2020). Sin embargo, la precarización laboral, la falta de oportunidades para la capacitación continua, ya que si bien hay programas de incentivos para estos procesos, la mayoría están ligadas a programas de posgrado centralizados, o con requerimientos de tiempo que no son coherentes, con las condiciones espacio temporales en los que ejercen los docentes, así mismo la burocratización de la carrera docente limitan el desarrollo profesional del magisterio, haciendo necesario repensar la formación docente desde una perspectiva integral que reconozca la complejidad del quehacer pedagógico y que tenga su punto de partida en el pregrado.

En el ámbito de la formación inicial de docentes en Ciencias Naturales, que abarca disciplinas como la física, la química, la biología y la educación ambiental, el panorama reconoce la necesidad de contar con profesionales con una sólida preparación tanto en los aspectos disciplinares como pedagógicos, capaces de articular el conocimiento científico con estrategias didácticas pertinentes (Cely et al., 2024; Dumrauf & Cordero, 2020). Para esto, es fundamental fortalecer la inmersión de los docentes en formación en contextos reales de enseñanza, facilitando experiencias que les permitan enfrentar los desafíos del aula desde una perspectiva reflexiva y crítica (García Gómez, 2022). La implementación de estrategias como el aprendizaje basado en problemas y la enseñanza por indagación ha demostrado ser efectiva para fomentar una comprensión más profunda y contextualizada de los fenómenos científicos.

Desde estos constructos, es necesario reflexionar sobre la importancia de la labor docente en Colombia y su reivindicación, entendiendo que los procesos educativos colombianos están en mano de profesionales licenciados que se preparan en áreas disciplinares del conocimiento, así como en pedagogía y didáctica, pero también de otros profesionales particularmente del área disciplinar; es decir que pueden contar con el conocimiento sobre física, química, biología u otras, pero no siempre con el saber pedagógico del profesional licenciado en estas áreas.

Lo anterior plantea un primer cuestionamiento para pensar la enseñanza de la astronomía en el país, ya que desde una perspectiva meramente analítica cartesiana, empiezan a surgir cuestionamientos tales como: ¿Quiénes deberían enseñar la astronomía?, ¿Los astrónomos profesionales, los astrónomos aficionados, los divulgadores, o los docentes?, Si se mantiene esa postura divisoria del análisis, podría ser que una de las respuestas sea exclusivamente los docentes, ¿Cuáles docentes?, pues en el país existen diferentes títulos o denominaciones dentro de la formación inicial docente, producto de la tendencia de fracturar las áreas del conocimiento para intentar darles una mayor profundidad en sus apropiaciones teórico conceptuales, sus técnicas y métodos y sus didácticas específicas. En la búsqueda de estas respuestas se hace necesario problematizar la formación docente en astronomía y remitirse al panorama latino-americano como una posibilidad para continuar con la discusión.

**Panorama latinoamericano frente a la formación inicial docente en astronomía**

Con base en la revisión bibliográfica disponible, se observa que la formación inicial docente en astronomía en América Latina presenta una gran diversidad en su implementación, influenciada por factores históricos, políticos y culturales propios de cada país. La astronomía ha sido integrada de manera desigual en los programas de formación docente inicial, con algunos países que han desarrollado estrategias específicas y otros donde su presencia es marginal o depende de iniciativas de divulgación científica. En la Tabla 4.1, se presenta un panorama general por países, que tiene la intencionalidad de ubicarnos en esta realidad latinoamericana.

*Tabla 4.1: Formación inicial docente para la enseñanza de la astronomía en algunos países latinoamericanos.*

País	Descripción
Argentina	La formación inicial docente en astronomía ha experimentado un crecimiento progresivo, influenciada por instituciones como la Universidad Nacional de La Plata y el CONICET, que han promovido la investigación y la enseñanza de la astronomía. Los profesorados en física y ciencias naturales incluyen asignaturas de astronomía en los últimos años de formación, aunque existe una marcada heterogeneidad en términos de carga horaria y enfoque pedagógico. A pesar de los avances, persisten desafíos como la falta de articulación entre la teoría y la práctica y la necesidad de materiales didácticos actualizados.

País	Descripción
Brasil	Brasil ha desarrollado una de las propuestas más estructuradas en formación docente en astronomía en la región. La astronomía es considerada una disciplina importante dentro de la educación científica, con asignaturas específicas en programas de licenciatura en física y ciencias naturales. Las universidades federales han implementado programas de formación docente con enfoques interdisciplinarios, integrando la astronomía con áreas como la geografía y la historia cultural. Un aspecto distintivo del modelo brasileño es la existencia de una amplia oferta de cursos de formación continua y especialización, promovidos por instituciones como el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Sin embargo, persisten diferencias regionales que limitan el acceso a estos programas en comunidades rurales e indígenas.
México	En México, la astronomía en la formación inicial docente presenta una gran diversidad de enfoques según las instituciones. La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) ha desarrollado programas específicos para la formación de docentes en astronomía, pero estos esfuerzos no se han replicado de manera uniforme en el país. La enseñanza de la astronomía en la formación inicial se encuentra mayoritariamente dentro de los programas de ciencias naturales, con una presencia marginal y dependiente del interés de los docentes formadores. Un aspecto interesante del caso mexicano es la vinculación de la enseñanza de la astronomía con las culturas ancestrales, como la maya y la azteca, lo que ha permitido desarrollar estrategias didácticas que combinan la cosmovisión indígena con los conceptos científicos modernos. Sin embargo, la falta de políticas públicas específicas para la enseñanza de la astronomía ha limitado su incorporación sistemática en los programas de formación docente.

País	Descripción
Chile	Chile cuenta con observatorios de renombre mundial, como ALMA y el Observatorio Paranal, que han impulsado el interés por la astronomía. Sin embargo, la formación inicial docente en astronomía ha sido limitada, encontrándose principalmente en los programas de pedagogía en ciencias físicas. Las universidades han implementado algunos programas específicos, pero no han alcanzado una cobertura nacional homogénea. El principal desafío de la formación docente en astronomía en Chile radica en la brecha entre el desarrollo científico y su aplicación en el aula escolar. Si bien existen iniciativas de divulgación y programas educativos auspiciados por los observatorios internacionales, la formación inicial sigue enfrentando dificultades en cuanto a la capacitación didáctica específica, la producción de materiales pedagógicos contextualizados y la integración curricular de la astronomía de manera transversal.
Uruguay	En Uruguay, la astronomía es una asignatura obligatoria en la educación secundaria, pero la formación inicial de docentes especializados es limitada. La formación de los profesores en esta área se realiza dentro de la licenciatura en Física y en algunos programas específicos del Instituto de Profesores Artigas (IPA), que incluyen cursos de astronomía como parte de la capacitación en ciencias naturales. A pesar del respaldo institucional, la falta de actualización de contenidos y de recursos didácticos adecuados son retos persistentes. Uruguay se ha destacado por sus esfuerzos en divulgación astronómica a través de instituciones como el Planetario de Montevideo y la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República, que han contribuido a fortalecer el interés en la astronomía a nivel escolar. No obstante, la necesidad de una formación inicial docente más robusta y estructurada sigue siendo un desafío pendiente.

País	Descripción
Ecuador	Ecuador ha comenzado a consolidar la enseñanza de la astronomía en la formación docente mediante programas de la Universidad Nacional de Educación (UNAE), que incluyen módulos específicos, aunque con un enfoque mayormente teórico. La vinculación con redes internacionales como la Oficina de Astronomía para la Educación (OAE) ha permitido fortalecer la formación continua de los docentes mediante cursos de formación y acceso a materiales didácticos especializados. El Observatorio Astronómico de Quito ha desempeñado un papel clave en la promoción de la astronomía educativa, ofreciendo recursos didácticos y capacitaciones dirigidas a docentes de educación primaria y secundaria. Sin embargo, la falta de una integración curricular sistemática sigue siendo un desafío para la formación inicial.
Perú	En Perú, la astronomía se ha abordado en los programas de formación inicial principalmente desde la física y la geografía, sin una estructura pedagógica específica. Instituciones como la Universidad Nacional Mayor de San Marcos han desarrollado contenidos de astronomía dentro de sus programas de licenciatura, pero estos cursos suelen estar orientados a la física o la geografía, sin una formación didáctica específica para la enseñanza de la astronomía en la educación básica y media. La divulgación ha jugado un papel clave, liderada por el Instituto Geofísico del Perú y el Planetario de Lima, aunque la falta de formación estructurada sigue siendo un obstáculo importante.

*Fuente: Los autores.*

Este panorama de la formación inicial docente en astronomía en América Latina revela una realidad heterogénea, en la que se evidencian tanto avances significativos como desafíos persistentes. A lo largo de la región, países como Brasil y Argentina han logrado estructurar programas formales con un enfoque interdisciplinario, integrando la astronomía en los planes de formación docente mediante asignaturas específicas y una amplia oferta de formación continua. Sin embargo, en otros países como México, Perú y Venezuela, la enseñanza de la astronomía en la formación inicial docente

sigue siendo fragmentaria, dependiendo en gran medida de iniciativas aisladas de divulgación científica y del esfuerzo personal de los docentes.

Un aspecto relevante es la influencia de las condiciones sociopolíticas y económicas en la consolidación de la formación docente en astronomía. Por ejemplo, en países como Venezuela, la crisis económica ha limitado considerablemente el acceso a recursos formativos y ha generado una dependencia de estrategias de educación no formal y divulgación científica. En contraste, países con un mayor desarrollo en infraestructura astronómica, como Chile, han logrado avances importantes en la enseñanza de la astronomía, aunque enfrentan el reto de cerrar la brecha entre el conocimiento científico de vanguardia y su aplicación en el aula.

Se observa también una tendencia hacia la integración de conocimientos astronómicos ancestrales en la enseñanza de la astronomía en países como México y Bolivia, donde las cosmovisiones indígenas ofrecen una oportunidad valiosa para contextualizar los contenidos científicos y fomentar una enseñanza más inclusiva y pertinente culturalmente. Sin embargo, la falta de políticas educativas claras que respalden estos enfoques sigue siendo un obstáculo para su implementación sistemática en los programas de formación inicial docente.

Otro desafío importante es la disponibilidad y calidad de los recursos didácticos para la enseñanza de la astronomía. Si bien algunos países han desarrollado materiales y estrategias innovadoras, como Brasil con su extensa oferta de cursos de actualización y especialización, en otros contextos la falta de

materiales adecuados y la escasa formación didáctica específica dificultan la enseñanza de esta disciplina, claro está, sin dejar de lado que propuestas solidas de formación docente, permitirían a los mismos, desarrollar materiales propios, actualizados e innovadores en el saber disciplinar y el saber pedagógico didáctico, además que, contextualizados al territorio en el que se desempeñan.

Ahora bien, la discusión sobre quien debe enseñar la astronomía sigue abierta a la discusión, si bien es una responsabilidad que los estados depositan en quienes se forman con carreras como pedagogía, profesorado o licenciatura en alguna área del saber, se debe reconocer la multiplicidad de estudios que mencionan que los docentes presentan dificultades conceptuales para la enseñanza de la astronomía y los astrónomos dificultades didácticas para el abordaje de los procesos educativos, de igual manera que en la mayoría de los países latinoamericanos la formación inicial docente en astronomía es escasa y dificulta la inserción de esta ciencia en el currículo (Camino et al., 2022; García Herrero, 2014; Slovinski et al., 2021; Valderrama, 2023a; Varela-Losada et al., 2015).

### **Formación inicial docente sobre astronomía en Colombia; algunas perspectivas**

La formación inicial docente en astronomía en Colombia debe responder a las particularidades del contexto educativo nacional, en el cual la enseñanza de esta disciplina se concentra principalmente en los grados 4° y 5° de educación básica primaria, así como en los grados 6° y 7° de educación secundaria, dentro del área de Ciencias Naturales (Valderrama



et al., 2021). Aunque existen algunos contenidos relacionados con la astronomía en los planes de estudio de Ciencias Sociales, la mayor responsabilidad de su enseñanza recae sobre los docentes de Ciencias Naturales, quienes enfrentan el reto de abordar los conceptos astronómicos de manera interdisciplinaria, contextualizada y significativa para los estudiantes (Valderrama, 2023b).

Para garantizar una formación docente de calidad en astronomía, es fundamental que los programas de formación inicial incluyan componentes esenciales como una sólida fundamentación disciplinar en astronomía, una orientación didáctica específica para la enseñanza de los conceptos astronómicos y una vinculación con los avances tecnológicos y científicos en la materia. La formación debe permitir que los futuros docentes comprendan temas clave como el movimiento de los cuerpos celestes, las fases lunares, las estaciones del año, la estructura del Sistema Solar y el universo en su conjunto, de manera que puedan profundizar en estos conocimientos con sus estudiantes garantizando una transposición didáctica accesible y atractiva (Valderrama, 2025).

Además, es crucial que la formación inicial docente en astronomía en Colombia contemple un enfoque basado en la indagación y la experimentación, promoviendo el uso de estrategias pedagógicas activas como la observación del cielo, la modelización, el uso de simulaciones digitales y la resolución de problemas contextualizados. La astronomía, por su carácter interdisciplinario, requiere que los futuros docentes desarrollen competencias para articular su enseñanza con otras áreas del conocimiento, como la física, la química, la biología en función del currículo, pero sin dejar

de lado las proyecciones de las políticas educativas en lo transversal particularmente en aspectos como la etnoeducación, la educación ambiental, la catedra de la paz, entre otros (Aguilar Suesca et al., 2024; Gullberg, 2019; Ruiz, 2021).

Otro aspecto fundamental es la formación en pedagogía en contextos diversos, que permita a los docentes adaptar sus prácticas a las características culturales, geográficas y socioeconómicas de las diferentes regiones del país. La enseñanza de la astronomía debe considerar las cosmovisiones indígenas y tradicionales presentes en Colombia, como las de los pueblos indígenas, las comunidades campesinas, afro entre otras, las cuales ofrecen una perspectiva única sobre la relación entre el ser humano y el cosmos. La inclusión de estos saberes ancestrales en la enseñanza de la astronomía puede enriquecer el aprendizaje y promover una educación más contextualizada e inclusiva.

Asimismo, la formación inicial docente en astronomía debe incluir el desarrollo de competencias digitales, dado el papel cada vez más relevante de las herramientas tecnológicas en la enseñanza de las ciencias. Es necesario que los futuros docentes estén capacitados en el uso de software de simulación astronómica, aplicaciones móviles de observación del cielo y plataformas de aprendizaje en línea que faciliten la comprensión de conceptos complejos de manera interactiva y visual.

Por otra parte, pero no menos importante, una formación docente adecuada en astronomía debe contemplar un fuerte componente de reflexión crítica sobre el papel de la ciencia en la sociedad y la necesidad de fomentar una cultura científica en los estudiantes. Los futuros docentes deben ser

preparados para generar en sus alumnos una visión crítica y responsable sobre el impacto de la exploración espacial, el cambio climático y la sustentabilidad planetaria, enmarcados en los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la UNESCO y las posturas del sur global que proponen alternativas de solución a las crisis mundiales actuales.

Todos estos ideales si bien suenan utópicos, reflejan la gran responsabilidad que tienen los actores claves de la educación en astronomía en el país, que incluirían entre otros, a los ministerios de educación, medio ambiente y desarrollo sostenible, ciencia y tecnología, a las facultades de educación de las universidades del país, específicamente a sus programas de licenciatura, a docentes en formación y en ejercicio, estudiantes, entes territoriales y las comunidades en general. Los esfuerzos de estos actores claves podrían estar integrados en el accionar misional de la Oficina de Astronomía para la Educación de Colombia, que desde el 2020, ha comenzado un proceso emancipatorio de construcción de comunidad académica para analizar el tema, producto del cual se generan estas investigaciones. Esta oficina debe ser el referente de articulación nacional que permita desde sus relaciones internacionales con la Unión Astronómica Internacional y su trabajo con estas bases, contribuir a la actualización y reforma de los aspectos curriculares discutidos en este libro para lograr una enseñanza de la astronomía en Colombia contextualizada y efectiva.

### ***El estado actual de los procesos de formación docente en astronomía***

Pues bien, para lograr las características expresadas anteriormente, es necesario reconocernos como comunidad y eso implica diferentes frentes de acción, un primer cuestionamiento podría ser frente a la formación disciplinar en astronomía que reciben los licenciados en ciencia naturales en el país, para ello se realizó el mapeo curricular sobre la formación en astronomía en los pregrados de Licenciatura en Ciencias Naturales evidenciado en la Tabla 4.2 (ver también Figura 4.1), donde se demuestra una notable carencia en la inclusión de esta disciplina en los currículos de la formación inicial docente, de las 25 universidades analizadas, solo cuatro incluyen alguna asignatura explícita relacionada con la astronomía, lo que refleja una situación preocupante.

*Tabla 4.2: Asignaturas de astronomía en los programas de pregrado de Licenciatura en Ciencias Naturales y LCNEA de Colombia.*

#	Departamento-Ciudad	Universidad	Programa pregrado	Asignaturas de astronomía	No. Créditos
1	Boyacá-Tunja	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	LCNEA	Electiva Disciplinar II: Astronomía para la educación.	3
2	Cauca-Popayán	Universidad del Cauca	LCNEA	No se evidencia en el plan de estudios.	0
3	Tolima-Ibagué	Universidad del Tolima	LCNEA	No se evidencia en el plan de estudios.	0

#	Departamento-Ciudad	Universidad	Programa pregrado	Asignaturas de astronomía	No. Créditos
4	Magdalena-Santa Marta	Universidad del Magdalena	LCNEA	Astronomía	3
5	Cundinamarca-Bogotá D.C	Universidad Pedagógica Nacional.	LCNEA	No se evidencia en el plan de estudios.	0
6	Neiva-Huila	Universidad Surcolombiana	LCNEA	Astronomía	2
7	Córdoba-Montería	Universidad de Córdoba	LCNEA	No se evidencia en el plan de estudios.	0
8	Nariño-Pasto.	Universidad de Nariño	LCNEA	No se evidencia en el plan de estudios.	0
9	Quindío-Armenia	Universidad del Quindío	LCNEA	No se evidencia en el plan de estudios.	0
10	Valle del Cauca-Sede Pacífico.	Universidad del Valle	LCNEA	No se evidencia en el plan de estudios.	0
11	Norte de Santander-Cúcuta.	Universidad Francisco de Paula Santander	LCNEA	No se evidencia en el plan de estudios.	0
12	César-Valledupar.	Universidad del César	LCNEA	No se evidencia en el plan de estudios.	0
13	Atlántico-Barranquilla.	Universidad del Atlántico	Licenciatura en Ciencias Naturales	No se evidencia en el plan de estudios.	0

#	Departamento-Ciudad	Universidad	Programa pregrado	Asignaturas de astronomía	No. Créditos
14	Antioquia-Medellín	Universidad de Antioquia	Licenciatura en Ciencias Naturales	Introducción a la astronomía contemporánea; planetas, estrellas, galaxias y universo	3
15	Chocó-Quibdó	Universidad Tecnológica del Chocó	Licenciatura en Ciencias Naturales	No se evidencia en el plan de estudios.	0
16	Cundinamarca-Bogotá D.C.	Pontificia Universidad Javeriana	LCNEA	No se evidencia en el plan de estudios.	0
17	Cundinamarca-Bogotá D.C.	Corporación Universitaria Minuto de Dios	LCNEA	No se evidencia en el plan de estudios.	0
18	Cundinamarca-Bogotá D.C.	Universidad de la Salle	LCNEA	No se evidencia en el plan de estudios.	0
19	Cundinamarca-Bogotá D.C.	Universidad Libre	LCNEA	No se evidencia en el plan de estudios.	0
20	Sucre-Sincelejo.	Corporación Universitaria del Caribe	LCNEA	No se evidencia en el plan de estudios.	0
21	Cundinamarca-Bogotá D.C.	Universidad Antonio Nariño	LCNEA	No se evidencia en el plan de estudios.	0
22	Caldas-Manizales.	Universidad Católica de Manizales	LCNEA	No se evidencia en el plan de estudios.	0

#	Departamento-Ciudad	Universidad	Programa pregrado	Asignaturas de astronomía	No. Créditos
23	Antioquia-Rionegro.	Universidad Católica de Oriente	Licenciatura en Ciencias Naturales	No se evidencia en el plan de estudios.	0
24	Valle del Cauca-Santiago de Cali.	Universidad Santiago de Cali	Licenciatura en Ciencias Naturales	No se evidencia en el plan de estudios.	0
25	Chía-Cundinamarca.	Universidad de la Sabana	Licenciatura en Ciencias Naturales	Programas extracurriculares de Astronomía.	0

*Fuente: Adaptado de Valderrama, (2025).*

Desde un segundo frente, se debe reconocer el interés que presentan algunos docentes en realizar ejercicios de formación en astronomía que les permita involucrarla en actividades de clase. Para ello, la Oficina de Astronomía para la Educación Colombia, en colaboración con la Maestría en Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia, realizó un estudio que permitió identificar diversas características y necesidades de los docentes en torno a la enseñanza de la astronomía (Sanabria García, 2023). Entre los hallazgos más relevantes se destaca que el 78.57% de los docentes encuestados son hombres, mientras que solo el 21.43% son mujeres, lo que evidencia una brecha de género en la participación docente en esta área del conocimiento. Además, se encontró que el 85.71% de los docentes se desempeña en instituciones del sector público, lo que sugiere una amplia presencia de la astronomía en escenarios educativos con mayores limitaciones en términos de infraestructura y recursos didácticos.

*Figura 4.1. Mapeo curricular sobre la formación en astronomía en los pregrados de Licenciatura en Ciencias Naturales. Los números se corresponden con el listado en la Tabla 4.2.*



*Fuente: Los autores.*

En cuanto a la formación académica de los docentes, se identificó que el 35.71% cuenta con formación de maestría, el 28.57% posee título de licenciatura y un 21.43% ha alcanzado el nivel de especialización. Estos datos reflejan un interés creciente por parte de los educadores en profundizar sus



conocimientos en astronomía a través de programas de formación continuada y posgradual. Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos individuales, el estudio evidenció que la astronomía no es considerada una asignatura formal en el 85.71% de las instituciones educativas, lo que limita las oportunidades para su enseñanza sistemática y articulada con otros campos del conocimiento.

Otro hallazgo importante del estudio se relaciona con la participación de los docentes en actividades de formación continua, donde el 57.14% ha tomado parte en talleres, charlas y conferencias sobre astronomía, mientras que el 42.86% forma parte de semilleros de ciencias del espacio o redes de maestros. Además, se encontró que el 28.57% de los docentes ha participado en formación continuada de más de 140 horas, lo que indica un compromiso significativo por actualizar sus conocimientos y mejorar sus prácticas pedagógicas en esta área. No obstante, estos esfuerzos individuales se ven limitados por la falta de apoyo institucional y la carencia de programas de formación inicial docente que integren de manera estructurada la enseñanza de la astronomía.

El estudio también arrojó información valiosa sobre la implementación de proyectos y actividades relacionadas con la astronomía en las instituciones educativas. Se encontró que el 64.29% de los docentes han desarrollado proyectos transversales de corta duración, lo que demuestra su interés por integrar la astronomía en el currículo escolar de manera creativa y contextualizada. Sin embargo, la participación en eventos competitivos como olimpiadas o concursos de conocimiento en astronomía es baja, alcanzando solo el 7.14%, lo que sugiere la necesidad de fortalecer la motivación

y el acceso a oportunidades de formación más estructuradas y retadoras para los estudiantes.

En términos de recursos tecnológicos y herramientas didácticas, se identificó que el 78.57% de los docentes utiliza instrumentos de astronomía aficionado, como binoculares y telescopios, pero se reporta que el 100% de las instituciones no cuenta con espacios especializados para la enseñanza de la astronomía, como laboratorios o domos astronómicos. Entre los programas de software más utilizados, Stellarium es empleado por el 50% de los docentes, mientras que Google Sky es utilizado por el 71.43%, lo que evidencia una dependencia de herramientas digitales accesibles y de libre uso para suplir la falta de infraestructura física.

Desde esta perspectiva, este capítulo expresa la necesidad histórica de fortalecer los programas de formación inicial docente para la enseñanza de la astronomía. El siguiente frente de acción debe enfocarse en identificar y fortalecer los aspectos clave de la formación inicial, atendiendo a las demandas del sistema educativo colombiano y a los desafíos inherentes a la enseñanza de la astronomía en el país. Para responder a este cuestionamiento, se llevó a cabo un pilotaje sobre conocimiento disciplinar y pedagógico en docentes en formación de octavo semestre de una Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental del país (Valderrama, 2025).

Uno de los aspectos más críticos identificados en el diagnóstico es la comprensión limitada de la clasificación estelar y la estructura evolutiva de las estrellas. La pregunta sobre la clasificación de las estrellas en la secuencia principal del diagrama de Hertzsprung- Russell reveló una alta dis-

persión de respuestas incorrectas, con un bajo porcentaje de estudiantes que seleccionaron la respuesta correcta. Esto sugiere una comprensión fragmentada sobre los criterios fundamentales que rigen la evolución estelar, como la relación entre la temperatura superficial, la luminosidad y la composición química de las estrellas. La falta de un dominio sólido en este tema impide que los futuros docentes puedan explicar de manera clara la formación y evolución estelar, aspectos esenciales para comprender la vida de las estrellas y su papel en la evolución del universo.

De manera similar, se observan deficiencias en la comprensión de los procesos nucleares que sustentan la generación de energía en las estrellas. La confusión entre fisión y fusión nuclear en una proporción significativa de estudiantes indica una necesidad urgente de fortalecer los contenidos relacionados con la física nuclear aplicada a la astrofísica. La fusión nuclear de hidrógeno en helio es el proceso central en la secuencia principal de las estrellas como el Sol, y su comprensión es clave para interpretar fenómenos como el equilibrio hidrostático y la evolución estelar a lo largo del tiempo. Estos conceptos no solo son fundamentales desde una perspectiva disciplinar, sino que también resultan esenciales para comprender la importancia de la astronomía en la comprensión de la física del universo.

En relación con la dinámica del Sistema Solar, los resultados evidencian una comprensión parcial de las características de los planetas terrestres y gaseosos, así como de las leyes que rigen sus movimientos orbitales. La tercera ley de Kepler, que relaciona el período orbital de un planeta con su distancia al Sol, es un pilar fundamental en la comprensión de la mecánica celeste. Sin embargo, una pro-

porción considerable de estudiantes presentó dificultades para identificar su aplicación, lo que evidencia la necesidad de reforzar los fundamentos matemáticos y físicos que sustentan el estudio del movimiento planetario. La correcta interpretación de las leyes de Kepler es crucial para la enseñanza de temas como la exploración espacial y la predicción de eventos astronómicos, elementos que deben ser comprendidos en profundidad por los futuros docentes.

Otro aspecto crítico identificado en el diagnóstico es la falta de claridad conceptual sobre la estructura galáctica y la distribución de la materia en el universo. La pregunta sobre el tipo más común de galaxias en el universo observable mostró que muchos estudiantes tienen dificultades para diferenciar entre galaxias espirales, elípticas e irregulares. Esto sugiere que los conceptos relacionados con la evolución galáctica, la dinámica interna de las galaxias y la interacción gravitatoria en escalas cosmológicas no están siendo asimilados de manera adecuada. Es necesario fortalecer la enseñanza de estos temas a través de un enfoque basado en modelos, que permita a los estudiantes visualizar y comprender mejor la estructura del universo a gran escala.

La comprensión de los fenómenos astrofísicos de alta energía, como los quásares y las supernovas, también mostró ser un área de mejora. La baja proporción de respuestas correctas indica que los estudiantes no tienen una comprensión clara sobre la naturaleza de estos objetos ni su papel en la evolución cósmica. Los quásares, como núcleos activos de galaxias jóvenes y distantes, desempeñan un papel crucial en el entendimiento de los procesos de acreción de materia en agujeros negros supermasivos y en la historia evolutiva del universo. La enseñanza de estos temas requiere

un enfoque más detallado y basado en la observación, utilizando herramientas tecnológicas como simulaciones y bases de datos astronómicas para complementar la formación teórica.

En el ámbito de la observación astronómica, se observó que los estudiantes en formación tienen dificultades para comprender las ventajas y limitaciones de los distintos instrumentos astronómicos. La pregunta sobre la principal ventaja de un telescopio espacial frente a uno terrestre mostró que solo una minoría de los estudiantes reconoció la ausencia de interferencia atmosférica como el factor clave. Esto evidencia una necesidad de reforzar los conocimientos sobre la instrumentación astronómica y sus aplicaciones, especialmente en la identificación de fenómenos que solo pueden ser detectados a través de observatorios espaciales, como la radiación en el ultravioleta y los rayos X.

El conocimiento sobre la relación entre la astronomía y la Tierra también muestra áreas de mejora, particularmente en la comprensión de fenómenos como las mareas, los eclipses y las variaciones estacionales. La inclinación axial de la Tierra y su efecto en la distribución de la radiación solar a lo largo del año es un concepto fundamental que no ha sido comprendido en su totalidad por los estudiantes. La confusión entre la inclinación axial y otros factores, como la distancia Tierra-Sol, sugiere la necesidad de fortalecer los contenidos relacionados con la dinámica del sistema Tierra-Luna-Sol mediante estrategias didácticas que involucren modelos tridimensionales y actividades prácticas.

El análisis de estos resultados muestra que los futuros docentes requieren un mayor énfasis en la integración de

conceptos astronómicos con disciplinas afines, como la física y la química, subyacentes en sus programas de formación. Por lo que es necesario, o que los programas de formación inicial docente se permitan incluir contenidos sobre astronomía en sus estructuras actuales, evidenciando los mismos al país desde sus principios de responsabilidad en la transformación social, o que incluyan asignaturas de astronomía, que encajan perfectamente en los componentes de profundización, pues como se menciona anteriormente, se complementaran con conocimientos adquiridos en líneas de formación del entorno físico, químico y vivo.

### **Una propuesta para el abordaje de la astronomía en la formación inicial docente**

En el marco del pilotaje del realizado (Valderrama, 2025), se formuló la asignatura "Astronomía para la Educación", concebida como una estrategia curricular orientada a fortalecer las competencias disciplinares y didácticas de los futuros docentes en relación con la enseñanza de la astronomía. Esta asignatura, ofrecida durante el primer semestre de 2024 a un grupo de 20 estudiantes del octavo semestre de formación inicial docente en licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, se estructuró con base en un enfoque interdisciplinario que integra los conocimientos de la física, la biología y la matemática, con un énfasis particular en la exploración del territorio y la observación astronómica como estrategias fundamentales para el aprendizaje.

La propuesta curricular contempló una serie de contenidos fundamentales organizados en torno a las áreas de astro-

nomía observacional, astrofísica y astrobiología, abarcando temáticas como la estructura y evolución estelar, la espectroscopía astronómica, la clasificación de galaxias, la exploración de exoplanetas y la zona de habitabilidad, entre otros aspectos relevantes para la formación de los futuros licenciados. A continuación, en la Tabla 4.3 se muestra la propuesta de contenidos abordados en la asignatura.

*Tabla 4.3: Contenidos disciplinares propuestos para la asignatura de astronomía para la educación.*

Contenidos Temáticos Centrales	
Unidad I: Astrometría y Mecánica Celeste	Astronomía, cultura e impacto tecnológico y social de la astronomía.
	Coordenadas geográficas.
	Esfera celeste. Movimiento diurno. Aspecto del cielo según la latitud.
	Sistemas de coordenadas: Horizontal, Ecuatorial Local. Transformaciones.
	La órbita de la Tierra: movimiento aparente (anual) del Sol. Estaciones.
	Sistema Ecuatorial Celeste. Sistema Eclíptico.
	Salida y puesta de los astros.
	Precesión y Nutación.
	Calendario. Día Juliano.
	Movimiento aparente de los planetas. El sistema heliocéntrico. Configuraciones planetarias. Períodos sidéreo y sinódico.
	Leyes de Kepler. Gravitación Universal.

Contenidos Temáticos Centrales	
Unidad II: Astrofísica	Duración de las estaciones.
	Sistema Solar: planetas, satélites, cometas, asteroides, trans-neptunianos, meteoros.
	Luna: órbita, fases.
	Telescopios: propiedades. Instrumentos periféricos.
	Espectro electromagnético. Leyes de radiación.
	Sistemas fotométricos.
	Magnitudes aparentes. Índices de color. Relación con la temperatura.
	Distancia, paralaje, magnitud absoluta. Espectros, clasificación.
	Estrellas: distribución en el cielo, constelaciones, catálogos.
	Movimiento propio. Velocidad radial.
	Constitución interna de las estrellas. Reacciones termonucleares, producción de energía.
	Diagrama Hertzsprung-Russell. Evolución estelar.
	Cúmulos estelares: propiedades, determinación de edades. Asociaciones.
	Estrellas variables: clasificación. Relación período-luminosidad en Cefeidas.



Contenidos Temáticos Centrales	
	Estrellas dobles. Masas estelares. Binarias fotométricas y espectroscópicas.
	Materia interestelar: gas y polvo. Absorción. Nebulosas: brillantes y oscuras.
	Radioastronomía.
	Vía Láctea: forma y dimensiones. Brazos espirales.
	Rotación.
	Galaxias, clasificación. Cúmulos de galaxias. Grupo Local.
	Galaxias activas. Quásares.
	El Universo: origen y evolución.
	Observaciones desde el espacio: infrarrojo, rayos X, rayos gamma.
Unidad II: Astrobiología	Introducción a la Astrobiología.
	Introducción a la Astroquímica.
	Estudio de la evolución de la vida en ambientes extremos.
	Exoplanetas: métodos de búsqueda y detección.
	Zona de habitabilidad.
	Indicadores de existencia de vida.

Fuente: Adaptado de Valderrama (2025).

La implementación de la asignatura se centró en el desarrollo de actividades prácticas y reflexivas, integrando metodologías activas de aprendizaje como la observación directa del cielo, la utilización de software de simulación astronómica y la elaboración de proyectos de aula basados en la exploración del entorno. Un componente central de esta experiencia fue el "Libro Vivo: Diario de Campo", una herramienta pedagógica clave que permitió a los estudiantes documentar sus experiencias de aprendizaje, reflexionar sobre los conceptos abordados y consolidar su comprensión de la astronomía desde una perspectiva crítica y contextualizada.

El uso del diario de campo posibilitó la sistematización de las experiencias individuales de los estudiantes, fomentando una autoevaluación continua de sus progresos y desafíos en la apropiación de los contenidos astronómicos. Esta estrategia promovió el desarrollo de competencias investigativas y habilidades de observación, al tiempo que incentivó la construcción de una mirada interdisciplinaria sobre la enseñanza de la astronomía, alineada con los objetivos de la formación docente en ciencias naturales.

Desde el punto de vista conceptual, la implementación de la asignatura permitió evidenciar avances significativos en la comprensión de fenómenos astronómicos complejos, como la dinámica de los cuerpos celestes, los procesos de formación estelar y la interpretación de datos astrofísicos mediante herramientas digitales. En términos didácticos, los estudiantes lograron articular estos conocimientos en propuestas didácticas innovadoras, diseñadas para ser implementadas en contextos escolares diversos, promoviendo el aprendizaje significativo de la astronomía en la educación básica y media.

Es importante destacar que la asignatura se desarrolló bajo la noción de crédito académico a nivel universitario, contando con 3 créditos, lo que equivale a 4 horas semanales de acompañamiento directo por parte del docente durante las 16 semanas del semestre académico. Si bien la complejidad de los temas abordados y su relación con el tiempo disponible puede generar discusión, es fundamental aclarar que la formación inicial docente tiene como propósito principal proporcionar una base sólida tanto en términos didácticos como disciplinares para la enseñanza de la astronomía. Por lo tanto, esta asignatura debe considerarse como un primer paso en el proceso formativo, el cual debe complementarse con la experiencia docente adquirida en la planificación y revisión de los contenidos a enseñar, así como con la formación posgradual y la educación continua.

### **¿Qué pasa con los demás programas de formación inicial docente?**

En el contexto de la formación inicial docente en Colombia, también es innegable el creciente interés y los aportes significativos que han surgido desde programas distintos a las Licenciaturas en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, específicamente desde programas como la Licenciatura en Educación Básica Primaria, la Licenciatura en Educación Infantil, la Licenciatura en Ciencias Sociales y la Licenciatura en Matemáticas. Estos docentes han evidenciado un esfuerzo constante por integrar la astronomía en sus prácticas pedagógicas, reconociendo su potencial como un recurso interdisciplinario para el desarrollo del pensamiento científico y la comprensión del mundo natural. Sin embargo,

la ausencia de una estructura curricular sólida y específica para la enseñanza de la astronomía en estos programas plantea desafíos importantes que requieren ser abordados desde una perspectiva institucional y pedagógica (Sanabria García, 2023).

El creciente interés de los docentes en formación y en ejercicio de estos programas se ha manifestado en diversas iniciativas, tales como proyectos de aula, clubes de astronomía, participación en eventos académicos especializados, y el diseño de estrategias didácticas contextualizadas que buscan aproximar a los estudiantes a los fenómenos celestes desde una perspectiva cultural, histórica y científica. Este dinamismo refleja la necesidad de fortalecer la formación inicial docente en astronomía de manera transversal, asegurando que todos los futuros educadores tengan acceso a una formación básica en esta disciplina, independientemente del área de conocimiento en la que se especialicen. La pregunta clave que surge en este contexto es: ¿cómo se puede estructurar una formación inicial docente en astronomía que contribuya a fortalecer estos procesos en los diversos programas de formación docente? Una respuesta viable radica en el aprovechamiento de las asignaturas de libre elección dentro de las facultades de educación, las cuales pueden desempeñar un papel crucial en la democratización del conocimiento astronómico. Estas asignaturas permiten la inclusión de cursos diseñados para proporcionar tanto una fundamentación conceptual en astronomía como estrategias didácticas específicas para su enseñanza en diversos niveles y contextos educativos.

Desde una perspectiva curricular, la inclusión de asignaturas optativas de astronomía representa una oportunidad

para fortalecer el perfil del futuro docente, otorgándole herramientas teóricas y prácticas para abordar la astronomía desde un enfoque interdisciplinario. Estas asignaturas deberían centrarse en la interrelación de la astronomía con otras disciplinas, como la historia, la geografía, la matemática, la física y las ciencias sociales, lo que permitiría a los estudiantes comprender la astronomía no solo como una ciencia natural, sino también como un componente clave en la construcción de saberes científicos y culturales en la sociedad. Un enfoque interdisciplinario permitiría que la enseñanza de la astronomía se articule con diversas áreas del currículo escolar. Por ejemplo, en la Licenciatura en Educación Básica Primaria, la astronomía puede integrarse en la enseñanza de las ciencias naturales, la educación ambiental y la educación artística, a través de proyectos de observación del cielo, narrativas mitológicas y el uso de recursos didácticos como las cartas celestes y las aplicaciones de realidad aumentada. En la Licenciatura en Educación Infantil, la enseñanza de la astronomía puede abordarse mediante estrategias lúdicas y sensoriales que fomenten la curiosidad natural de los niños por el cielo, utilizando cuentos, experimentos sencillos y actividades manuales para explicar fenómenos básicos como el día y la noche o las fases de la Luna. En la Licenciatura en Ciencias Sociales, la astronomía ofrece una vía para comprender la relación histórica de la humanidad con el cosmos, explorando las cosmovisiones de diferentes culturas, el desarrollo de calendarios y su impacto en la organización social de civilizaciones antiguas. Por último, en la Licenciatura en Matemáticas, la astronomía puede ser un contexto ideal para aplicar conceptos matemáticos como la trigonometría, la geometría y el cálculo, permitiendo a los estudiantes abordar problemas astronómicos reales y

comprender la importancia de los modelos matemáticos en la exploración del universo.

Con base en estos antecedentes, se recomienda la formulación de cursos optativos en astronomía que incorporen un enfoque interdisciplinario, integrando diversas áreas del conocimiento y mostrando su aplicabilidad en diferentes contextos educativos para desarrollar habilidades científicas y pensamiento crítico. Además, es fundamental que estos cursos fortalezcan los fundamentos disciplinares, abordando conceptos básicos como la estructura del universo, el movimiento de los cuerpos celestes, la exploración espacial y los fenómenos astronómicos observables desde la Tierra, asegurando que los futuros docentes tengan una comprensión clara y precisa de estos temas. Otro aspecto clave es la promoción de la didáctica de la astronomía, explorando metodologías activas como la indagación científica, el aprendizaje basado en proyectos y el uso de herramientas tecnológicas de observación y simulación. Asimismo, se sugiere una mayor contextualización educativa, presentando la astronomía de manera situada, considerando las particularidades culturales, geográficas y socioeconómicas de cada región, para conectar los contenidos con la realidad de los estudiantes y promover un aprendizaje significativo.

La integración de experiencias prácticas es otro elemento esencial en la formación docente en astronomía. Complementar los cursos teóricos con actividades de observación astronómica, salidas de campo, construcción de instrumentos sencillos como relojes solares y el desarrollo de proyectos comunitarios que involucren a estudiantes, familias y comunidades en la exploración del cielo nocturno resulta

fundamental para fortalecer la apropiación del conocimiento astronómico.

De igual manera, se recomienda propiciar el trabajo colaborativo entre diferentes programas de formación docente, promoviendo la creación de comunidades de aprendizaje donde se compartan experiencias, recursos y estrategias pedagógicas que contribuyan a una enseñanza más efectiva e innovadora.

La implementación de estos cursos contribuiría a una mayor equidad en la formación de docentes en astronomía, asegurando que todos los futuros educadores, independientemente de su especialización, tengan acceso a herramientas conceptuales y metodológicas para abordar esta disciplina de manera rigurosa y contextualizada. De esta manera, se estaría fortaleciendo la enseñanza de la astronomía en el sistema educativo colombiano, promoviendo una visión integrada del universo y fomentando una mayor apropiación social del conocimiento astronómico.

### **La formación continuada y posgradual; oportunidades para la profundización y la innovación investigativa en el área**

Por su parte, la formación continuada y posgradual en astronomía representa una oportunidad crucial para la profundización conceptual y la innovación investigativa en los propósitos anteriormente mencionados. A lo largo de los últimos años, diversas estrategias didácticas para la enseñanza de la astronomía han sido impulsadas desde programas de maestría en universidades nacionales, en los cuales se han desarrollado investigaciones aplicadas, metodologías activas y recursos educativos innovadores que

han contribuido al fortalecimiento de esta disciplina en la educación básica y media. Específicamente, programas como la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, las maestrías de educación de la Universidad Pedagógica Nacional y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, así como otros programas de universidades como la Universidad de los Llanos, la Universidad de Antioquia entre otras.

Entre los programas que han tenido un impacto significativo en la formación docente continua se destacan iniciativas como Maestros amigos de Explora (AstroMAE), Aula Bajo las Estrellas y Network for Astronomy School Education (NASE), los cuales han sido promovidos por diferentes colectivos y también por la Oficina de Astronomía para la Educación (OAE) en Colombia. Estas iniciativas han permitido que docentes de diferentes niveles educativos accedan a experiencias formativas en astronomía, enmarcadas en metodologías de enseñanza innovadoras y enfoques interdisciplinarios. AstroMAE, por ejemplo, ha centrado sus esfuerzos en la capacitación docente a través de cursos especializados, actividades prácticas y la integración de recursos tecnológicos para facilitar la enseñanza de la astronomía en contextos escolares.

El programa Aula Bajo las Estrellas ha tenido un impacto relevante en la formación docente al proporcionar herramientas didácticas para la enseñanza de la astronomía en entornos rurales y urbanos. Esta iniciativa ha promovido el uso de recursos como la observación del cielo, la construcción de modelos didácticos y el desarrollo de estrategias pedagógicas centradas en la experiencia directa con los fenómenos astronómicos. A través de esta propuesta,



se ha buscado consolidar la astronomía como una disciplina accesible y atractiva para los estudiantes, vinculándola con problemáticas locales y globales relacionadas con la sostenibilidad ambiental y la apropiación social del conocimiento.

Por su parte, el programa NASE ha jugado un papel fundamental en la profesionalización de la enseñanza de la astronomía en Colombia. Mediante cursos presenciales y virtuales, este programa ha capacitado a docentes en el diseño de estrategias didácticas innovadoras, el uso de recursos de bajo costo, así como en la implementación de proyectos interdisciplinarios que integren la astronomía con otras áreas del conocimiento, como la física, la química, la biología y los estudios culturales.

El fortalecimiento de estos programas requiere un esfuerzo conjunto de las instituciones de educación superior, así como de la comunidad astronómica nacional e internacional. Es imperativo consolidar líneas de investigación en educación astronómica que permitan sistematizar las experiencias y generar nuevas propuestas didácticas contextualizadas a las realidades del país. Asimismo, es fundamental promover la articulación entre la formación inicial y la formación continua, asegurando que los futuros docentes cuenten con una base conceptual sólida en astronomía y con herramientas pedagógicas actualizadas que les permitan abordar la enseñanza de esta disciplina de manera efectiva.

## CONCLUSIONES

Las conclusiones de esta investigación evidencian la necesidad urgente de transformar y fortalecer la formación docente en astronomía en Colombia, tanto en la formación inicial como en los procesos de educación continuada y posgradual. Los resultados obtenidos reflejan que la astronomía sigue siendo un área marginal en los programas de licenciatura en ciencias naturales y educación ambiental, con una presencia curricular limitada que no garantiza una apropiación disciplinar ni didáctica adecuada. La falta de coherencia entre los contenidos formativos y las necesidades del contexto escolar constituye una barrera significativa para su enseñanza efectiva en los niveles de educación básica y media.

La implementación de la asignatura "Astronomía para la Educación", diseñada y pilotada en el marco de este estudio, demostró ser una estrategia viable para subsanar estas deficiencias, brindando a los futuros docentes una formación sólida, interdisciplinaria y contextualizada. La estructura curricular de la asignatura, basada en un enfoque que articula la observación, la experimentación y el análisis crítico, permitió a los estudiantes no solo fortalecer sus conocimientos disciplinares, sino también desarrollar competencias didácticas innovadoras y adaptadas a sus realidades escolares. La utilización de herramientas como el "Libro Vivo: Diario de Campo" favoreció la reflexión continua, la sistematización de experiencias y la integración de saberes, consolidando un modelo de enseñanza que fomenta la indagación y el aprendizaje autónomo.

Un hallazgo clave de la investigación es que la enseñanza de la astronomía no puede abordarse de manera fragmentada dentro del currículo de ciencias naturales; por el contrario, requiere de un

enfoque transversal que integre conocimientos de otras áreas como la geografía, la historia, las matemáticas y la educación ambiental. La astronomía, por su carácter interdisciplinario, ofrece un potencial significativo para la enseñanza de competencias científicas y para la construcción de una conciencia crítica sobre el entorno, lo que subraya la necesidad de incorporarla de manera estructural en los planes de estudio de formación docente.

Otro aspecto crucial identificado es la necesidad de consolidar políticas institucionales que respalden la inclusión de la astronomía en la formación docente, superando la visión de que esta disciplina es un conocimiento complementario o de interés opcional. La escasa oferta de asignaturas y la fragmentación curricular detectada en la mayoría de los programas de licenciatura en ciencias naturales del país demuestran la urgencia de acciones coordinadas entre universidades, el Ministerio de Educación Nacional y la comunidad académica especializada para garantizar una formación más sólida y estructurada en astronomía.

Las recomendaciones derivadas de este estudio se centran en la implementación de estrategias de política educativa que incluyan la astronomía como un eje fundamental en la formación inicial docente. Esto implica la creación de cursos específicos, el fortalecimiento de las líneas de investigación en didáctica de la astronomía, y la promoción de programas de formación continuada que permitan la actualización y profundización conceptual de los docentes en ejercicio. Se sugiere, además, fortalecer iniciativas existentes como ASTROMAE, Aula Bajo las Estrellas y NASE, programas que han demostrado su impacto en la profesionalización de los docentes y en la apropiación de estrategias didácticas innovadoras.

De igual manera, la consolidación de la Oficina de Astronomía para la Educación en Colombia como un ente articulador de estos procesos es clave para garantizar la sostenibilidad de los esfuerzos formativos. Su papel en la coordinación de programas, el diseño de recursos didácticos y la vinculación con iniciativas internacionales

permitirá potenciar el alcance de la enseñanza de la astronomía en el país. La comunidad académica, en conjunto con las universidades y los actores del sector educativo, debe asumir el compromiso de posicionar la astronomía como un pilar fundamental en la educación científica, contribuyendo a la formación de ciudadanos críticos, reflexivos y comprometidos con el conocimiento del universo y la sustentabilidad del planeta.

## REFERENCIAS

- Aguilar Suesca, W. F., López Predroza, N. A., Valderrama, D. A., & Numpaque, S. (2024). Explorando la contribución de la astronomía a los objetivos de desarrollo sostenible y el empoderamiento comunitario en Boyacá. III Congreso Internacional de Educación Ambiental Comunitaria (pp. 146–150). [https://www.researchgate.net/publication/387265336\\_Explorando\\_la\\_contribucion\\_de\\_la\\_astronomia\\_a\\_los\\_objetivos\\_de\\_desarrollo\\_sostenible\\_y\\_el\\_empoderamiento\\_comunitario\\_en\\_Boyaca](https://www.researchgate.net/publication/387265336_Explorando_la_contribucion_de_la_astronomia_a_los_objetivos_de_desarrollo_sostenible_y_el_empoderamiento_comunitario_en_Boyaca)
- Calvo, G., Rendón Lara, D. B., & Rojas García, L. I. (2004). Un diagnóstico de la formación docente en Colombia. *Revista Colombiana de Educación*, (47). <https://doi.org/10.17227/01203916.5519>
- Camino, N. E., Bravo, B., Bustos, I., De Biaso, M. S., Corti, M. A., Merlo, D. C., Paolantonio, S., & Álvarez, M. P. (2022). Astronomía en la formación inicial de profesores en

física. *Revista de Enseñanza de la Física*, 65–73. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/39741>

- Cely, C. P. M., Camacho, E. O., & Totaitive, I. A. S. (2024). Reflexiones acerca de la enseñanza de las ciencias naturales: Construcción de un libro de investigación, a partir de la práctica pedagógica de docentes en formación inicial y continuada. *Bio-Grafía*, 16(Extraordinario). <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/20673>

- Congreso de la República de Colombia. (1994). Ley 115 de febrero 8 de 1994. [https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf)

- Dumrauf, A., & Cordero, S. (2020). Un enfoque participativo para la formación docente continua en la educación en ciencias naturales, ambiental y en salud. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(1). [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2020.v17.i1.1602](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i1.1602)

- García Gómez, T. (2022). Propuesta de formación inicial docente para la democracia y la justicia social basada en el aprendizaje servicio. *RISE*, 11(1), 1–24. <https://doi.org/10.17583/rise.123>

- García Herrero, J. L. (2014). Conocimientos astronómicos del profesorado de educación secundaria obligatoria y preferencias metodológicas para la enseñanza de astronomía. *Enseñanza & Teaching*, 32(1), 161–198.

- Gullberg, S. R. (2019). Cultural astronomy and educational opportunities. *Astronomische Nachrichten*, 340(9–10), 810–816. <https://doi.org/10.1002/asna.201913740>

- López, J. G. A. (2023). Metodología de la investigación cualitativa: Reflexiones epistémicas. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, 10(3). <https://www.revistacaribena.com/ojs/index.php/rccs/article/view/2355>
- López Rodríguez, R. R. (2020). Reflexiones acerca de las necesidades de formación docente en Colombia en los tiempos de la sociedad líquida. *Revista Educación*, 534–546. <https://doi.org/10.15517/REVEDU.V45I1.42233>
- República de Colombia. (2002). Decreto 1278 de junio 19 de 2002 por el cual se expide el Estatuto de Profesionalización Docente.
- Rosenberg, M., & Russo, P. (2018). Astronomy in everyday life (ES). International Astronomical Union (IAU). [https://www.iau.org/public/themes/astronomy\\_in\\_everyday\\_life/spanish/](https://www.iau.org/public/themes/astronomy_in_everyday_life/spanish/)
- Ruiz, S. E. (2021). Educación en ciencias desde diferentes contextos culturales y ambientales: Contribuciones didácticas curriculares. *Praxis & Saber*, 12(31), e11101. <https://doi.org/10.19053/22160159.V12.N31.2021.11101>
- Sanabria García, D. P. (2023). Análisis de la conexión entre la astronomía y el plan de estudios en educación básica y media en el marco de la Oficina de Astronomía para la Educación en Colombia (OAE) [Tesis, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/85535>
- Slovinski, L., Alves-Brito, A., & Massoni, N. T. (2021). A astronomia em currículos da formação inicial de professores de física: Uma análise diagnóstica. *Revista Brasileira de*

Ensino de Física, 43, e20210173. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0173>

- Valderrama, D. A. (2023). Enseñanza de la astronomía, tensiones y distensiones frente al quehacer docente. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 3(1), 87–98. <https://doi.org/10.51660/RIPIE.V3I1.113>

- Valderrama, D. A. (2025). Cualificación para la enseñanza de la astronomía en el contexto de la formación inicial docente [Tesis doctoral, Universidad Pontificia Bolivariana]. Repositorio UPB. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/12312>

- Valderrama, D. A., Flórez, D. S. N., Merchán, N. Y. T., & Villamizar, N. V. (2021). Enseñanza de la astronomía en Colombia: Aportes y desafíos. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED* (Número extraordinario), 2538–2547. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/15307>

- Varela-Losada, M.-M., Pérez-Rodríguez, U., Álvarez-Lires, M., & Arias-Correa, A. (2015). Concepciones alternativas sobre astronomía de profesorado español en formación. *Ciência & Educação (Bauru)*, 21(4), 799–816. <https://doi.org/10.1590/1516-731320150040002>

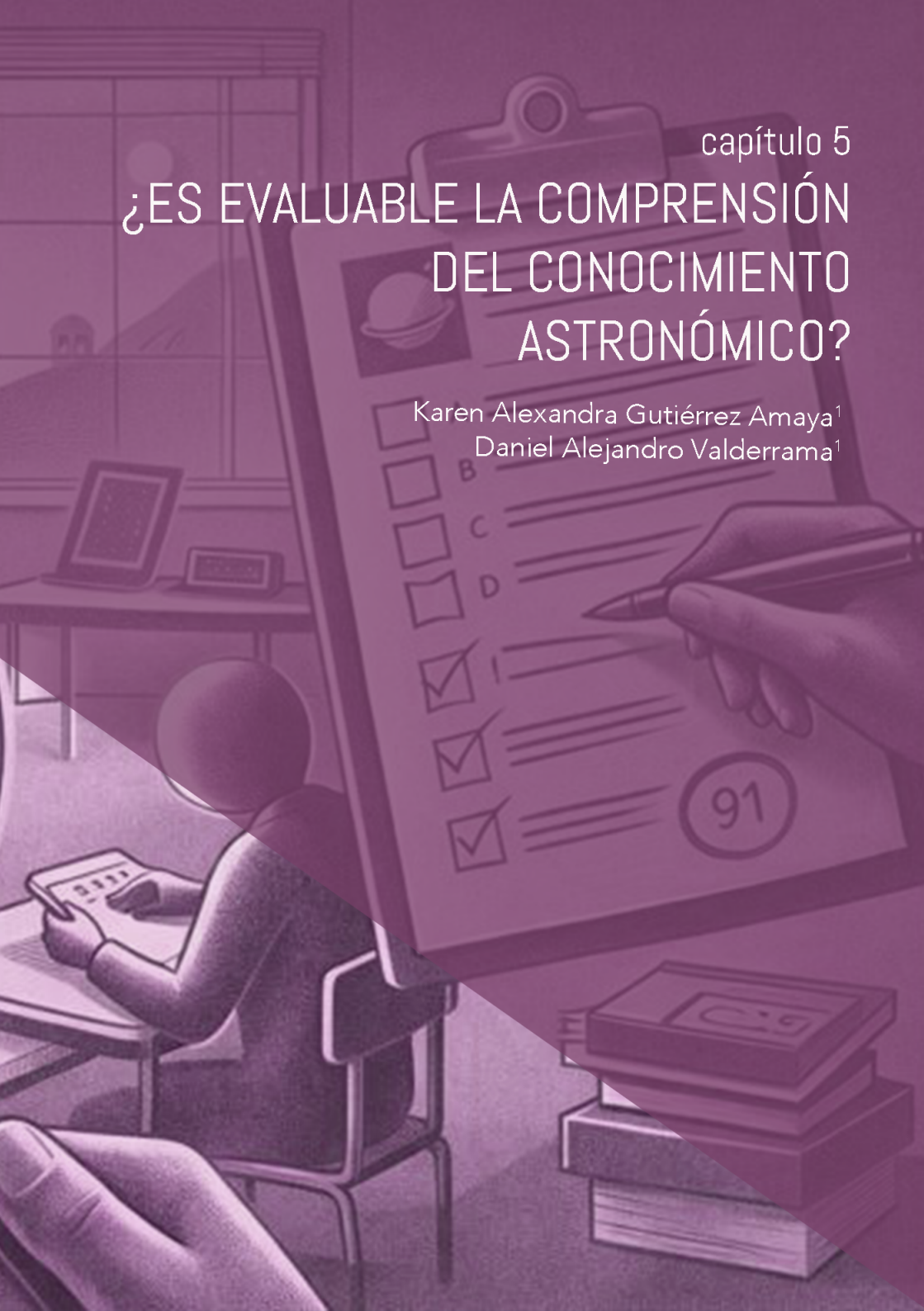




capítulo 5

# ¿ES EVALUABLE LA COMPRENSIÓN DEL CONOCIMIENTO ASTRONÓMICO?

Karen Alexandra Gutiérrez Amaya<sup>1</sup>  
Daniel Alejandro Valderrama<sup>1</sup>





## INTRODUCCIÓN

La astronomía ocupa un lugar particular dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje, pues se trata de una disciplina que convoca a la observación directa, la modelización abstracta y la construcción de explicaciones sobre fenómenos, que no son procesos de fácil manipulación en el aula. Este punto conlleva claramente a plantear desafíos en la evaluación del aprendizaje, los cuales no siempre son atendidos por los modelos tradicionales centrados en la medición de contenidos.

En el contexto educativo, la evaluación ha sido históricamente asociada con la verificación de resultados y enunciados que se consideran correctos, frecuentemente evidenciados en calificaciones numéricas o pruebas estandarizadas, que poco o casi nada, dejan lugar para la imaginación, creación, el cuestionamiento constante y el error (Heuritsch, 2023) Por ello, cuando se trata de la astronomía, este enfoque resulta limitado, porque el aprendizaje astronómico involucra procesos de comprensión progresiva, interpretación de fenómenos y construcción de sentido a partir de la experiencia observacional, que sobrepasan la comodidad de los exámenes, el silencio en el aula y la memorización.

Evaluar en astronomía implica, en este sentido, interrogar qué se entiende por aprender esta disciplina y cuáles son las evidencias legítimas de dicho aprendizaje. No se trata únicamente de identificar si el estudiante reconoce términos o repite definiciones, sino de analizar si logra establecer relaciones entre fenómenos, utilizar modelos explicativos y construir interpretaciones coherentes del cielo y sus particularidades.

Además, en Colombia la astronomía se incorpora principalmente dentro del área de ciencias naturales, lo que ha generado que su evaluación se subsuma a criterios generales de la enseñanza de las ciencias (Valderrama et al., 2024). Esta situación ha dado lugar a evaluaciones que no reconocen la potencia epistemológica, pedagógica y didáctica de la astronomía, reduciendo su evaluación a ejercicios aislados, talleres para pasar el tiempo o preguntas de opción múltiple y cerradas.

Entonces, la necesidad de revisar críticamente la evaluación en astronomía se hace más evidente si se considera el potencial formativo de esta disciplina para el desarrollo del pensamiento científico, la comprensión del tiempo y el espacio, y la relación del ser humano con el cosmos. Pues, una evaluación que no capture estas dimensiones corre el riesgo de empobrecer el sentido educativo de la astronomía.

En este sentido, este capítulo se propone analizar la evaluación en la enseñanza y el aprendizaje de la astronomía en Colombia, atendiendo a la naturaleza del conocimiento astronómico, a las dimensiones del aprendizaje involucradas y a los tipos de evaluación identificados en la investigación educativa. El objetivo es aportar elementos teóricos y

reflexivos que permitan repensar la evaluación desde el funcionamiento único de la astronomía y las particularidades que se hacen evidentes en las prácticas de los docentes y las experiencias de los estudiantes.

## METODOLOGÍA

En coherencia con la pregunta que orienta este capítulo, se asumió un enfoque cualitativo de carácter interpretativo, orientado a reconocer las condiciones epistemológicas y didácticas bajo las cuales el aprendizaje astronómico logra (o no) ser traducido a evidencias evaluables en contextos escolares. En este sentido, la metodología se estructura como un ejercicio de análisis conceptual y crítico en torno a las tensiones entre la naturaleza del conocimiento astronómico y los dispositivos de evaluación heredados de la enseñanza de las ciencias. La estrategia de trabajo se fundamentó en una revisión teórica integrada, priorizando literatura especializada en investigación en educación astronómica y evaluación formativa, con el propósito de identificar dimensiones evaluativas relevantes y comprender cómo dichas dimensiones han sido discutidas en el campo. Así, la metodología se posiciona más cerca de una indagación sobre los criterios de legitimidad del aprendizaje que de una descripción instrumental de técnicas evaluativas, atendiendo a que la astro-

nomía se aprende como construcción progresiva de sentido, más que como acumulación lineal de respuestas correctas.

De manera complementaria, el capítulo incorporó un análisis situado del contexto colombiano, articulado con antecedentes investigativos que han problematizado la presencia fragmentaria de la astronomía en la escuela y sus formas predominantes de evaluación, especialmente cuando se subsume a criterios generales del área de ciencias naturales. Este componente metodológico se configuró como una lectura analítica de hallazgos reportados en estudios recientes y experiencias educativas, interpretándolos a la luz de marcos sobre evaluación formativa y progresiones de aprendizaje en astronomía.

## RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados derivados del abordaje metodológico de la investigación.

### **La astronomía como campo específico en la enseñanza y el aprendizaje**

La astronomía se configura como un campo específico de enseñanza y aprendizaje debido a la naturaleza particular de sus objetos de estudio y a las formas mediante las cuales estos se hacen comprensibles. A diferencia de otras disciplinas científicas, los fenómenos astronómicos no pueden ser manipulados directamente ni reproducidos en condiciones controladas, pues se conocen a través de la observación del cielo, la deducción teórica y la construcción de modelos

explicativos que permiten dar sentido a regularidades observadas a lo largo del tiempo (Plummer, 2014).

Esta condición epistemológica introduce una primera tensión para su enseñanza y aprendizaje, pues ¿cómo se enseña y aprende aquello que no puede tocarse, experimentarse directamente, ni aislarse en el laboratorio? ¿Qué significa comprender un fenómeno que solo se manifiesta a través de regularidades observadas y no mediante la manipulación directa? ¿Cómo se construye conocimiento cuando el objeto de estudio se presenta mediado por la distancia, la escala y el tiempo? ¿Desde dónde observa el estudiante y con qué criterios interpreta lo que ve?

Aunque en astronomía el aprendizaje se apoya en la interpretación de datos observacionales, en la comparación de registros prolongados y en la articulación de explicaciones que integran múltiples escalas espaciales y temporales, es inevitable no pensar en ¿cómo se acompaña pedagógicamente este tránsito desde la observación hacia la explicación coherente? ¿Qué papel cumplen los modelos en la comprensión de aquello que no es inmediatamente visible? ¿Cómo se reconoce el aprendizaje cuando este se expresa más como pregunta, duda o aproximación que como respuesta definitiva y cerrada? especialmente cuando las escalas astronómicas se alejan de la experiencia cotidiana del estudiante (Vosniadou y Brewer, 1992).

Desde el punto de vista educativo, esta particularidad implica que aprender astronomía no consiste únicamente en adquirir o memorizar información sobre el universo, se centra más en desarrollar formas particulares de mirar, describir, explicar los fenómenos celestes y habitar el mundo. Aprender

astronomía, entonces, supone aprender a observar de forma consciente, a reconocer patrones, a formular preguntas potentes y a utilizar modelos para explicar aquello que no es evidente a simple vista. Estos procesos, que son profundamente relacionales y progresivos, desafían los formatos tradicionales de evaluación centrados en la respuesta inmediata y correcta.

En este sentido, la enseñanza de la astronomía involucra procesos complejos que no siempre se manifiestan de manera clara, lineal, ni uniforme. Los estudiantes pueden reconocer un fenómeno observable sin comprender aún su explicación científica, o utilizar modelos parciales que combinan elementos cotidianos con nociones científicas. Pero claramente es importante cuestionar ¿Cómo evaluar estos estados intermedios del aprendizaje sin reducirlos a error o desconocimiento? La evaluación, en este contexto, debería ser capaz de captar estos desplazamientos conceptuales y no solo sus resultados finales (Sadler, 1998).

Otro punto importante de la astronomía es su carácter interdisciplinar. Ya que la comprensión de fenómenos astronómicos requiere articular conocimientos, así como habilidades espaciales y temporales específicas (Lelliott y Rollnick, 2010). Esta interrelación de saberes complejiza el proceso evaluativo, pues no siempre es claro qué dimensiones del aprendizaje están siendo consideradas y cuáles ignoradas, ni desde qué criterios se valoran las explicaciones construidas por los estudiantes.

Además, la astronomía posee una fuerte dimensión cultural y experiencial. La observación del cielo ha acompañado a la humanidad desde tiempos ancestrales, lo que lleva a que



los estudiantes lleguen al aula con ideas previas construidas a partir de la experiencia cotidiana, el lenguaje común, la tradición oral y las representaciones culturales del cosmos. Estas concepciones iniciales no son realmente obstáculos, sino puntos de partida desde los cuales se construye el aprendizaje astronómico (Nussbaum y Novak, 1976).

Así que, esto lleva a reconocer la astronomía como un campo específico, e implica asumir que su evaluación no puede reducirse a formatos y procesos heredados de la enseñanza de las ciencias naturales. Evaluar astronomía no puede, ni debe, limitarse a verificar definiciones o cálculos de fórmulas; necesita considerar la capacidad de observar, modelar, explicar y relacionar fenómenos en contextos significativos. Esto exige diseñar y analizar prácticas evaluativas coherentes con la lógica propia del conocimiento astronómico y con los procesos mediante los cuales esta disciplina se aprende.

En este sentido, pensar la evaluación en astronomía exige una reflexión profunda sobre ¿Qué se enseña cuando se enseña astronomía? ¿Cómo se manifiesta el aprendizaje en este campo particular del saber? ¿Qué cuenta como evidencia de comprensión astronómica? ¿Cómo reconocer el aprendizaje cuando este se expresa en preguntas, organizadores gráficos o explicaciones en construcción?

### **El sentido de la evaluación en la educación astronómica ¿qué significa aprender astronomía?**

El pensar y cuestionar el sentido de la evaluación en la educación astronómica conduce necesariamente a interrogar qué se entiende por aprender astronomía. Esta no es una

cuestión que involucra únicamente a la pedagogía, pues es profundamente epistemológica, porque se centra en preguntar ¿qué cuenta como conocimiento astronómico? y ¿cómo se reconoce que dicho conocimiento ha sido aprendido? De esta manera aprender astronomía no equivale únicamente a memorizar los nombres de planetas, estrellas o constelaciones, sino a construir una comprensión de los fenómenos celestes y de las relaciones que los organizan en modelos explicativos coherentes (Lelliott y Rollnick, 2010).

Desde esta perspectiva, aprender astronomía implica un proceso de transformación del pensamiento y de sí mismo, más que la adquisición de datos sin sentido. Los estudiantes se enfrentan a fenómenos que desafían la intuición de la vida cotidiana, como las escalas espaciales, los movimientos aparentes o la simultaneidad de eventos astronómicos, y deben reconstruir progresivamente sus explicaciones para dar cuenta de ellos (Romero y Tarquino, 2023). En este sentido, la evaluación adquiere un carácter formativo, en tanto permite acompañar y comprender cómo se deformar y construyen las ideas, más que validar un estado acertado del conocimiento.

Evaluar astronomía, entonces, no significa únicamente constatar si el estudiante sabe una respuesta correcta, muchas veces impuesta por el profesor y los procesos, sino observar cómo se transforma su manera de pensar el cielo a lo largo del tiempo, ¿Qué cambia en sus explicaciones? ¿Qué relaciones comienza a establecer? ¿Qué preguntas emergen a medida que avanza su comprensión? Entendida de este modo la evaluación se convierte en una herramienta para leer el proceso de aprendizaje y no solo sus resultados de forma cuantitativa.

Asimismo, el aprendizaje astronómico se caracteriza por la coexistencia de múltiples niveles de comprensión. Pues, un estudiante puede reconocer un fenómeno observable, por ejemplo, las fases de la Luna, sin comprender aún los modelos espaciales y dinámicos que lo explican. Estas comprensiones no pueden ser interpretadas como errores, ya que son estados intermedios en un proceso de construcción conceptual (Vosniadou y Brewer, 1992). La evaluación, por tanto, debe ser capaz de distinguir estos niveles sin reducir el aprendizaje a una dicotomía entre respuestas correctas e incorrectas (Heuritsch, 2023).

Igualmente, aprender astronomía implica desarrollar habilidades específicas de observación, registro y descripción del cielo, las cuales no siempre encuentran lugar en las evaluaciones tradicionales. La capacidad de registrar regularidades, comparar observaciones a lo largo del tiempo y describir cambios en el cielo constituye una forma legítima de conocimiento astronómico. Evaluar estas prácticas supone reconocer que el aprendizaje también se manifiesta en modos de atención, de mirada y de registro, y no únicamente en la formulación verbal de conceptos (Plummer, 2014).

Otro aspecto central es la capacidad de utilizar modelos para explicar fenómenos que en varias ocasiones no son directamente observables. Los estudiantes recurren a esquemas, representaciones gráficas, analogías y modelos físicos para dar sentido a lo que observan. Evaluar esto implica analizar cómo se emplean estos modelos, qué relaciones se establecen entre sus componentes y qué grado de coherencia mantienen con los fenómenos que pretenden explicar (diSessa, 2014).

En este marco, la evaluación no puede entenderse únicamente como un mecanismo de control, medición o certificación del aprendizaje (Chiapello et al, 2011). Reducir la evaluación a una lógica de medición implica desconocer la riqueza del proceso, que es gradual y no lineal. Por el contrario, su sentido radica en hacer visibles los procesos mediante los cuales los estudiantes construyen explicaciones, reformulan ideas previas y elaboran nuevas formas de comprender el cielo.

Así que, repensar la evaluación en la educación astronómica implica desplazar el foco desde la medición de resultados hacia la comprensión del aprendizaje como proceso. Esto supone reconocer que aprender astronomía es un camino de aproximaciones, en ocasiones lentas, de ajustes y aclaraciones conceptuales, y de diálogo permanente entre observación y explicación. Esto lleva a que la evaluación se convierta en un espacio privilegiado para comprender la complejidad del pensamiento astronómico y las tensiones que emergen entre conocimiento y medición.

### **Naturaleza del conocimiento astronómico: un acercamiento a su evaluación**

El conocimiento astronómico, como se ha mencionado anteriormente, se fundamenta en gran parte en la observación el cielo. Fenómenos como el movimiento aparente del Sol, las fases de la Luna o el cambio de las estaciones constituyen no solo contenidos curriculares, sino el punto de partida epistemológico para la construcción de las explicaciones astronómicas. A diferencia de otros campos científicos y disciplinas, en astronomía la observación no

cumple un rol preliminar que luego es reemplazado por la experimentación, sino que permanece como una práctica central del conocimiento (Bozzoli, 2020).

Estos fenómenos presentan regularidades que no se manifiestan de manera inmediata, pues muchos solo se hacen visibles a través de observaciones repetidas, comparativas y prolongadas en el tiempo. Reconocer patrones en la trayectoria solar, en la duración del día o en la posición de la Luna exige continuidad, paciencia, atención y memoria observacional. Por ello, evaluar el aprendizaje astronómico implica preguntarse si el estudiante logra identificar estas regularidades y si es capaz de establecer relaciones temporales y espaciales a partir de su experiencia observacional (Bozzoli, 2006)

Además, la observación astronómica, lejos de ser un acto pasivo, constituye una práctica cognitiva compleja que involucra selección, descripción, registro e interpretación. ¿Qué observa el estudiante cuando mira el cielo? ¿Qué decide registrar y qué deja fuera? ¿Cómo organiza la información obtenida? Evaluar esta dimensión precisa de valorar no solo el resultado de la observación, sino del proceso mediante el cual el estudiante construye sentidos y significancias a partir de lo observado.

También, los fenómenos observacionales en astronomía están profundamente mediados por la percepción y la interpretación. La observación del cielo no es neutral ni vacía, está atravesada por implicaciones culturales, experiencias previas y marcos explicativos cotidianos (Bozzoli, 2021). Evaluar astronomía implica analizar cómo los estudiantes interpretan lo que ven, qué explicaciones movilizan y qué

tensiones emergen entre la experiencia directa y los modelos científicos. Esto implica desplazar el énfasis desde la reproducción de explicaciones hacia la comprensión de cómo el estudiante observa, registra y comienza a organizar el mundo celeste desde su propia experiencia.

### **Actualidad de la evaluación de la astronomía en Colombia**

En Colombia, la evaluación del aprendizaje astronómico aún se encuentra en una etapa incipiente y fragmentaria, que es evidentemente influenciada por la ausencia de la astronomía como un componente del currículo nacional y por el predominio de evaluaciones centradas en las ciencias naturales de manera general. Esta situación ha generado que la evaluación de la astronomía dependa de la iniciativa docente, de proyectos puntuales y de agrupaciones educativas que impulsan prácticas evaluativas contextualizadas fuera de los instrumentos estandarizados (Guevara-Montoya et al, 2024).

Esto se evidencia a partir de la situación actual demostrada en investigaciones que buscan diagnosticar la comprensión astronómica en estudiantes colombianos. Por ejemplo, un estudio realizado con 241 estudiantes de secundaria en el departamento de Boyacá, articulado con la fundación red AstroDidaxi, usó cuestionarios alineados con los estándares de aprendizaje del Ministerio de Educación Nacional para identificar áreas de fortaleza y debilidad en conocimientos astronómicos (Valderrama et al, 2024). En este caso, los autores destacaron la necesidad de mejorar la comprensión de temas complejos desde la didáctica de la astronomía, lo que por su parte evidencia que las evalua-

ciones actuales todavía no capturan realmente el sentido profundo del aprendizaje astronómico en estudiantes.

Este tipo de estudios no solo demuestra que Colombia es un país que aún vive y depende de resultados conceptuales, también evidencian la ausencia de un enfoque evaluativo coherente con las particularidades de los objetos de estudio astronómicos. La evaluación tradicional en Colombia, tal como se implementa en las pruebas estandarizadas y en las prácticas escolares habituales, tiende a medir contenidos conceptuales, sin articularlos con las prácticas de observación o la construcción de explicaciones científicas que caracterizan el aprendizaje astronómico profundo.

Igualmente, la investigación educativa en el país ha señalado la necesidad de fortalecer la formación docente en astronomía y su evaluación. Tesis recientes sobre cualificación docente en astronomía ponen en evidencia vacíos en la preparación de futuros profesores para diseñar y aplicar evaluaciones que consideren la especificidad del conocimiento astronómico y su enseñanza en contextos formales e informales (Valderrama, 2025). Esto limita las prácticas evaluativas a formas tradicionales que no permiten leer adecuadamente los procesos de construcción conceptual de los estudiantes.

Organizaciones como RECA Educación y proyectos como BARCo: Bringing Astronomy to Rural Communities of Colombia han aportado a la evaluación de la enseñanza astronómica desde una perspectiva más contextualizada con el territorio y participativa, especialmente en zonas rurales y comunidades con recursos educativos limitados. Estos programas han generado datos sobre la participación estudiantil, el interés

por la astronomía y el cambio en las prácticas docentes, lo que apunta indirectamente a una evaluación más cualitativa y formativa en contraste con los instrumentos estandarizados (Venugopal, 2025).

Se podría decir entonces, que la evaluación de la astronomía en Colombia se encuentra, en una fase donde el componente cuantitativo de las pruebas tradicionales coexiste con iniciativas exploratorias y cualitativas impulsadas por redes académicas, investigadores y proyectos educativos innovadores. Esta situación revela tensiones entre enfoques de medición centrados en resultados y aproximaciones que privilegian la comprensión profunda, la observación y el desarrollo de explicaciones científicas significativas para los estudiantes y sobre todo para su formar de vivir y habitar el mundo.

En respuesta a estas tensiones, organismos internacionales como la Oficina de Astronomía para la Educación (OAE) de la Unión Astronómica Internacional (IAU) han desarrollado marcos y herramientas evaluativas que podrían adaptarse a contextos locales como el colombiano. Estas herramientas promueven un enfoque más riguroso y basado en evidencias para evaluar programas de astronomía, considerando qué funciona, para quién y en qué condiciones.

Pero la implementación de procesos evaluativos más complejos y formativos enfrenta retos estructurales, como la carencia de indicadores específicos en las pruebas de estado y evaluaciones de ciencias, la capacidad limitada de formación docente en astronomía y la falta de recursos didácticos que permitan una evaluación sustentada y continua. Estas limitaciones requieren no solo innovación pe-



dagógica, también transformaciones conscientes en las políticas educativas que reconozcan la astronomía como un campo con criterios evaluativos propios y que promuevan su integración coherente dentro de las prácticas evaluativas nacionales.

### **Tendencias en los tipos de evaluación de la astronomía en Colombia**

- *Evaluación conceptual exploratoria alineada con estándares nacionales:*

Una tendencia reciente consiste en evaluar la comprensión astronómica desde una perspectiva exploratoria y cualitativa, alinear los instrumentos con los Estándares Básicos de Competencia del país y analizar cómo los estudiantes conceptualizan fenómenos astronómicos. Investigaciones como las ya mencionadas realizadas por la fundación red AstroDidaxis demuestran que la evaluación en astronomía en Colombia tiende a incorporar análisis de comprensión profunda de ideas, no únicamente medición de respuestas correctas, lo cual abre el campo para evaluaciones más conceptuales y menos memorísticas (Valderrama et al, 2024).

Pero esta tendencia se relaciona con tensiones importantes, pues, aunque se promueve una evaluación conceptual y exploratoria, su implementación se ve limitada por las prácticas escolares tradicionales y por exigencias institucionales de calificación y estandarización. Esto puede llevar a la evaluación conceptual ha aparece muchas veces como una intención pedagógica más que como una práctica conso-

lidad. Pero se debe destacar que es un avance significativo en la enseñanza y aprendizaje de la astronomía en Colombia, aunque muestra la necesidad de seguir problematizando las condiciones pedagógicas, institucionales, didácticas y políticas de la astronomía.

- *Evaluación en proyectos y enfoques pedagógicos innovadores:*

Proyectos educativos que incorporan enfoques STEAM y aprendizaje por proyectos están empezando a generar evaluaciones más integradas y significativas. Un proyecto de intercambio educativo entre estudiantes colombianos y costarricenses aplicado desde una perspectiva STEAM evaluó la experiencia educativa integral, considerando tanto la construcción del conocimiento como la colaboración y creatividad, aunque el artículo no describa detalladamente los instrumentos con el cual se realizó la evaluación, este tipo de procesos suele incluir autoevaluación, coevaluación y valoración de procesos, más que pruebas tradicionales (López-Gamboa y Muñoz, 2025).

En el caso de la astronomía, estas formas de evaluación resultan especialmente pertinentes, porque permiten reconocer tanto los productos finales del aprendizaje, como las formas en que los estudiantes articulan saberes, toman decisiones y construyen sentido a lo largo de la experiencia educativa. Así, la evaluación asociada a enfoques STEAM se configura como una tendencia emergente que busca dar cuenta de cómo se aprende astronomía en contextos complejos, pero de una forma creativa y consiente.

- *Evaluación formativa integrada en secuencias didácticas continuas*

En contextos de investigación-acción desarrollados en Colombia, la evaluación formativa integrada en secuencias didácticas se consolida como una tendencia significativa en la enseñanza de la astronomía. Este enfoque reconoce que el aprendizaje no se produce únicamente al final de una unidad, porque se manifiesta de manera progresiva a lo largo de toda la secuencia de enseñanza. La evaluación formativa continua permite observar cómo los estudiantes avanzan en su comprensión de fenómenos astronómicos y en la aplicación de prácticas de pensamiento asociadas, registrando cambios en las comprensiones de los conceptos, ajustes de modelos y desarrollo de habilidades cognitivas complejas (Martínez Raba et al., 2025).

Esta perspectiva refleja un interés por captar la dinámica real del aprendizaje, más allá de la mera acumulación de conocimientos. Pues al centrarse en el proceso, y no únicamente en los resultados finales, la evaluación formativa continua ofrece una mirada más completa sobre cómo se construye el conocimiento astronómico, favoreciendo intervenciones pedagógicas oportunas y ajustadas a las necesidades reales de los estudiantes.

- Evaluación indirecta a través de análisis de materiales educativos:

Un enfoque indirecto en la evaluación consiste en analizar los propios materiales educativos, como los libros de texto, y cómo estos abordan la astronomía, lo que permite pensar qué y cómo se está evaluando implícitamente a través de los recursos disponibles a docentes y estudiantes. Un estudio sobre 36 libros de texto del área de Ciencias Naturales encontró que, aunque existe presencia de contenidos astronómicos, no siempre se articulan con estrategias evaluativas claras ni se integran con prácticas de comprensión profunda (Reyes Sánchez et al., 2025).

Este tipo de evaluación destaca que la forma en que se seleccionan, organizan y presentan los contenidos educativos transmite criterios implícitos sobre qué se considera relevante y cómo se espera que los estudiantes demuestren su aprendizaje, es decir, como se espera que sean evaluados. En este sentido, la evaluación indirecta permite reflexionar sobre los límites y alcances de las prácticas evaluativas en astronomía, al evidenciar que parte de lo que se evalúa se encuentra incorporado en los materiales y en las decisiones pedagógicas, más que en instrumentos formales de medición de resultados.

- *Evaluación en espacios extracurriculares y clubes de astronomía:*

Los espacios extracurriculares en Colombia, como los clubes escolares de astronomía, se constituyen como escenarios emergentes para la evaluación del aprendizaje astronómico, aunque aún están poco documentados formalmente. Estas experiencias se caracterizan por enfoques

informales que valoran la participación activa, el desarrollo de proyectos, la elaboración de presentaciones y la colaboración entre estudiantes, priorizando habilidades como la comunicación científica, la investigación básica y la resolución de problemas. Investigaciones realizadas en el país destacan que estas prácticas permiten observar dimensiones del aprendizaje que a menudo permanecen ignoradas en el aula tradicional, evidenciando la diversidad de formas en que los estudiantes construyen conocimiento astronómico (Pinzón, 2016).

Este tipo de evaluación no tradicional se distingue por su carácter flexible y contextualizado, al permitir valorar procesos de aprendizaje continuo y dinámico en ambientes motivadores y autónomos. Al centrarse en la participación y la práctica activa, los clubes de astronomía ofrecen información valiosa sobre cómo los estudiantes integran conocimientos, habilidades y actitudes en situaciones reales de aprendizaje. Así, estas experiencias refuerzan la idea de que evaluar los procesos de educación astronómica no se limita a pruebas escritas o instrumentales, sino que puede abarcar también contextos que promueven exploración, curiosidad y construcción compartida de conocimiento.

### **Tensiones en la evaluación del aprendizaje en astronomía**

Como se evidencia a lo largo del capítulo la evaluación del aprendizaje en astronomía se sitúa en un campo de tensiones que no son meramente metodológicas, sino profundamente epistemológicas, didácticas y pedagógicas. Estas tensiones emergen de la distancia entre la naturaleza del conocimiento astronómico y las formas tradicionales mediante las cuales se

intenta, fallidamente, evaluarlo. En este sentido, evaluar todo lo relacionado con astronomía es un acto que implica asumir una determinada concepción de qué significa conocer, comprender y aprender fenómenos que exceden la experiencia inmediata (Lelliott y Rollnick, 2010).

Mientras que los sistemas educativos tienden a privilegiar evaluaciones que producen evidencias rápidas, comparables y cuantificables, el aprendizaje astronómico se construye de manera gradual, acumulativa y no lineal. Los procesos de observación prolongada, ajuste conceptual y reorganización de modelos desafían formatos evaluativos que buscan respuestas inmediatas y cerradas (Sadler, 1998). Esta tensión plantea una cuestión fundamental ¿Qué queda fuera de la evaluación cuando se prioriza el resultado por encima del proceso?

Asimismo, se evidencia una tensión entre el lenguaje científico y el pensamiento astronómico. La evaluación suele centrarse en la corrección terminológica y en el uso adecuado de conceptos científicos, lo que casi siempre invisibiliza la estructura del pensamiento del estudiante. En la astronomía, el dominio del vocabulario no garantiza la comprensión de relaciones espaciales, temporales o causales complejas (diSessa, 2014). Evaluar desde el lenguaje sin prestar atención al pensamiento que lo sostiene puede generar una ilusión de aprendizaje que no necesariamente corresponde con una comprensión verdadera.

Otra tensión muy clara en el capítulo es la relación entre la experiencia observacional y la abstracción modelizada. El aprendizaje astronómico se apoya tanto en la observación del cielo como en el uso de modelos que explican fenómenos.

Sin embargo, las evaluaciones tienden a privilegiar el dominio de los modelos formales, relegando la experiencia observacional a un lugar secundario o implícito (Plummer, 2014). Esta jerarquización introduce una tensión entre lo que se aprende mirando el cielo y lo que se valida evaluativamente en el aula, afectando el reconocimiento de la observación como forma legítima de conocimiento.

Asimismo, se evidencia una tensión entre evaluaciones estandarizadas y aprendizajes situados. En contextos como el colombiano, donde las condiciones geográficas, culturales y materiales influyen significativamente en la experiencia astronómica, las evaluaciones tienden a desconocer la diversidad de trayectorias de aprendizaje. La astronomía, profundamente ligada al contexto de observación y a las prácticas culturales, desafía evaluaciones que no consideran estas variaciones y que buscan uniformidad en los desempeños (Camino et al., 2016).

En cuanto al error aparece una tensión fundamental entre la lógica del error como déficit y el error como parte constitutiva del aprendizaje. En astronomía, las concepciones alternativas y los modelos intermedios no son equivocaciones o errores, son expresiones del proceso de construcción conceptual. Sin embargo, muchas prácticas evaluativas siguen centradas bajo una lógica correctiva que castiga estas formas de pensamiento, en lugar de comprenderlas como indicios de transición y reorganización de los conceptos y pensamientos (Vosniadouy Brewer, 1992). Esta tensión cuestiona el lugar que ocupa el error en la evaluación del aprendizaje astronómico, y de las ciencias en general.

Reconocer estas tensiones no implica resolverlas de manera inmediata, sino asumirlas como parte constitutiva de la evaluación en la educación astronómica, y da lugar a pensar en ¿Cómo pueden los docentes equilibrar la necesidad de medir resultados con la intención de acompañar procesos de aprendizaje significativos? ¿De qué manera se puede valorar tanto la construcción de conocimiento como la aplicación de habilidades observacionales y de razonamiento? Lejos de ser obstáculos, estas tensiones revelan los límites de los enfoques evaluativos tradicionales y abren la posibilidad de pensar la evaluación como una práctica reflexiva, interpretativa y coherente con la naturaleza del conocimiento astronómico, pero ¿Qué criterios podrían guiar esta evaluación para que sea significativa y formativa, y no meramente declarativa?

## CONCLUSIONES

La evaluación del aprendizaje en astronomía no puede ser comprendida como un procedimiento técnico ni como un acto neutro de medición. A lo largo de este capítulo se ha argumentado que evaluar astronomía implica, necesariamente, adoptar una posición epistemológica respecto a qué significa conocer fenómenos celestes y cómo dicho conocimiento se construye, se transforma y se hace visible en los procesos educativos.



El análisis de la evaluación en el contexto colombiano ha mostrado un panorama heterogéneo, marcado por la ausencia de criterios evaluativos específicos para la astronomía y por la coexistencia de enfoques diversos, que van desde evaluaciones conceptuales exploratorias hasta prácticas formativas y contextualizadas impulsadas por proyectos educativos y redes académicas. Este escenario revela tanto avances importantes como limitaciones estructurales, especialmente en lo que respecta a la formación docente y a la integración de la astronomía como objeto evaluativo con identidad propia.

Las tensiones identificadas, entre medición y comprensión, entre lenguaje y pensamiento, entre observación y modelización, entre estandarización y contextualización, no deben entenderse como obstáculos a resolver de manera inmediata, sino como rasgos constitutivos de la evaluación en astronomía. Reconocer estas tensiones permite desplazar la evaluación desde una lógica de control hacia una práctica interpretativa, orientada a comprender cómo los estudiantes construyen sentido sobre el cielo y cómo transitan entre la experiencia y el modelo científico.

En este marco, la evaluación adquiere un sentido formativo que trasciende la validación de resultados. Evaluar en astronomía implica hacer visibles procesos de pensamiento, reconocer comprensiones parciales, leer errores como expresiones de transición conceptual y valorar prácticas como la observación, el registro y la modelización como formas legítimas de conocimiento. Este enfoque no solo es coherente con la naturaleza del conocimiento astronómico, sino que amplía las posibilidades pedagógicas de la evaluación como parte integral del aprendizaje.

Además, repensar la evaluación en la educación astronómica es una tarea necesaria para fortalecer la enseñanza de las ciencias y para abrir espacios de reflexión sobre qué conocimientos se legitiman en la escuela y bajo qué criterios. Más que ofrecer respuestas cerradas, se propone dejar abierta una pregunta fundamental que atraviesa todo el análisis, ¿Qué tipo de pensamiento se reconoce y cuál se ignora cuando se evalúa el aprendizaje de la astronomía?

## REFERENCIAS

- Bozzoli, M. (2006). El rol de las representaciones visuales y el concepto de observación en astronomía. Versiones. Revista de Filosofía, 6, 35–46. <https://share.google/JYOd4ypuS7tVtcTro>
- Bozzoli, M. (2020). El concepto de observación y su rol en la enseñanza de la astronomía: Una aproximación epistemológica. Revista de Enseñanza de la Física, 32(1), 157 – 173. <https://doi.org/10.55767/2451.6007.v32.n1.28941>
- Bozzoli, M. (2021). La historia de la astronomía y su rol en la enseñanza de la filosofía de la astronomía. Acta Scientiarum. Human and Social Sciences, 43(1), e59084. <https://doi.org/10.4025/actascihumansoc.v43i1.59084>
- Camino, N., Nardi, R., Pedreros, R. I., García, E. A. H., & Castiblanco, O. (2016). Retos de la enseñanza de la astronomía en Latinoamérica. Góndola, Enseñanza y

Aprendizaje de las Ciencias, 11, 5–6. <https://doi.org/10.14483/23464712.10617>

- Chiapello, S., Royo, C. G., Sánchez, T. M., & Escagedo, C. P. (2011). La evaluación como mecanismo de control del proceso de enseñanza/aprendizaje colaborativo. En IX Jornades de xarxes d'investigació en docència universitària: Disseny de bones pràctiques docents en el context actual (pp. 1798–1810).
- diSessa, A. A. (2014). A history of conceptual change research: Threads and fault lines. En R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 88–108). Cambridge University Press.
- Guevara-Montoya, S., Ortiz-Ferreira, F., Silva-Arévalo, M. P., Niño-Muñoz, P. A., & Forero-Romero, J. E. (2024). Astronomía en Colombia: Una perspectiva bibliométrica. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 48(188), 638–657. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.2589>
- Heuritsch, J. (2023). The evaluation gap in astronomy —explained through a rational choice framework. *Publications*, 11(2), 33. <https://doi.org/10.3390/publications11020033>
- Lelliott, A., & Rollnick, M. (2010). Big ideas: A review of astronomy education research 1974–2008. *International Journal of Science Education*, 32(13), 1771–1799. <https://doi.org/10.1080/09500690903214546>
- López-Gamboa, M. V., & Muñoz García, D. A. (2025). Proyecto de astronomía: Experiencia de su ejecución desde la educación STEAM, un intercambio de

aprendizajes entre personas estudiantes de Colombia y Costa Rica. *Innovaciones Educativas*, 27(43), 219–235. <https://doi.org/10.22458/ie.v27i43.5379>

- Martínez Raba, D. F., Moreno Católico, A. A., Valderrama, D. A., & Vargas Domínguez, S. (2025). Pensamiento computacional en la enseñanza de la astrofísica estelar: Análisis desde una intervención didáctica. *Revista Ciencias Pedagógicas e Innovación*, 13(1), 00–00. <https://doi.org/10.26423/rcpi.v13i1.811>
- Nussbaum, J., & Novak, J. D. (1976). An assessment of children's concepts of the earth utilizing structured interviews. *Science Education*, 60(4), 535–550. <https://doi.org/10.1002/sce.3730600414>
- Pinzón, J. (2016). Clubes de astronomía: Didáctica de enseñanza de la ciencia y la investigación. *Fedumar Pedagogía y Educación*, 1(1), 139–149. <https://revistas.umariana.edu.co/index.php/fedumar/article/view/1124>
- Plummer, J. D. (2014). Spatial thinking as the dimension of progress in an astronomy learning progression. *Studies in Science Education*, 50(1), 1–45. <https://doi.org/10.1080/03057267.2013.869039>
- Reyes Sánchez, K., Caicedo Zambrano, J., & Muñoz Burbano, Z. (2025). Enseñanza de la astronomía en Colombia: Análisis de libros de texto / Teaching astronomy in Colombia: Textbook analysis. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 5(2), 97–124. <https://doi.org/10.51660/ripie52320>

- Romero, G. P., & Tarquino Cabra, M. (2023). Experiencias sobre fenómenos astronómicos en la escuela por medio de historietas y la escritura. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 18(Especial), 92–106. <https://doi.org/10.14483/23464712.21336>
- Sadler, D. R. (1998). Formative assessment: Revisiting the territory. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 77–84. <https://doi.org/10.1080/0969595980050104>
- Valderrama, D. A. (2025). Cualificación para la enseñanza de la astronomía en el contexto de la formación inicial docente [Tesis doctoral, Universidad Pontificia Bolivariana].
- Valderrama, D. A., Camino, N. E., González Pardo, L. M., Guzmán Rodríguez, J. C., & Umbarila Benavides, J. D. (2024). Conocimientos sobre astronomía en estudiantes de educación secundaria en Colombia: Una evaluación desde la fundación AstroDidaxis. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 4(2), 243–274. <https://doi.org/10.51660/ripie42173>
- Venugopal, R. (2025, September 23). Astronomy project strengthens science capacity in 110 rural Colombian schools. IAU Office of Astronomy for Development. <https://share.google/4Jx1DhuJ5l9Fmrjci>
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24(4), 535–585. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(92\)90018-W](https://doi.org/10.1016/0010-0285(92)90018-W)







capítulo 6

# RETOS Y ESTRATEGIAS FRENTE A LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA EN COLOMBIA

Santiago Vargas Domínguez<sup>1</sup>

Angela Pérez Henao<sup>2</sup>

Cristian Goetz Theran<sup>3</sup>





## INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la astronomía enfrenta múltiples desafíos en Colombia, un país cuya diversidad geográfica y socioeconómica impacta significativamente el acceso equitativo a recursos educativos. Su enseñanza efectiva requiere superar barreras relacionadas con la formación docente, la visualización de conceptos abstractos y la integración de la disciplina en los programas curriculares (Valderrama et al., 2021; Ampartzaki et al., 2024).

Uno de los retos más importantes radica en la falta de formación específica para los docentes, muchos de los cuales carecen de las herramientas conceptuales y prácticas necesarias para abordar de manera rigurosa los temas astronómicos. Según Gonzatti et al. (2013), esta carencia genera una enseñanza fragmentada y superficial que limita la comprensión profunda de los fenómenos astronómicos y su conexión con otras disciplinas científicas. Además, la necesidad de visualizar conceptos tridimensionales y modelizar fenómenos complejos, como los movimientos planetarios o las interacciones gravitacionales, presenta un desafío tanto para los educadores como para los estudiantes (Eriksson, 2015).

El pensamiento espacial, fundamental para comprender la astronomía, a menudo no es promovido de manera adecuada en los entornos de aprendizaje. Eriksson (2019) destaca que la capacidad de "leer el cielo", integrando el conocimiento

disciplinario, el discernimiento y el pensamiento espacial, es esencial para optimizar los resultados del aprendizaje en astronomía. Sin embargo, esta habilidad requiere ser desarrollada a través de estrategias pedagógicas específicas y materiales didácticos accesibles. En Colombia, la falta de recursos tecnológicos y materiales educativos, especialmente en regiones rurales, agrava esta situación (OAE, 2020).

A pesar de estos retos, la astronomía sigue siendo una disciplina excepcionalmente atractiva, capaz de despertar el interés por las ciencias y fomentar habilidades críticas, analíticas y creativas. Según De Greve (2009), su enseñanza ofrece oportunidades únicas para explorar enfoques didácticos innovadores, como el uso de juegos interactivos, proyectos colaborativos y la educación no formal mediante actividades de observación del cielo. Además, la astronomía puede servir como un medio para conectar el método científico con problemas reales, enseñando a los estudiantes la importancia de la recolección de datos, el análisis crítico y la construcción de modelos mentales (Taylor et al., 2003).

En este capítulo, se examinan los principales retos que enfrenta la enseñanza de la astronomía en Colombia y se proponen estrategias que buscan transformar estos desafíos en oportunidades. A partir de enfoques pedagógicos innovadores y la integración de tecnologías accesibles, se plantean soluciones que no solo buscan mejorar la calidad de la enseñanza, sino también garantizar una educación más inclusiva y contextualizada, adaptada a las realidades del país. La astronomía, con su capacidad para inspirar curiosidad y conectar disciplinas, tiene el potencial de posicionarse como una herramienta esencial para el desarrollo educativo, científico y cultural en Colombia.

## METODOLOGÍA

Esta sección se desarrolló a partir de un enfoque cualitativo que combina una revisión sistemática de literatura académica, un análisis crítico de proyectos educativos y la recopilación de experiencias prácticas relacionadas con la enseñanza de la astronomía en Colombia entre 2010 y 2024. Este abordaje permitió construir una visión comprensiva y contextualizada de los desafíos y estrategias implementadas en la educación astronómica, teniendo en cuenta la diversidad cultural, social y geográfica del país.

La revisión incluyó una búsqueda en bases de datos académicas internacionales, como Scopus, Web of Science, Redalyc y SciELO, así como repositorios nacionales de universidades colombianas. Se seleccionaron documentos que abordan específicamente la enseñanza de la astronomía en distintos niveles educativos, priorizando estudios con enfoques interdisciplinarios, interculturales y metodologías innovadoras. También se incorporaron informes y documentos clave de organismos internacionales como la Oficina de Astronomía para la Educación (OAE), que proveen un marco global para la enseñanza de la astronomía.

### **Los criterios de selección incluyeron:**

- Relevancia temática: Publicaciones que abordan retos, estrategias pedagógicas e innovaciones en la enseñanza de la astronomía.

- Rigor metodológico: Investigaciones con marcos teóricos sólidos y diseños metodológicos claros.

- Perspectiva contextual: Estudios que consideran las particularidades del sistema educativo colombiano y sus realidades locales.

- Adicionalmente, se consultaron estudios específicos recientes, como el de Sanabria García (2023), que analiza la formación autodidacta de docentes, el impacto de los clubes de astronomía y la importancia de enfoques interculturales en contextos con poblaciones indígenas.

Este tipo de investigaciones aportaron valiosos insumos para comprender cómo estas iniciativas pueden integrarse en la enseñanza formal y no formal de la astronomía.

### **Áreas clave de análisis**

El análisis se estructuró en torno a tres áreas fundamentales, que permitieron un abordaje holístico de los retos y oportunidades en la enseñanza de la astronomía:

- Formación docente en astronomía: Se exploraron las competencias específicas que los docentes necesitan para enseñar astronomía de manera efectiva. Esto incluyó la evaluación de programas de capacitación existentes, tanto autodidactas como institucionales, y la identificación de carencias en la formación inicial y continua. También se analizaron estrategias para fortalecer la preparación docente mediante recursos accesibles, tecnologías digitales y experiencias prácticas como la observación del cielo nocturno.

- Enfoques pedagógicos innovadores: Se identificaron metodologías activas y participativas que promuevan el interés de los estudiantes en astronomía, tales como el aprendizaje basado en proyectos, la indagación científica, el uso de simuladores digitales y la integración de actividades interdisciplinarias. Además, se evaluó la eficacia de clubes de astronomía y actividades extracurriculares en la promoción del pensamiento crítico y la curiosidad científica.

- Integración de metodologías interdisciplinarias e interculturales: Se examinó cómo la astronomía puede ser una herramienta para conectar disciplinas como la física, la geografía, la matemática y la historia. Particularmente, se destacaron los enfoques interculturales que valoran los saberes ancestrales de comunidades indígenas y campesinas, incorporándolos en la enseñanza formal para promover una educación más inclusiva y significativa.

## **RESULTADOS**

Cuatro problemáticas fundamentales influyen en el desarrollo de la enseñanza de la astronomía en el contexto educativo colombiano: las dificultades para la visualización y modelización mental, la falta de formación específica para los docentes, la fragmentación en los enfoques pedagógicos y los desafíos asociados a la creación de materiales didácticos efectivos. Cada una de estas áreas representa un obstáculo clave para el aprendizaje profundo y significativo de los

estudiantes, así como para la implementación de estrategias pedagógicas innovadoras por parte de los docentes.

Mediante el análisis y la integración de experiencias prácticas, el contenido desarrollado identifica los problemas actuales y propone estrategias concretas para superarlos. Desde la incorporación de tecnologías avanzadas y enfoques pedagógicos interdisciplinarios hasta la promoción de actividades extracurriculares y la creación de materiales contextualizados, se destacan soluciones que buscan transformar la enseñanza de la astronomía en Colombia. Este análisis refleja la urgencia de abordar estos desafíos para garantizar una educación científica de calidad que despierte la curiosidad, fomente el pensamiento crítico y prepare a los estudiantes para enfrentar los retos del mundo moderno.

### **Dificultades de visualización y modelización mental**

La visualización y la modelización mental son habilidades esenciales para comprender conceptos astronómicos. Sin embargo, estas habilidades presentan desafíos significativos en la enseñanza de la astronomía, ya que los fenómenos astronómicos suelen ser abstractos, tridimensionales y ocurren en escalas temporales y espaciales que exceden la experiencia cotidiana de los estudiantes. Este desajuste entre las representaciones abstractas y la percepción directa del mundo complica la comprensión de conceptos clave como los movimientos orbitales, las interacciones gravitacionales y las distancias astronómicas.

- *Problemas clave en la visualización astronómica*

*Representaciones bidimensionales limitadas:* Los libros de texto y diagramas tradicionales tienden a representar fenómenos astronómicos en dos dimensiones, lo que simplifica demasiado su naturaleza tridimensional. Por ejemplo, las órbitas de los planetas suelen representarse como elipses planas en lugar de sistemas dinámicos en el espacio. Esto puede llevar a una comprensión incompleta o errónea, como la idea de que las órbitas están estáticas en lugar de ser influenciadas continuamente por fuerzas gravitacionales.

*Escalas temporales y espaciales incomprensibles:* Las vastas distancias y tiempos asociados a los fenómenos astronómicos son difíciles de conceptualizar. Fenómenos como la formación de una estrella o las colisiones entre galaxias, que ocurren en millones o miles de millones de años, son abstractos para los estudiantes y no se relacionan fácilmente con sus experiencias diarias. Esto limita su capacidad para construir una comprensión significativa.

*Dificultad para interpretar sistemas dinámicos:* Muchos estudiantes tienen problemas para visualizar cómo los fenómenos astronómicos cambian con el tiempo, como el movimiento relativo entre la Tierra, el Sol y la Luna que da lugar a las fases lunares y los eclipses. Según Eriksson (2019), estas dificultades se deben a que los estudiantes tienden a conceptualizar el movimiento como eventos estáticos en lugar de procesos dinámicos.

- *Factores que contribuyen a estas dificultades*

*Limitaciones en el uso de recursos tecnológicos:* Aunque herramientas como simuladores astronómicos (Stellarium, Universe Sandbox) y planetarios digitales pueden mejorar la comprensión de los fenómenos tridimensionales, su uso sigue siendo limitado en muchas escuelas colombianas debido a la falta de acceso a tecnología o capacitación docente (Sanabria García, 2023). La ausencia de estos recursos perpetúa un aprendizaje centrado en representaciones planas y descontextualizadas.

*Modelos mentales previos inadecuados:* Los estudiantes suelen llegar a las aulas con concepciones erróneas sobre fenómenos astronómicos, como la idea de que el Sol gira alrededor de la Tierra o que las estaciones son causadas por la distancia variable entre la Tierra y el Sol. Estas ideas preconcebidas, si no se abordan, pueden interferir con la construcción de modelos mentales correctos.

*Falta de formación docente en visualización tridimensional:* Muchos docentes no han recibido capacitación suficiente para enseñar conceptos astronómicos utilizando métodos y recursos que fomenten el pensamiento espacial. Esto limita su capacidad para diseñar actividades que ayuden a los estudiantes a conceptualizar fenómenos tridimensionales y dinámicos.

- *Estrategias para abordar las dificultades*

*Integración de tecnologías avanzadas de visualización:* Herramientas tecnológicas como simuladores interactivos y aplicaciones de realidad aumentada (RA) pueden ayudar a los



estudiantes a visualizar fenómenos tridimensionales y dinámicos. Por ejemplo, aplicaciones como Google Sky y Stellarium permiten explorar el cielo nocturno en tiempo real y entender la relación entre los cuerpos celestes desde diferentes perspectivas. Estas tecnologías ofrecen una experiencia inmersiva que facilita la construcción de modelos mentales más precisos.

*Uso de estrategias pedagógicas basadas en la construcción de modelos:* En lugar de depender únicamente de recursos visuales tradicionales, se pueden emplear actividades prácticas como la construcción de modelos físicos o digitales para representar fenómenos astronómicos. Taylor et al. (2003) proponen una estrategia de cuatro fases que incluye la exploración de modelos iniciales, su crítica, la reconstrucción y la aplicación en nuevos contextos, lo que ayuda a los estudiantes a refinar su comprensión.

*Actividades de observación directa:* La observación directa del cielo, con o sin telescopios, es una estrategia valiosa para superar las barreras de visualización. Estas actividades permiten a los estudiantes conectar lo que ven en el cielo con los modelos abstractos que aprenden en el aula. Sanabria García (2023) destaca que estas experiencias prácticas no solo mejoran la comprensión conceptual, sino que también despiertan el interés y la curiosidad de los estudiantes.

*Promoción del pensamiento espacial:* Diseñar entornos de aprendizaje que promuevan el razonamiento espacial, como mapas estelares interactivos o simulaciones de realidad virtual, puede mejorar significativamente la capacidad de los estudiantes para visualizar y comprender sistemas astronómicos. Según Plummer (2024), el pensamiento espacial es una

habilidad esencial para el aprendizaje de la astronomía, y su desarrollo debe ser una prioridad en los currículos escolares.

- *Impacto de abordar las dificultades de visualización*

La implementación de estrategias que mejoren la visualización y la modelización mental no solo facilita el aprendizaje de conceptos astronómicos, sino que también fortalece habilidades transversales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la curiosidad científica. Además, estas estrategias contribuyen a reducir las concepciones erróneas persistentes y a promover una comprensión más profunda y duradera de los fenómenos astronómicos. La integración de tecnologías inmersivas y enfoques pedagógicos innovadores ofrece un camino prometedor para superar las barreras actuales en la enseñanza de la astronomía en Colombia.

### **Falta de formación específica para los docentes**

La falta de formación específica en astronomía para los docentes es uno de los retos más importantes que enfrenta la enseñanza de esta disciplina en Colombia. Aunque muchos profesores de ciencias naturales poseen una formación generalista, no cuentan con el conocimiento especializado ni con las herramientas pedagógicas necesarias para abordar los conceptos astronómicos de manera efectiva. Esta brecha afecta la calidad de la enseñanza, la comprensión de los estudiantes y, en última instancia, su interés por la astronomía.

- *Factores que contribuyen a la falta de formación específica*

*Ausencia de programas especializados:* La astronomía no se encuentra integrada como una asignatura clave en los programas de formación docente en ciencias naturales en Colombia. Según el informe de la Oficina de Astronomía para la Educación (OAE, 2020), más del 60% de los docentes en el país no reciben formación continua en astronomía, lo que resulta en un conocimiento superficial de los contenidos básicos y en la incapacidad de manejar herramientas tecnológicas o metodologías específicas.

*Falta de capacitación continua:* En muchas instituciones educativas, las oportunidades para la actualización profesional son limitadas. La capacitación en astronomía suele depender de iniciativas autodidactas de los propios docentes o de programas extracurriculares. Sanabria García (2023) destaca que, aunque algunos educadores participan en eventos educativos o proyectos relacionados con la astronomía, estas oportunidades no son suficientes para compensar la carencia de formación sistemática y estructurada.

*Escasez de recursos pedagógicos específicos:* La carencia de materiales didácticos adaptados y accesibles para la enseñanza de la astronomía dificulta el diseño de actividades efectivas en el aula. Esto se suma a la falta de capacitación en el uso de tecnologías como simuladores astronómicos o planetarios digitales, que podrían facilitar la enseñanza de fenómenos complejos.

*Desigualdades en la formación docente según el contexto:* Las disparidades entre las instituciones educativas públicas y privadas agravan este problema. Según Sanabria García

(2023), solo el 8.84% de las instituciones privadas incluyen la astronomía como parte de su currículo formal, mientras que en las instituciones públicas esta cifra es aún más baja, con apenas un 4.42%. Esto refleja la necesidad de un enfoque más equitativo en la formación docente, especialmente en regiones rurales y con recursos limitados.

- *Consecuencias de la falta de formación específica*

*Enseñanza superficial y fragmentada:* Los docentes que carecen de una formación sólida tienden a presentar los contenidos astronómicos de manera superficial y desconectada, lo que impide que los estudiantes desarrollen una comprensión profunda e integrada. Según Valderrama et al. (2021), esta fragmentación del conocimiento afecta la percepción de la astronomía como una disciplina interdisciplinaria y relevante.

*Reproducción de concepciones erróneas:* La falta de conocimientos especializados en astronomía por parte de los docentes puede llevar a la transmisión de ideas equivocadas. Por ejemplo, algunos profesores no logran explicar correctamente fenómenos como las estaciones o las fases de la Luna debido a su propia incompreensión de estos conceptos.

*Desinterés de los estudiantes:* Una enseñanza inadecuada no solo limita el aprendizaje, sino que también desmotiva a los estudiantes, privándolos de la oportunidad de explorar el universo y desarrollar una curiosidad científica genuina.

- *Estrategias para superar la falta de formación docente*

*Incorporación de la astronomía en los programas de formación docente:* Es crucial que las universidades incluyan cursos específicos de astronomía en los programas de licenciatura en ciencias naturales y formación pedagógica. Estos cursos deben abordar tanto los contenidos teóricos como las estrategias didácticas necesarias para enseñar astronomía en diferentes niveles educativos.

*Capacitación continua y accesible:* La implementación de programas de formación continua, tanto presenciales como virtuales, es esencial para garantizar que los docentes puedan actualizarse en temas astronómicos. Iniciativas como talleres, seminarios y cursos en línea, organizados por instituciones como la OAE, pueden ayudar a cerrar esta brecha. Además, herramientas digitales como Google Sky y Stellarium podrían formar parte de estas capacitaciones.

*Fomento de la autoformación apoyada:* Si bien la formación autodidacta ha sido un recurso valioso para muchos docentes (Sanabria García, 2023), es necesario complementarla con el acceso a recursos y plataformas que faciliten el aprendizaje independiente. Por ejemplo, bibliotecas digitales, tutoriales y comunidades virtuales de aprendizaje pueden ser un soporte importante para los educadores.

*Fortalecimiento de la colaboración entre astrónomos y docentes:* La creación de redes de colaboración entre astrónomos profesionales y docentes puede enriquecer la enseñanza de la astronomía. Estas redes podrían incluir asesorías, creación de materiales didácticos y acceso a eventos como observaciones astronómicas y conferencias.

*Adaptación a contextos locales:* Es importante diseñar programas de formación que consideren las necesidades específicas de los docentes según su contexto geográfico y sociocultural. Por ejemplo, en comunidades indígenas, un enfoque intercultural que integre los saberes tradicionales con los conocimientos científicos podría ser particularmente efectivo (Sanabria García, 2023).

- *Impacto de la formación específica en astronomía*

Mejorar la formación docente en astronomía tiene un impacto directo en la calidad de la enseñanza. Los educadores que cuentan con una preparación adecuada pueden abordar los conceptos astronómicos con mayor confianza y creatividad, diseñar actividades significativas y despertar el interés de los estudiantes por la ciencia. Además, una formación sólida permite a los docentes utilizar tecnologías avanzadas y enfoques innovadores, lo que contribuye a una experiencia educativa más enriquecedora y transformadora.

La astronomía tiene un potencial único para inspirar a estudiantes de todas las edades, pero este potencial solo puede materializarse si los docentes están preparados para enseñar la disciplina con rigor y entusiasmo. Por lo tanto, invertir en la formación específica de los educadores es una estrategia clave para superar las barreras actuales y fomentar una educación astronómica de calidad en Colombia.

## Enseñanza fragmentada y superficial

La enseñanza de la astronomía en Colombia se caracteriza, en muchos casos, por un enfoque fragmentado y superficial. Esta situación, ampliamente documentada por investigadores como Valderrama et al. (2021) y Sanabria García (2023), afecta no solo la comprensión profunda de los fenómenos astronómicos, sino también la percepción de la astronomía como una disciplina interdisciplinaria y esencial en la educación científica. La falta de una integración coherente de la astronomía en el currículo escolar y la carencia de estrategias pedagógicas articuladas limitan el impacto que esta ciencia puede tener en el desarrollo cognitivo y crítico de los estudiantes.

- *Causas de la fragmentación en la enseñanza de la astronomía*

*Inexistencia de un currículo formal estructurado:* En Colombia, la astronomía suele ser abordada de manera tangencial en los programas de Ciencias Naturales. Los contenidos relacionados, como el sistema solar, las fases de la Luna y el movimiento de los astros, aparecen de forma aislada y sin una progresión conceptual adecuada a lo largo de los niveles educativos (Valderrama et al., 2021). Además, según Sanabria García (2023), solo un porcentaje muy bajo de instituciones educativas, tanto públicas como privadas, dedican un espacio formal a la enseñanza de esta disciplina. Este vacío curricular refleja una falta de reconocimiento de la astronomía como una ciencia interdisciplinaria que puede conectar conceptos de física, matemáticas, biología y geografía.

*Desconexión entre los niveles educativos:* Otro factor que contribuye a la fragmentación es la falta de continuidad en la enseñanza de la astronomía entre los diferentes niveles educativos. Los estudiantes suelen aprender conceptos básicos en la educación primaria, pero esta rara vez se retoman o profundizan en la educación secundaria. Este enfoque fragmentado impide que los estudiantes construyan una comprensión integral de los fenómenos astronómicos, afectando su capacidad para relacionar estos conocimientos con otros campos científicos.

*Ausencia de interdisciplinariedad:* La astronomía, al ser una ciencia que combina múltiples disciplinas, requiere un enfoque integrado en su enseñanza. Sin embargo, en el contexto colombiano, la enseñanza de la astronomía está desvinculada de otras áreas del conocimiento, lo que limita su potencial para generar conexiones significativas entre diferentes conceptos científicos (Sanabria García, 2023).

*Dependencia de los enfoques tradicionales:* La enseñanza de la astronomía en muchas instituciones depende de métodos tradicionales y memorísticos, en los que los estudiantes son expuestos a datos y conceptos aislados sin explorar sus aplicaciones prácticas o su relevancia en la vida cotidiana. Este enfoque superficial dificulta el desarrollo de habilidades científicas críticas, como la indagación y el pensamiento analítico.

- *Consecuencias de una enseñanza fragmentada y superficial*

*Falta de comprensión integral:* La fragmentación del conocimiento limita la capacidad de los estudiantes para com-



prender la astronomía como un sistema interconectado. Por ejemplo, conceptos como las fases de la Luna o los eclipses se enseñan de manera aislada, sin vincularlos a principios físicos subyacentes, como las interacciones gravitacionales o los movimientos orbitales.

*Pérdida de interés estudiantil:* La presentación de la astronomía como una lista de hechos desconectados reduce su atractivo para los estudiantes. Esto contribuye a una falta de motivación y desinterés por explorar la astronomía como un campo dinámico y fascinante de la ciencia.

*Limitaciones en el desarrollo de competencias científicas:* Una enseñanza superficial dificulta el desarrollo de habilidades fundamentales, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la capacidad para formular hipótesis. Estos elementos son esenciales no solo para la astronomía, sino para la educación científica en general.

*Desperdicio del potencial educativo de la astronomía:* La astronomía tiene un enorme potencial para inspirar a los estudiantes y fomentar el pensamiento interdisciplinario. Sin embargo, la fragmentación en su enseñanza impide que esta disciplina sea utilizada como una herramienta para integrar áreas de conocimiento y para desarrollar una comprensión más amplia del universo y nuestro lugar en él.

- *Estrategias para superar la enseñanza fragmentada*

*Desarrollo de un currículo integrado y progresivo:* Es esencial diseñar un currículo que articule los contenidos astronómicos de manera progresiva y coherente, desde la educación primaria hasta la media vocacional. Este currículo

debe incluir competencias específicas, conceptos clave y actividades prácticas que permitan a los estudiantes conectar los temas astronómicos con otros campos científicos.

*Fomentar enfoques interdisciplinarios:* La astronomía debe ser utilizada como una herramienta para conectar áreas como la física, las matemáticas, la geografía y la biología. Por ejemplo, el estudio de los movimientos planetarios puede integrarse con conceptos de mecánica clásica, mientras que la exploración de las estrellas puede vincularse con la química y la biología.

*Implementar metodologías activas y basadas en proyectos:* Actividades de aprendizaje basadas en proyectos (PBL) pueden ser una solución efectiva para superar la fragmentación. Por ejemplo, los estudiantes podrían desarrollar proyectos como construir maquetas del sistema solar, realizar simulaciones del movimiento orbital o participar en observaciones astronómicas. Estas metodologías fomentan la indagación, la colaboración y la aplicación práctica de los conocimientos.

*Capacitación docente en enfoques integradores:* Los docentes deben ser capacitados para enseñar la astronomía desde una perspectiva integradora. Esto incluye proporcionarles herramientas pedagógicas que les permitan relacionar los conceptos astronómicos con otras disciplinas y diseñar actividades significativas para sus estudiantes.

*Promoción de actividades extracurriculares:* Espacios como clubes de astronomía, talleres y observaciones nocturnas pueden complementar el aprendizaje en el aula. Sanabria García (2023) destaca que los espacios extracurriculares no solo permiten a los estudiantes explorar la astronomía de

manera más libre y creativa, sino que también ayudan a superar la fragmentación del conocimiento al proporcionar experiencias prácticas y conectadas.

- *Impacto esperado de una enseñanza más integrada*

Superar la fragmentación en la enseñanza de la astronomía tiene el potencial de transformar la forma en que los estudiantes perciben y aprenden esta disciplina. Al adoptar enfoques más integrados e interdisciplinarios, los estudiantes podrán desarrollar una comprensión más rica y profunda de los fenómenos astronómicos, así como habilidades científicas transferibles a otros campos. Además, una enseñanza más coherente y atractiva puede despertar en los estudiantes una mayor curiosidad por la ciencia y fomentar su interés en carreras relacionadas con la investigación y la tecnología.

La astronomía, con su capacidad única para conectar diversas áreas del conocimiento y estimular la imaginación, puede convertirse en un pilar de la educación científica en Colombia. Sin embargo, para lograr este objetivo, es necesario superar los enfoques fragmentados y garantizar que la enseñanza de esta disciplina sea accesible, relevante e inspiradora para todos los estudiantes.

### **Desafíos en la creación de materiales didácticos**

La creación de materiales didácticos eficaces para la enseñanza de la astronomía en Colombia representa uno de los mayores retos que enfrentan docentes y estudiantes, particularmente en contextos con limitaciones tecnológicas y recursos insuficientes. Estos desafíos no solo afectan la

calidad del aprendizaje, sino también la capacidad de los docentes para ofrecer experiencias significativas y prácticas en el aula. Además, como subraya Sanabria García (2023), el acceso desigual a herramientas tecnológicas, como telescopios, simuladores y plataformas digitales, exacerba estas dificultades, especialmente en instituciones públicas y zonas rurales.

- *Principales retos en la creación de materiales didáctico*

*Acceso desigual a recursos tecnológicos:* Muchas instituciones educativas en Colombia, particularmente las públicas, carecen de los equipos necesarios para enseñar astronomía de manera práctica. Herramientas como telescopios, planetarios digitales y software de simulación astronómica son costosas y, en su mayoría, inaccesibles para escuelas ubicadas en regiones rurales o con recursos limitados (Sanabria García, 2023). Esto limita la capacidad de los docentes para ilustrar fenómenos astronómicos de manera dinámica y comprensible.

*Falta de materiales contextualizados:* Los materiales didácticos disponibles suelen estar diseñados para contextos globales, lo que a menudo los hace poco relevantes para las necesidades y realidades específicas del entorno colombiano. Por ejemplo, no se consideran aspectos culturales, como la relación entre las comunidades indígenas y el cielo, que podrían enriquecer la enseñanza mediante un enfoque intercultural e inclusivo (Sanabria García, 2023).

*Desconocimiento de herramientas tecnológicas disponibles:* Aunque existen herramientas accesibles, como aplicaciones móviles y recursos en línea gratuitos, muchos do-

centes no están familiarizados con su uso. Este desconocimiento, combinado con la falta de capacitación en tecnologías emergentes, dificulta la implementación de estrategias innovadoras en el aula.

*Materiales didácticos obsoletos o inadecuados:* En muchos casos, las escuelas cuentan con materiales anticuados o diseñados con un enfoque tradicional que no estimula el pensamiento crítico ni la participación de los estudiantes. Por ejemplo, maquetas estáticas o guías que enfatizan la memorización en lugar de la exploración y experimentación no logran captar el interés de los estudiantes ni profundizar en conceptos complejos.

- *Consecuencias de los desafíos en la creación de materiales*

*Limitaciones en el aprendizaje experiencial:* La astronomía, como disciplina científica, depende en gran medida de la observación y la experimentación. La falta de materiales adecuados impide que los estudiantes interactúen de manera directa con los fenómenos astronómicos, lo que limita su capacidad para desarrollar habilidades como la formulación de hipótesis, el análisis crítico y la resolución de problemas.

*Desigualdad educativa:* La brecha en el acceso a recursos tecnológicos crea desigualdades significativas entre los estudiantes de instituciones públicas y privadas, así como entre las áreas urbanas y rurales. Esto perpetúa un sistema educativo desigual, donde solo algunos estudiantes tienen la oportunidad de experimentar la astronomía de manera significativa.

*Desconexión entre teoría y práctica:* La falta de materiales didácticos que integren simulaciones, herramientas digitales y observaciones prácticas refuerza un enfoque teórico y abstracto en la enseñanza. Esto dificulta que los estudiantes conecten los conceptos aprendidos en el aula con fenómenos reales y con aplicaciones prácticas en sus vidas cotidianas.

- *Estrategias para superar los desafíos*

*Promoción del diseño de materiales de bajo costo:* Es posible desarrollar materiales didácticos económicos pero efectivos, utilizando recursos accesibles como cartón, papel, linternas y dispositivos móviles. Actividades como la construcción de relojes solares, modelos del sistema solar y experimentos simples con sombras pueden fomentar el aprendizaje práctico sin depender de equipos costosos.

*Integración de tecnologías digitales:* Herramientas como Stellarium, Google Sky y otras aplicaciones gratuitas pueden ser aprovechadas para simular observaciones astronómicas en contextos donde no se disponga de telescopios. Estas tecnologías permiten a los estudiantes visualizar el cielo en tiempo real y explorar conceptos como el movimiento de las estrellas y los planetas.

*Contextualización de los materiales:* Es fundamental crear recursos que reflejen las realidades culturales y territoriales de Colombia. Por ejemplo, incorporar narrativas sobre las interpretaciones astronómicas de las comunidades indígenas puede enriquecer el aprendizaje, proporcionando un enfoque más inclusivo e intercultural.

*Colaboración con centros de investigación y redes educativas:* Iniciativas como las promovidas por la Oficina de Astronomía para la Educación (OAE) en Colombia han demostrado que la colaboración con observatorios, universidades y redes educativas puede facilitar el acceso a recursos especializados. Estas asociaciones también pueden generar oportunidades para capacitar a los docentes en el uso de tecnologías y metodologías innovadoras.

*Desarrollo de plataformas de recursos compartidos:* La creación de repositorios en línea donde los docentes puedan acceder a guías, simulaciones y actividades diseñadas específicamente para el contexto colombiano es otra solución viable. Esto no solo democratizaría el acceso a materiales de calidad, sino que también fomentaría el intercambio de buenas prácticas entre educadores.

- *Impacto esperado de la mejora en los materiales didácticos*

Al superar los desafíos en la creación de materiales didácticos, se podría transformar significativamente la enseñanza de la astronomía en Colombia. Los estudiantes tendrían acceso a experiencias prácticas y enriquecedoras que les permitirían comprender conceptos astronómicos complejos y desarrollar habilidades científicas críticas. Además, el uso de recursos contextualizados e inclusivos podría fomentar un sentido de pertenencia y conexión cultural, promoviendo una visión más amplia y enriquecedora de la astronomía.

Asimismo, los docentes podrían contar con herramientas más efectivas para enseñar esta disciplina, lo que aumentaría su confianza y capacidad para implementar estrategias

pedagógicas innovadoras. Al final, una mejora en los materiales didácticos no solo beneficiaría a los estudiantes, sino que también contribuiría al fortalecimiento de una educación científica integral en el país, cerrando las brechas de acceso y fomentando una enseñanza más equitativa y de calidad.

## CONCLUSIONES

Las ideas tratadas en este capítulo evidencian que los retos para la enseñanza de la astronomía en Colombia son significativos, pero no insuperables. Aunque se han logrado avances en la investigación educativa y en el desarrollo de metodologías pedagógicas, persisten limitaciones en áreas críticas que requieren atención urgente para garantizar una enseñanza de calidad. En primer lugar, las dificultades asociadas a la visualización y modelización mental de fenómenos astronómicos subrayan la necesidad de integrar herramientas tecnológicas como simuladores interactivos y aplicaciones de realidad aumentada. Estas tecnologías, junto con actividades de observación directa, pueden transformar la experiencia de aprendizaje al facilitar la comprensión de conceptos tridimensionales y dinámicos, además de fortalecer el pensamiento espacial.

Por otra parte, la falta de formación específica para los docentes sigue siendo una barrera clave. Es imperativo que el sistema educativo colombiano reconozca la astronomía como una disciplina central para el desarrollo del pensamiento científico y tecnológico, y que invierta en programas de formación continua que combinen la teoría y la práctica. La incor-



poración de la astronomía en los planes de formación inicial, la creación de oportunidades de capacitación accesibles y la promoción de redes de colaboración entre docentes y astrónomos son estrategias esenciales para cerrar esta brecha. Estos esfuerzos permitirán a los educadores abordar los conceptos astronómicos con mayor rigor y creatividad, lo que impactará positivamente en la motivación y el aprendizaje de los estudiantes.

La enseñanza fragmentada y superficial de la astronomía es otro obstáculo que limita su potencial educativo. Para superarlo, es crucial diseñar un currículo progresivo, coherente e interdisciplinario que articule los contenidos astronómicos a lo largo de los diferentes niveles educativos. Este enfoque debe estar respaldado por metodologías activas, como el aprendizaje basado en proyectos, que conecten la astronomía con otras disciplinas científicas y promuevan una comprensión integral de los fenómenos astronómicos. Además, estas estrategias fomentarán en los estudiantes habilidades fundamentales como el pensamiento crítico, la indagación y la resolución de problemas.

Finalmente, los desafíos relacionados con la creación de materiales didácticos accesibles y contextualizados son especialmente relevantes en contextos con recursos limitados. Superar estas dificultades requiere promover el desarrollo de materiales de bajo costo y culturalmente relevantes, integrar tecnologías digitales como aplicaciones de simulación, y fortalecer la colaboración con centros de investigación y redes educativas. Estas acciones no solo democratizarán el acceso a recursos educativos de calidad, sino que también enriquecerán la experiencia de aprendizaje, conectando la teoría con la práctica.

## REFERENCIAS

- Ampartzaki, M., Tassis, K., Kalogiannakis, M., Pavlidou, V., Christidis, K., Chatzoglidou, S., & Eleftherakis, G. (2024). Assessing the initial outcomes of a blended learning course for teachers facilitating astronomy activities for young children. *Education Sciences*, 14(6), 606. <https://doi.org/10.3390/educsci14060606>
- De Greve, J.-P. (2009). Challenges in astronomy education. *Highlights of Astronomy*, 15, 642–667. <https://doi.org/10.1017/S1743921310010884>
- Eriksson, U. (2015). The spiral of teaching and learning in astronomy education [Conference abstract]. *Läroarlärdom 2015*, Linnaeus University, Växjö, Sweden.
- Eriksson, U. (2019). Disciplinary discernment: Reading the sky in astronomy education. *Physical Review Physics Education Research*, 15(1), Article 010133. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010133>
- Gonzatti, S. E. M., De Maman, A. S., Borragini, E. F., Kerber, J. C., & Haetinger, W. (2013). Ensino de astronomia: Cenários da prática docente no ensino fundamental. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia (RELEA)*, (16), 27–43.
- Plummer, J. D. (2014). Spatial thinking as the dimension of progress in an astronomy learning progression. *Studies in*

Science Education, 50(1), 1–45. <https://doi.org/10.1080/03057267.2013.869039>

- Sanabria García, D. P. (2023). Análisis de la conexión entre la astronomía y el plan de estudios en educación básica y media en el marco de la Oficina de Astronomía para la Educación en Colombia (OAE) [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/85535>
- Taylor, I., Barker, M., & Jones, A. (2003). Promoting mental model building in astronomy education. *International Journal of Science Education*, 25(10), 1205–1225. <https://doi.org/10.1080/0950069022000017270a>
- Valderrama, D. A., Flórez, D. S. N., Merchán, N. Y. T., & Villamizar, N. V. (2021). Enseñanza de la astronomía en Colombia: Aportes y desafíos. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED* (Número extraordinario), 2538–2547. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/15307>
- Vargas Domínguez, S., Pérez Henao, Á. P., Zárate Rodríguez, M. C., Suárez Torres, E., & Moreno, F. (2020). Astronomy education in Colombia [PDF]. IAU Office of Astronomy for Education. [https://astro4edu.org/media/documents/Astronomy\\_Education\\_Colombia\\_2020.pdf](https://astro4edu.org/media/documents/Astronomy_Education_Colombia_2020.pdf)





capítulo 7

# COLOMBIA, UN PAÍS QUE SUEÑA CON ALCANZAR LAS ESTRELLAS; MANIFIESTO POR LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA EN NUESTRO TERRITORIO

Daniel Alejandro Valderrama<sup>1</sup>

Santiago Vargas Domínguez<sup>2</sup>

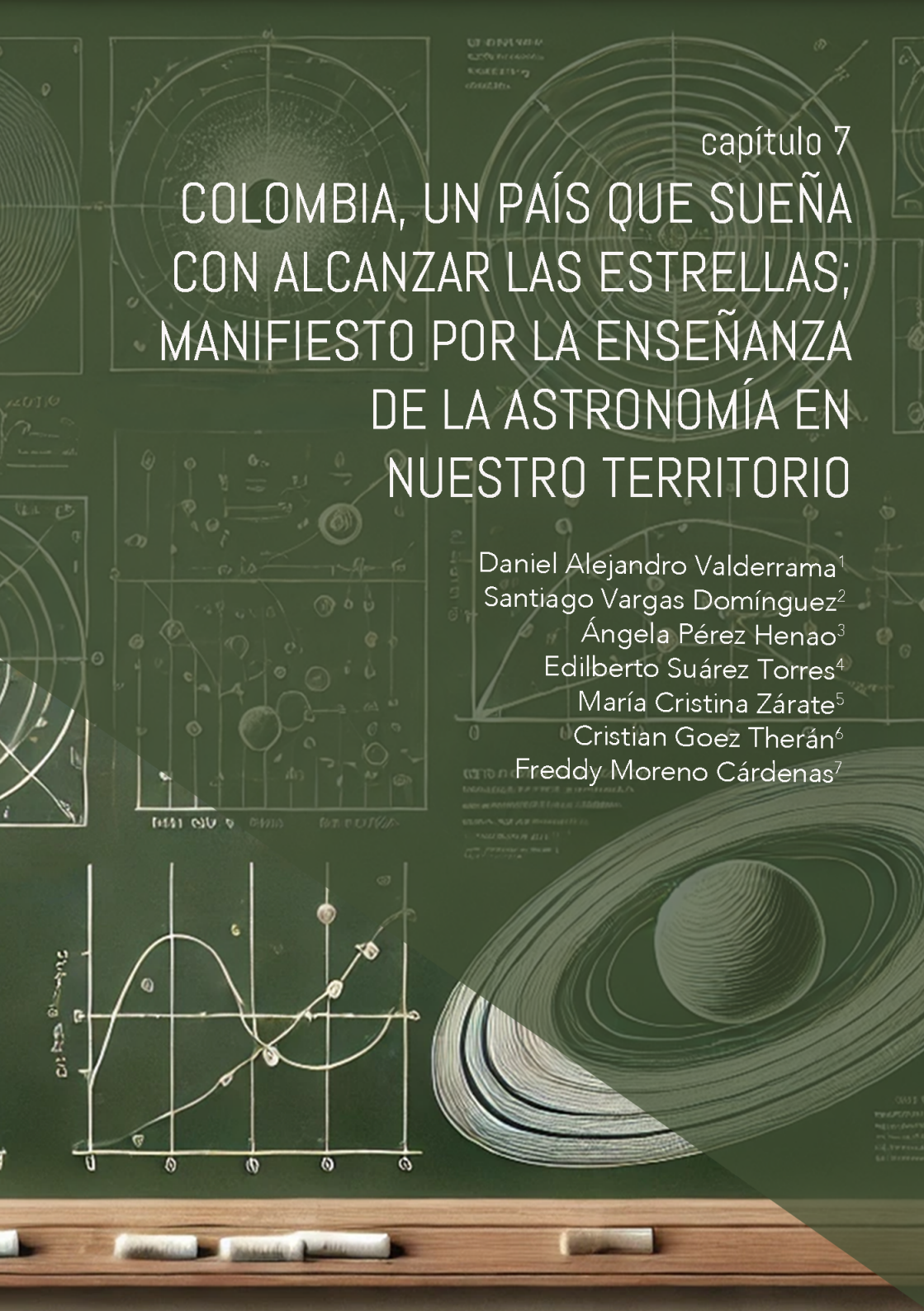
Ángela Pérez Henao<sup>3</sup>

Edilberto Suárez Torres<sup>4</sup>

María Cristina Zárate<sup>5</sup>

Cristian Goez Therán<sup>6</sup>

Freddy Moreno Cárdenas<sup>7</sup>





## INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la astronomía en Colombia se encuentra en un momento decisivo, caracterizado por la coexistencia de profundas limitaciones estructurales y de oportunidades emergentes que podrían transformar radicalmente su papel en la educación científica y cultural del país. Tradicionalmente relegada a un espacio marginal dentro de los currículos de ciencias naturales, la astronomía ha sido tratada como un contenido accesorio, desvinculado de los procesos formativos centrales, y restringido frecuentemente a actividades extracurriculares o efemérides esporádicas. Esta situación ha conducido a un empobrecimiento de su potencial formativo, limitando su capacidad de incidir en la construcción de pensamiento crítico, ciudadanía científica y conciencia planetaria.

Diversos estudios en Colombia evidencian la carencia de formación especializada en astronomía entre los docentes de educación básica y media, así como la falta de infraestructura adecuada, recursos didácticos y políticas públicas que promuevan su integración sistemática en los procesos educativos (Equipo Coordinador Nacional en Colombia de la Oficina de Astronomía para la Educación, NAEC-OAE Colombia, 2023; 2024). Además, las profundas desigualdades territoriales, especialmente entre zonas urbanas y rurales, acentúan la brecha en el acceso a una educación astronómica

significativa, reproduciendo patrones históricos de exclusión epistémica.

No obstante, frente a este panorama, emergen escenarios de oportunidad impulsados por el crecimiento de iniciativas de apropiación social del conocimiento, la expansión de recursos digitales abiertos, y la consolidación de redes colaborativas nacionales e internacionales de enseñanza y divulgación astronómica. En este contexto, la astronomía se presenta no solo como una ciencia fundamental para la comprensión del universo, sino también como un vehículo privilegiado para la formación integral de los sujetos, al fomentar la curiosidad, el asombro, el sentido crítico y el reconocimiento de la interdependencia planetaria.

Desde una perspectiva crítica, la astronomía puede ser comprendida como una ciencia humanizadora, en el sentido propuesto por Bertolt Brecht y Paulo Freire, en tanto que permite reconectar al ser humano con el cosmos, situándolo como parte consciente de un sistema complejo y dinámico. Brecht (1964) destacaba el potencial liberador de las ciencias naturales cuando son enseñadas como procesos históricos, sociales y críticos, mientras que Freire (1970) advertía que toda verdadera educación científica debe ser, ante todo, una práctica de libertad, capaz de develar las relaciones de poder inscritas en la producción y apropiación del conocimiento.

En esa línea, la astronomía trasciende su dimensión meramente descriptiva para convertirse en una herramienta de construcción de conciencia planetaria (UNESCO, 2015), necesaria para enfrentar los retos globales contemporáneos como el cambio climático, la degradación ambiental y la desigualdad socioeconómica. Enseñar astronomía de manera



crítica implica, por tanto, formar sujetos capaces de leer el universo y de comprender críticamente su lugar en él, articulando saberes ancestrales, científicos y culturales en un horizonte de sustentabilidad y justicia epistémica.

El movimiento hacia una educación científica crítica, impulsado desde la segunda mitad del siglo XX por autores como Hodson (1993), reclama que la enseñanza de las ciencias, incluida la astronomía, debe ir más allá de la mera transmisión de contenidos conceptuales, para convertirse en un proceso dialógico y emancipador que permita a los estudiantes problematizar el conocimiento científico, sus contextos de producción y sus implicaciones sociales y éticas. Esto demanda una pedagogía activa, participativa y contextualizada, capaz de integrar metodologías investigativas, el análisis de problemas socioambientales reales, y la reflexión sobre los impactos de la ciencia y la tecnología en la vida cotidiana.

Reconociendo este marco de desafíos y potencialidades, el equipo NAEC-Colombia, en articulación con la Oficina de Astronomía para la Educación (OAE) de la Unión Astronómica Internacional, emprendió un proceso de reflexión colectiva, sostenido durante los años 2020 al 2024, orientado a construir un horizonte común para la enseñanza crítica de la astronomía en el país. Este proceso se desarrolló mediante sesiones quincenales de discusión, revisión de experiencias pedagógicas y sistematización de buenas prácticas, apoyadas en los proyectos y actividades realizados en el marco del accionar misional de la OAE.

La metodología adoptada, inspirada en los principios de la investigación-acción participativa (Kemmis & McTaggart,

2005), privilegió el diálogo horizontal, el reconocimiento de los saberes territoriales y la construcción colectiva de propuestas. Así, el Manifiesto por la Enseñanza Crítica de la Astronomía en nuestro Territorio surge como resultado de un ejercicio académico y político de co-construcción, que aspira a transformar la astronomía en Colombia en un eje estratégico para la educación científica, cultural y sustentable.

El manifiesto no pretende ser una prescripción cerrada, sino una invitación abierta al diálogo, la acción colectiva y la innovación educativa, enmarcada en un enfoque transdisciplinario que articule ciencias naturales, humanidades y saberes ancestrales en la construcción de una ciudadanía cósmica y terrestre crítica, creativa y comprometida.

## METODOLOGÍA

La construcción del Manifiesto por la Enseñanza Crítica de la Astronomía en nuestro Territorio se sustentó en un enfoque metodológico de tipo cualitativo, participativo y crítico, basado en los principios de la Investigación-Acción Participativa (IAP) (Kemmis & McTaggart, 2005), entendida como una estrategia de producción colectiva de conocimiento orientada a la transformación educativa y social. Este enfoque privilegia la participación de los actores implicados, el diálogo horizontal de saberes y la reflexión crítica sobre las prácticas educativas situadas.

El proceso metodológico se estructuró en torno a sesiones quincenales de discusión, desarrolladas entre los años 2020 al 2024, bajo la coordinación del equipo NAEC-OAE Colombia. Estas sesiones adoptaron la forma de seminarios de reflexión crítica, en los cuales se abordaron temáticas clave para la enseñanza de la astronomía en Colombia, incluyendo: diagnóstico situacional, análisis de desafíos estructurales, identificación de buenas prácticas educativas, exploración de enfoques didácticos innovadores, y construcción de lineamientos estratégicos para la transformación curricular y pedagógica.

Cada sesión se diseñó bajo una lógica dialógica, integrando momentos de lectura y análisis de documentos base, incluidos los informes de actividades de la NAEC-OAE Colombia 2023 y 2024, exposiciones temáticas por parte de los miembros del equipo, discusiones abiertas, sistematización de aportes y consensos argumentados. La dinámica del seminario se articuló así a un proceso de construcción progresiva, en espiral, donde cada nueva sesión retomaba, profundizaba y refinaba los avances anteriores, asegurando la coherencia interna y la solidez conceptual del manifiesto.

En paralelo, el proceso reflexivo se nutrió de los insumos empíricos derivados de las actividades desarrolladas por el NAEC-OAE Colombia en el mismo periodo. Entre ellas se destacan programas como Colombia Busca Asteroides, los Festivales Colombianos del Asteroide, el Seminario Permanente sobre Enseñanza de la Astronomía, talleres de formación docente, el apoyo al Festival de Astronomía de Villa de Leiva, la dirección y codirección de trabajos de grado en pregrado y posgrado, además, de las experiencias particulares de los actores clave de esta oficina en sus diferentes filiaciones. La información sistematizada en estos espacios

permitió triangular los análisis realizados en las sesiones quincenales, enriqueciendo la construcción del manifiesto con evidencias prácticas sobre las necesidades formativas, las estrategias pedagógicas exitosas y las dinámicas territoriales en torno a la enseñanza de la astronomía en Colombia.

En términos técnicos, se emplearon instrumentos de recolección de información cualitativa como: 1) Actas de sesión, en las que se consignaron los debates, aportes y consensos alcanzados. 2) Matrices de sistematización de problemáticas y propuestas, que permitieron organizar la información emergente de manera estructurada y facilitar su análisis transversal. 3) Análisis documental, basado en la revisión crítica de informes institucionales, artículos académicos y experiencias pedagógicas relevantes.

El análisis de la información se llevó a cabo mediante un proceso inductivo y categorial, orientado a identificar patrones comunes, divergencias significativas y líneas estratégicas de acción. La validación de los resultados se realizó de manera interna a través de procesos de retroalimentación colectiva y revisión cruzada, asegurando la fidelidad interpretativa y la pertinencia contextual de las propuestas.

De manera coherente con los principios de la IAP, el manifiesto final es concebido no como un producto acabado, sino como un documento abierto y en permanente construcción, susceptible de ser enriquecido mediante nuevos aportes, revisiones críticas y actualizaciones contextuales, en función de los cambios en las dinámicas educativas, científicas y sociales del país.

Este enfoque metodológico, que articula reflexión crítica, apropiación social del conocimiento y construcción colectiva, responde a la necesidad de superar las prácticas de investigación educativas verticales y tecnocráticas, apostando en su lugar por una epistemología del diálogo, la cooperación y la transformación situada.

## MANIFIESTO

*El presente manifiesto es una iniciativa del equipo NAEC (National Astronomy Education Coordinator) de la Oficina de Astronomía para la Educación (OAE) en Colombia, una red que articula a maestros y maestras, docentes en formación, divulgadores científicos y expertos en astronomía, comprometidos con la promoción y transformación de la enseñanza de esta ciencia en el país. Reconociendo la riqueza cultural, natural y educativa de Colombia, este equipo trabaja desde un enfoque colaborativo e interdisciplinario para construir puentes entre los diversos saberes, promover la apropiación social del conocimiento astronómico y garantizar que esta disciplina se consolide como un eje estratégico en el desarrollo científico, educativo y cultural de la nación.*

*En este contexto, este manifiesto propone una hoja de ruta que articula esfuerzos nacionales, regionales y locales, convocando a los sectores educativos, científicos, culturales y gubernamentales a asumir una responsabilidad compartida en la construcción de una educación astronómica inclusiva, situada y transformadora. Este documento se estructura en*

torno a propuestas concretas que responden a las necesidades históricas, pedagógicas y sociales del país, destacando la importancia de una enseñanza de la astronomía que no solo trascienda las fronteras disciplinarias, sino que también integre la diversidad cultural y las dinámicas territoriales de Colombia.

La astronomía, como ciencia universal y humanizadora, tiene el poder de inspirar, movilizar y transformar. En un país marcado por su pluralidad étnica, geográfica y cultural, este manifiesto se convierte en un llamado a la acción colectiva para posicionar la astronomía como una herramienta para la educación integral, la sustentabilidad y la construcción de una ciudadanía crítica, creativa y comprometida con el futuro. Desde esta perspectiva se desarrollan los siguientes propósitos:

### **1. Reconocer el valor histórico y cultural de la astronomía en el país**

La astronomía en Colombia tiene raíces profundas que se extienden a lo largo de su historia y diversidad cultural. Desde tiempos ancestrales, las comunidades indígenas, afrodescendientes y campesinas han observado el cielo como una fuente de conocimiento, guía espiritual y herramienta para la organización social y territorial. Este vínculo con el cosmos, reflejado en los calendarios agrícolas, las ceremonias rituales y las narrativas míticas, ha sido un eje central en la construcción de las cosmovisiones y en la relación armónica entre las comunidades y su entorno.

En el pasado y aún en la actualidad, nuestros pueblos originarios desarrollaron un entendimiento profundo de los ciclos

*celestes, estableciendo observatorios naturales en lugares sagrados de distintas partes del territorio. Estructuras que no solo reflejan una observación rigurosa de los astros, sino que también destacan la importancia de la astronomía como una práctica integral, que conectaba los aspectos naturales, sociales y espirituales de la vida.*

*A lo largo de la historia colonial y republicana, aunque los saberes astronómicos locales fueron desplazados por enfoques eurocéntricos, el interés por la observación del cielo persistió en comunidades rurales y urbanas. El desarrollo de observatorios modernos, como el Observatorio Astronómico Nacional en Bogotá, marcó un punto de convergencia entre la ciencia occidental y la herencia cultural del país. Sin embargo, los saberes tradicionales y sus aportes a la astronomía no han recibido el reconocimiento ni la difusión que merecen, limitando su integración en los discursos educativos y culturales actuales.*

*Reconocer el valor histórico y cultural de la astronomía en Colombia implica asumir un compromiso con la preservación, divulgación y apropiación de estos saberes. Es necesario articular esfuerzos entre la OAE, la Oficina de Astronomía para el Desarrollo (OAD), los ministerios de Cultura, Ciencia, Educación y Medio Ambiente, así como con los gestores sociales y culturales, para documentar, sistematizar y visibilizar las contribuciones astronómicas de las comunidades del país. Esto incluye la creación de repositorios digitales, la promoción de eventos culturales y educativos, como festivales de astronomía regionales, y la incorporación de estas narrativas en los currículos escolares.*

*Además, es fundamental impulsar proyectos que conecten a las comunidades con la investigación astronómica contemporánea, promoviendo un diálogo horizontal entre los saberes ancestrales y la ciencia moderna. Al reconocer que la astronomía ha sido, y sigue siendo, una práctica esencial para entender nuestro lugar en el cosmos, Colombia puede construir una identidad cultural que valore su historia astronómica y la proyecte como un pilar en el desarrollo de una sociedad más equitativa y sustentable.*

## **2. Reconocer la necesidad de construir identidad desde la astronomía**

*La enseñanza de las ciencias en Colombia ha estado tradicionalmente influenciada por enfoques pedagógicos y didácticos eurocéntricos, lo que ha llevado a que el país adopte modelos educativos que, aunque funcionales en otros contextos, no siempre reflejan las realidades, diversidades y desafíos propios del territorio nacional. Esta situación ha generado un desfase entre el conocimiento astronómico que se enseña en las aulas y las experiencias culturales, históricas y sociales de los estudiantes. En un país tan pluricultural como Colombia, resulta imperativo repensar la enseñanza de la astronomía como un espacio para la integración de saberes, perspectivas y prácticas que enriquezcan el proceso educativo.*

*La construcción de la enseñanza de la astronomía debe partir de una reflexión profunda y constante sobre la pedagogía y la didáctica aplicada a los procesos educativos. No se trata solo de incluir saberes ancestrales o tradiciones locales, sino de articular estas perspectivas con el conocimiento científico mo-*



*derno, reconociendo que todas las formas de saber contribuyen a una comprensión más rica y amplia del cosmos. Este proceso requiere un diálogo constante entre comunidades, docentes, científicos, divulgadores y políticos, promoviendo una praxis que esté en constante renovación y que responda a las necesidades cambiantes de la educación y la sociedad.*

*La astronomía no debe ser vista como una disciplina homogénea o limitada a un enfoque específico. Su enseñanza debe considerar las reflexiones filosóficas, las aportaciones científicas y las conexiones culturales que permitan a los estudiantes y comunidades entenderla como una ciencia integradora. Este enfoque pluricultural implica reconocer las diferentes formas de pensar y conocer, desde las cosmovisiones ancestrales hasta las metodologías científicas modernas, promoviendo una construcción conjunta del saber astronómico.*

*Para ello, es fundamental crear espacios de discusión y diálogo de saberes que permitan el intercambio de ideas y experiencias entre los diferentes actores del sistema educativo y los sectores culturales, científicos y sociales del país. La OAE en Colombia puede liderar estos procesos, convocando a docentes, investigadores, gestores culturales y comunidades para trabajar de manera conjunta en la construcción de una enseñanza astronómica situada, interdisciplinaria y transformadora. Sin embargo, este esfuerzo también requiere del apoyo activo de los ministerios de Educación, Ciencia, Cultura y Medio Ambiente, así como de la participación de universidades, observatorios astronómicos, centros de ciencia y organizaciones sociales.*

*Este proceso de construcción constante debe centrarse en la reflexión sobre las prácticas pedagógicas y didácticas, buscando integrar teorías educativas contemporáneas propias con estrategias que promuevan la participación de los estudiantes y el aprendizaje significativo. La investigación y la innovación en didáctica deben ser pilares fundamentales de este esfuerzo, permitiendo el desarrollo de herramientas y metodologías que respondan a las realidades de las aulas colombianas y que conecten a los estudiantes con el cosmos de manera crítica, creativa y contextualizada.*

*En este sentido, construir identidad desde la astronomía no implica reemplazar unas perspectivas por otras, sino generar un espacio en el que todas las voces, conocimientos y experiencias tengan cabida. Al integrar reflexiones pluriculturales con una pedagogía y didáctica en constante evolución, la astronomía puede convertirse en una herramienta poderosa para fomentar una ciudadanía crítica, diversa y comprometida con los grandes retos del presente y el futuro.*

### **3. Formación docente en astronomía**

*La presencia de la astronomía en el currículo colombiano de ciencias naturales es prácticamente insignificante, una realidad que limita la posibilidad de que estudiantes y comunidades reconozcan su importancia como ciencia interdisciplinaria y culturalmente significativa. Este vacío en el sistema educativo no responde a una falta de interés intrínseco en la disciplina, sino a una carencia estructural en la formación docente, tanto inicial como continua. Los maestros en ejercicio y en formación carecen, en su mayoría, de herramientas pedagógicas y didácticas para enseñar astronomía,*

*así como de los saberes disciplinares propios de esta ciencia, lo que resulta en su omisión o tratamiento superficial en las aulas.*

*La formación docente es, por tanto, un pilar esencial para garantizar que la astronomía ocupe un lugar significativo en el sistema educativo colombiano. Es necesario diseñar e implementar programas de formación inicial que incorporen contenidos astronómicos en las licenciaturas en ciencias naturales y educación básica. Estos programas deben enfocarse no solo en el aprendizaje de conocimientos teóricos, sino también en desarrollar competencias pedagógicas que permitan a los futuros docentes articular la astronomía con otros campos del saber, promover aprendizajes significativos y contextualizados, y motivar a los estudiantes a explorar el cosmos de manera creativa, transcurricular y/o transversal.*

*Asimismo, la formación continua es fundamental para actualizar a los docentes en ejercicio y proporcionarles herramientas que les permitan incorporar la astronomía en sus prácticas pedagógicas. Esto incluye el diseño de diplomados, cursos y talleres que integren los últimos avances científicos, estrategias innovadoras de enseñanza y recursos tecnológicos accesibles. Estos espacios de aprendizaje deben ser liderados por universidades, centros de ciencia y organizaciones como la OAE en Colombia, en colaboración con los ministerios de Educación y Ciencia, los entes territoriales y las políticas nacionales.*

*Sin una formación docente sólida, la astronomía continuará ocupando un lugar marginal en la educación colombiana. Es imperativo generar procesos de formación centrados en los*

*maestros como los principales mediadores del conocimiento, asegurando que cuenten con las herramientas necesarias para transformar la enseñanza de la astronomía en un proceso dinámico, significativo y enriquecedor para todos los estudiantes del país. A través de este compromiso podremos garantizar que la astronomía inspire y movilice a las generaciones presentes y futuras.*

#### **4. Actualización del currículo colombiano de ciencias naturales**

*El currículo colombiano de ciencias naturales ha relegado históricamente la astronomía a un lugar marginal, considerándola, en muchos casos, como un tema complementario o secundario. Esta situación no solo limita el acceso de los estudiantes a una de las ciencias más antiguas e inspiradoras, sino que también niega su carácter interdisciplinario y su capacidad para conectar conocimientos de diversas áreas. La astronomía es mucho más que la observación de los astros: es una herramienta poderosa para explorar conceptos de física, química, biología, matemáticas, filosofía, historia y geografía, así como para reflexionar sobre los vínculos entre ciencia, cultura y sociedad.*

*Incluir la astronomía de manera significativa en el currículo colombiano no es solo una cuestión de justicia educativa, sino una necesidad para formar ciudadanos críticos, creativos y capaces de abordar los desafíos del mundo contemporáneo. Los fenómenos astronómicos, como los eclipses, las fases de la Luna, los ciclos planetarios y la expansión del universo, ofrecen oportunidades únicas para enseñar habilidades científicas esenciales, como la observación, la formulación de*

*hipótesis, la resolución de problemas y el análisis crítico. Además, al relacionarse con cuestiones globales como el cambio climático, la exploración espacial y el uso de tecnologías avanzadas, la astronomía permite que los estudiantes comprendan la interconexión entre los sistemas naturales, sociales y tecnológicos.*

*Para lograr esto, proponemos una revisión exhaustiva de los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales, que integre la astronomía como un componente central y transversal en los diferentes niveles educativos. En la educación básica, esto podría implicar la incorporación de actividades de observación del cielo, comprensión de los ciclos naturales y exploración de las narrativas culturales sobre los astros. En la educación media, la astronomía puede ser utilizada como un eje para conectar conceptos avanzados de física, química y matemáticas, al tiempo que fomenta la reflexión crítica sobre los impactos sociales y éticos de los avances científicos.*

*Esta actualización del currículo debe estar acompañada de estrategias pedagógicas que aprovechen el carácter interdisciplinario de la astronomía. Por ejemplo, se pueden desarrollar proyectos integrados en los que los estudiantes analicen los movimientos de los cuerpos celestes mediante simulaciones matemáticas, investiguen la composición química de las estrellas y reflexionen sobre las cosmovisiones culturales asociadas al cosmos desde una perspectiva histórica y filosófica. Asimismo, es necesario incluir herramientas tecnológicas como planetarios digitales, simuladores y aplicaciones de realidad aumentada, que permitan a los estudiantes interactuar con los fenómenos astronómicos de manera inmersiva y significativa.*

*Esta transformación curricular no puede ser vista como un esfuerzo aislado, sino como parte de un proyecto educativo más amplio que reconozca a la astronomía como una ciencia integradora y transformadora. Al incluir la astronomía de manera significativa en el currículo colombiano, estaremos sentando las bases para una educación más completa, inclusiva y pertinente, que inspire a las nuevas generaciones a mirar más allá de los límites inmediatos, hacia las estrellas, y a reflexionar sobre su lugar en el universo y en el planeta que habitamos. El NAEC-OAE Colombia ha discutido y sigue discutiendo esta necesidad, por lo que está pronta para asesorar a los entes encargados de las políticas educativas y los diseños curriculares, en las posibilidades de inserción de la astronomía en el currículo.*

### **5. Articulación entre los centros de ciencia, museos, observatorios y la escuela**

*La enseñanza de la astronomía en Colombia no puede limitarse al aula. Para garantizar un aprendizaje situado, significativo y alineado con los métodos modernos de construcción del conocimiento astronómico, es imprescindible establecer una articulación efectiva entre los centros educativos, los observatorios astronómicos, los museos de ciencia y otras instituciones dedicadas a la divulgación científica. Esta colaboración no solo enriquecerá los procesos educativos, sino que también fortalecerá las vocaciones científicas y tecnológicas, fomentando en los estudiantes una conexión más profunda con el cosmos y con el potencial transformador de la ciencia.*

Los centros de ciencia y los museos son espacios privilegiados para la divulgación y la apropiación social del conocimiento astronómico. Estos lugares ofrecen la posibilidad de experimentar de manera directa y práctica conceptos que en el aula pueden parecer abstractos o distantes. Mediante exposiciones interactivas, talleres y actividades lúdicas, los estudiantes pueden desarrollar habilidades como la observación, el análisis crítico y el razonamiento científico. Asimismo, los planetarios y simuladores celestes permiten que los estudiantes visualicen fenómenos astronómicos complejos, conectando la teoría con la práctica de manera efectiva.

Por su parte, los observatorios astronómicos ofrecen una oportunidad única para que los estudiantes y docentes interactúen con las tecnologías y métodos utilizados en la investigación astronómica moderna. La posibilidad de observar el cielo mediante telescopios, participar en programas de monitoreo astronómico y colaborar en proyectos de investigación fomenta una comprensión más profunda de los procesos científicos y despierta el interés por las carreras en ciencia y tecnología. Además, estos espacios pueden servir como puntos de encuentro entre científicos, docentes y comunidades, promoviendo un diálogo horizontal y enriquecedor sobre el conocimiento astronómico y su impacto en la sociedad.

Para lograr esta articulación, proponemos el desarrollo de programas de cooperación entre los ministerios de Educación, Ciencia y Cultura, las instituciones educativas y las entidades científicas. Estos programas deben incluir estrategias como:

*Visitas escolares estructuradas:* planificar visitas regulares a museos, planetarios y observatorios, acompañadas de actividades pedagógicas que permitan a los estudiantes conectar estas experiencias con los contenidos curriculares.

*Proyectos colaborativos:* establecer iniciativas conjuntas entre escuelas y centros de ciencia, como la observación de eventos astronómicos, el diseño de experimentos o la participación en investigaciones comunitarias.

*Capacitación docente:* ofrecer programas de formación para que los profesionales en educación adquieran las habilidades necesarias para integrar los recursos y metodologías de estas instituciones en sus prácticas pedagógicas.

*Desarrollo de recursos compartidos:* crear materiales educativos, guías didácticas y plataformas digitales que faciliten el acceso a los contenidos y herramientas de los centros de ciencia y los observatorios.

*Esta articulación también debe considerar la importancia de la equidad y la descentralización. Es necesario garantizar que estas oportunidades lleguen a todas las regiones del país, incluidas aquellas con menos acceso a infraestructura científica. Para ello, se deben fomentar iniciativas itinerantes, como planetarios móviles y observatorios portátiles, que permitan llevar estas experiencias a comunidades rurales y apartadas.*

*Al integrar a los centros de ciencia, museos y observatorios en los procesos educativos, se logra que la astronomía trascienda los límites del aula y se convierta en una experiencia transformadora para los estudiantes. Este enfoque no solo enriquece el aprendizaje, sino que también fortalece la relación entre la ciencia y la sociedad, inspirando a las nuevas*



generaciones a explorar, innovar y participar activamente en la construcción del conocimiento. De este modo, se promueve una educación más dinámica, interdisciplinaria y alineada con los retos globales, preparando a los estudiantes para ser ciudadanos críticos y comprometidos con el desarrollo científico y cultural del país.

## **6. Articulación de la educación ambiental para la sustentabilidad y la astronomía**

La educación ambiental tiene como objetivo principal fomentar una comprensión crítica del sistema ambiental en el que estamos inmersos, reconociendo la interdependencia de los aspectos naturales, culturales, sociales y económicos que lo componen. Su propósito no es meramente promover activismos o cambios puntuales en el comportamiento, sino formar ciudadanos capaces de tomar decisiones informadas, conscientes de los impactos que estas tienen en su entorno y en las dinámicas globales. Desde esta perspectiva, la articulación de la educación ambiental con la astronomía ofrece una oportunidad única para sensibilizar sobre el lugar de la humanidad en el cosmos y su responsabilidad frente al desequilibrio ambiental, vinculando reflexiones locales con dinámicas universales.

La astronomía, al explorar fenómenos como los ciclos planetarios, los movimientos celestes y la observación del cosmos, permite comprender cómo la Tierra forma parte de un sistema dinámico y en constante interacción. Al integrar esta perspectiva en la educación ambiental, se amplía el horizonte de reflexión, conectando problemáticas locales, como la gestión de los recursos naturales, con fenómenos

*globales, como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la búsqueda de modelos económicos sustentables. Este enfoque fomenta una visión sistémica que trasciende las fronteras disciplinares y territoriales, promoviendo una toma de decisiones individuales y comunitarias basada en el conocimiento y la responsabilidad compartida.*

*Para garantizar esta integración, es fundamental replantear los enfoques tradicionales de la educación ambiental, adoptando una perspectiva crítica que permita analizar los modelos económicos predominantes, las prácticas culturales y las dinámicas de consumo en relación con el ambiente. Esto implica desarrollar estrategias educativas que, lejos de limitarse a transmitir información factual, promuevan la reflexión sobre las causas estructurales del desequilibrio ambiental y las posibles soluciones. En este contexto, la astronomía actúa como un catalizador para inspirar y movilizar, mostrando cómo la observación del cosmos puede generar empatía hacia nuestro planeta y una comprensión más profunda de su fragilidad y singularidad.*

*Algunas propuestas para fortalecer esta articulación incluyen:*

- Proyectos interdisciplinarios: diseñar actividades en las que los estudiantes analicen cómo los fenómenos astronómicos influyen en los ciclos naturales y en los procesos ambientales. Por ejemplo, estudiar cómo los ciclos solares afectan los patrones climáticos o cómo las estaciones están relacionadas con los movimientos de la Tierra. Estas actividades permiten conectar el conocimiento astronómico con decisiones informadas sobre el uso sostenible de los recursos naturales.*

- *Educación en valores fundamentales: promover una reflexión profunda sobre la responsabilidad individual y colectiva frente a los retos ambientales, vinculando esta reflexión con una perspectiva cósmica que resalte la importancia de preservar nuestro planeta como hogar compartido. La sensibilización no debe centrarse en la acción inmediata, sino en la construcción de una conciencia crítica que guíe decisiones basadas en el entendimiento de las dinámicas ambientales y su complejidad.*

- *Modelos económicos y culturales: incluir en los procesos educativos el análisis de cómo las dinámicas económicas, los patrones de consumo y las prácticas culturales inciden en los desequilibrios ambientales. Desde la astronomía, se pueden explorar temas como el impacto de las tecnologías espaciales en la observación de fenómenos ambientales o la influencia de las actividades humanas en la contaminación lumínica y atmosférica, conectándolos con debates sobre modelos de desarrollo sustentable.*

- *La articulación entre la educación ambiental y la astronomía debe enfocarse en empoderar a los estudiantes y las comunidades para que comprendan su papel dentro del sistema ambiental y tomen decisiones informadas y responsables. Este enfoque no busca imponer soluciones predefinidas, sino crear un espacio para la reflexión crítica y el diálogo, que permita identificar las acciones necesarias para mitigar el desequilibrio ambiental desde una perspectiva integral y contextualizada. Al vincular el conocimiento del cosmos con la comprensión del planeta, se promueve una educación más inclusiva, interdisciplinaria y orientada a la construcción de un futuro sustentable para todos.*

## **7. Fortalecimiento de la astronomía como carrera científica y la astronáutica como necesidad soberana del país**

La astronomía, desde su consolidación como disciplina científica, ha sido precursora de algunos de los mayores avances tecnológicos y conceptuales de la humanidad. Desde el desarrollo de herramientas ópticas avanzadas, como los telescopios, hasta la creación de tecnologías de comunicación, imágenes satelitales y sistemas de navegación, esta ciencia ha impulsado el progreso en múltiples campos, mostrando su carácter transversal e innovador. En este contexto, fortalecer la astronomía como una carrera científica en Colombia no solo es una apuesta educativa, sino una estrategia fundamental para el desarrollo soberano del país en áreas científicas, tecnológicas y estratégicas como la astronáutica.

En Colombia, el desarrollo de la astronomía como disciplina científica ha enfrentado desafíos significativos, como la escasez de infraestructura avanzada y el limitado apoyo gubernamental e institucional a la investigación en esta área. A pesar de estos obstáculos, el interés por la astronomía ha crecido en los últimos años, evidenciado en el trabajo de observatorios nacionales, asociaciones de astrónomos aficionados, universidades y divulgadores científicos que, a pesar de las limitaciones, han impulsado su estudio y difusión. Sin embargo, para que la astronomía se consolide como una carrera científica de relevancia nacional, es necesario superar estas barreras mediante una estrategia articulada que promueva la investigación, la innovación y la formación de talento humano.

*El fortalecimiento de la astronomía como carrera científica debe comenzar con el fortalecimiento y consolidación de más programas académicos de pregrado y posgrado en astronomía, astrofísica y ciencias espaciales. Estos programas deben contar con un enfoque interdisciplinario que integre la física, la química, la matemática y la ingeniería, además de incorporar perspectivas éticas, sociales y culturales relacionadas con la exploración del cosmos. Asimismo, es fundamental establecer redes de colaboración con instituciones internacionales, que permitan a los estudiantes y docentes acceder a recursos tecnológicos, metodológicos y de investigación de vanguardia.*

*En paralelo, se debe impulsar la investigación astronómica mediante la creación y el fortalecimiento de centros de estudio que cuenten con infraestructura moderna, como telescopios de alto alcance, laboratorios de simulación y procesamiento de datos astronómicos, y tecnologías de monitoreo satelital. Estos centros, además de ser núcleos de investigación avanzada, deben articularse con las universidades, los observatorios locales y las comunidades científicas internacionales, promoviendo el intercambio de conocimientos y la ejecución de proyectos colaborativos.*

*La astronáutica, como disciplina complementaria a la astronomía, también debe ocupar un lugar estratégico en la agenda científica y tecnológica del país. En un mundo donde la exploración espacial se ha convertido en un factor clave para el desarrollo económico, tecnológico y geopolítico, Colombia no puede quedar rezagada. La creación de capacidades nacionales en astronáutica, desde el diseño y construcción de satélites hasta la participación en proyectos internacionales de exploración espacial, es una necesidad so-*

*berana que fortalecerá la autonomía científica y tecnológica del país. Para ello, es imprescindible que el gobierno, en colaboración con el sector privado, establezca políticas de fomento a la investigación espacial, incentivando la formación de ingenieros, científicos y técnicos especializados.*

*Además, el fortalecimiento de estas disciplinas no debe limitarse al ámbito académico o profesional. Es necesario fomentar la apropiación social de la astronomía y la astronáutica, involucrando a las comunidades en procesos de divulgación, aprendizaje y reflexión sobre su importancia estratégica. Actividades como la observación del cielo, talleres de diseño de modelos espaciales y exposiciones interactivas sobre los avances de la exploración espacial pueden inspirar a las nuevas generaciones, despertando su interés por las ciencias y promoviendo la formación de futuros científicos y tecnólogos.*

*Fortalecer la astronomía como carrera científica y desarrollar la astronáutica como una capacidad soberana no sólo permitirá a Colombia posicionarse en el escenario internacional, sino que también contribuirá al desarrollo de tecnologías aplicadas a sectores clave como la agricultura, la minería, el ambiente, la educación y la defensa. La astronomía y la astronáutica, lejos de ser un lujo académico, son herramientas esenciales para construir un país más equitativo, innovador y competitivo, preparado para enfrentar los retos del siglo XXI desde una perspectiva integral y sustentable.*

## **8. Fortalecimiento de las redes y comunidades académicas sobre la enseñanza de la astronomía. Apoyo gubernamental y social a las ideas planteadas**

*La consolidación de una enseñanza integral de la astronomía en Colombia requiere del fortalecimiento de las redes y comunidades académicas que han trabajado durante años en su promoción. Estas redes, conformadas por docentes en ejercicio, docentes en formación, divulgadores científicos, académicos especializados en educación y científicos astronómicos, son la base sobre la cual se pueden articular las acciones necesarias para implementar los ideales propuestos en este manifiesto. Este documento no surge de manera aislada, sino como resultado de un proceso de diálogo, reflexión e investigación colectiva que busca responder a las necesidades y realidades educativas del país, integrando las perspectivas de quienes día a día construyen conocimiento astronómico en diversos escenarios.*

*La OAE ha jugado un papel central en este proceso. Como organismo dependiente de la Unión Astronómica Internacional, pero con una identidad propia en Colombia, la OAE ha liderado la articulación de esfuerzos para fortalecer la enseñanza de la astronomía desde una perspectiva situada, crítica e inclusiva. Su trabajo no se limita a la promoción de contenidos astronómicos, sino que busca generar una transformación en las prácticas pedagógicas y didácticas, integrando el diálogo de saberes, la interdisciplinariedad y el compromiso con las realidades culturales y territoriales del país. Este manifiesto es, en gran medida, el resultado de la labor de la OAE y sus actores clave, quienes ponen todo su empeño en construir un horizonte común en torno a la astronomía como herramienta educativa y cultural.*

*El fortalecimiento de estas redes implica garantizar espacios de encuentro, discusión y colaboración entre los diferentes actores que participan en la enseñanza de la astronomía. Esto incluye el diseño e implementación de congresos, talleres, seminarios y comunidades de aprendizaje que promuevan el intercambio de experiencias, la co-creación de recursos didácticos y el desarrollo de proyectos colaborativos. Asimismo, es necesario consolidar plataformas digitales que faciliten la comunicación entre las redes académicas, permitiendo la sistematización y difusión de las buenas prácticas, los resultados de investigación y los recursos pedagógicos disponibles.*

*El apoyo gubernamental y social es indispensable para que estos esfuerzos puedan materializarse de manera efectiva y sostenible. Los ministerios de Educación y Ciencia, así como los entes territoriales, las secretarías de educación, las facultades de educación y las instituciones educativas, deben asumir un compromiso activo con la implementación de las ideas planteadas en este manifiesto, garantizando recursos financieros, técnicos y logísticos para las iniciativas propuestas. Esto incluye la financiación de proyectos de investigación en enseñanza de la astronomía, la creación de incentivos para la formación y actualización docente, y la integración de la astronomía en las políticas públicas educativas y científicas del país.*

*A nivel social, es fundamental generar una conciencia colectiva sobre la importancia de la astronomía como ciencia integradora y transformadora. Las comunidades, las organizaciones civiles y el sector privado tienen un papel clave en el apoyo a las redes académicas, ya sea mediante la participación en actividades de divulgación, la generación de alian-*



zas para el desarrollo de proyectos o la promoción de iniciativas que fortalezcan la enseñanza de la astronomía en los diferentes territorios del país.

*Reconocer el trabajo de las redes y comunidades académicas, así como de la OAE, es también un acto de justicia y valoración hacia quienes han sostenido la enseñanza de la astronomía a pesar de las limitaciones estructurales y presupuestarias. Su compromiso y visión han permitido sentar las bases para que este manifiesto sea una guía hacia el futuro, marcando una hoja de ruta clara para transformar la astronomía en un eje central del sistema educativo y cultural del país.*

*Este manifiesto no es un punto final, sino un punto de partida. Su construcción refleja la voz de una comunidad comprometida con el conocimiento, pero su éxito dependerá del apoyo y la acción colectiva. El fortalecimiento de las redes y comunidades académicas no solo es una estrategia para alcanzar los objetivos planteados, sino una condición fundamental para garantizar que la astronomía se convierta en una herramienta educativa y cultural que inspire, transforme y movilice a las generaciones que construyen y sostienen a este país.*

## CONCLUSIONES

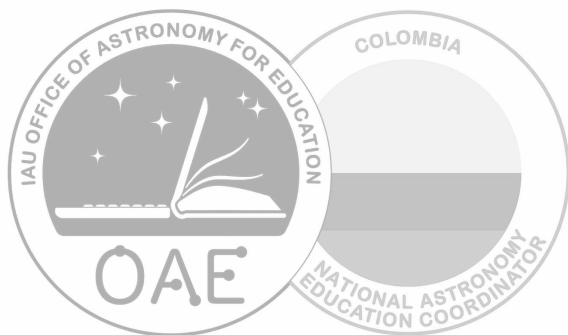
La construcción del Manifiesto por la Enseñanza Crítica de la Astronomía en nuestro Territorio representa el compromiso activo y consciente del equipo NAEC-OAE Colombia de transformar la enseñanza de la astronomía en el país, trascendiendo enfoques fragmentarios y reivindicándola como una ciencia humanizadora, crítica y situada. Este manifiesto, fruto de un proceso colectivo de reflexión, sistematización y construcción dialógica, convoca a docentes, investigadores, divulgadores, instituciones educativas, organizaciones científicas y entidades gubernamentales a asumir la responsabilidad histórica de integrar la astronomía en los procesos formativos de manera interdisciplinaria, territorializada y sustentable. Nos comprometemos, desde nuestras aulas, comunidades y espacios académicos, a fortalecer la formación docente especializada, impulsar la reforma curricular, articular redes de colaboración educativa y promover la apropiación social del conocimiento astronómico, reconociendo su potencial para inspirar a las nuevas generaciones, fomentar el pensamiento crítico y construir una ciudadanía planetaria comprometida con los desafíos del siglo XXI. Mirar el cielo, desde esta perspectiva, es también asumir el desafío ético de transformar nuestras realidades terrestres en clave de justicia, equidad y sustentabilidad.

## REFERENCIAS

- Brecht, B. (1964). La vida de Galileo. Ediciones Cátedra.
- Freire, P. (1970). Pedagogía del oprimido. Siglo XXI Editores.
- Giroux, H. A. (2011). On critical pedagogy. Continuum.
- Hodson, D. (1993). Philosophy of science, science and science education. *International Journal of Science Education*, 15(2), 121–136. <https://doi.org/10.1080/0950069930150201>
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (2005). Participatory action research: Communicative action and the public sphere. En N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *The SAGE handbook of qualitative research* (3rd ed., pp. 559–603). SAGE Publications.
- Oficina de Astronomía para la Educación - Colombia (NAEC). (2023). Informe de actividades 2023. OAE Colombia. <https://accefyn.com/microsites/nodos/astroco/oaecolombia/>
- Oficina de Astronomía para la Educación - Colombia (NAEC). (2024). Informe de actividades 2024. OAE Colombia. <https://accefyn.com/microsites/nodos/astroco/oaecolombia/>
- UNESCO. (2015). Global citizenship education: Topics and learning objectives. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000232993>



Astronomía y Educación:  
Aportes para la enseñanza de la astronomía en Colombia  
se concluyó en febrero de 2026 en Bogotá, Colombia.





"Astronomía y Educación: Aportes para la enseñanza de la astronomía en Colombia" es una obra colectiva que reúne a destacados académicos y profesionales comprometidos con la educación astronómica en el país. Este libro ofrece una visión integral de los fundamentos epistemológicos, las metodologías de enseñanza y los recursos didácticos necesarios para fortalecer la enseñanza de la astronomía en Colombia.

A lo largo de sus páginas, se exploran temas como la historia de la astronomía en Colombia, las estrategias pedagógicas más efectivas y el papel de las instituciones educativas en la formación de docentes y estudiantes. Además, se presentan estudios de caso y propuestas innovadoras que buscan superar los desafíos actuales en la enseñanza de la astronomía.

Este libro está dirigido a educadores, estudiantes, investigadores y a todos aquellos interesados en la divulgación y enseñanza de la astronomía en Colombia. Es una herramienta valiosa para comprender el estado actual de la educación astronómica en el país y las perspectivas de su desarrollo futuro.

Los autores, Daniel Alejandro Valderrama, Santiago Vargas Domínguez, Karen Alexandra Gutiérrez Amaya, Ángela Pérez Henao, Edilberto Suárez Torres, María Cristina Zárate, Cristian Góez Therán y Freddy Moreno Cárdenas, aportan su experiencia y conocimiento para ofrecer una obra que contribuye al enriquecimiento de la educación en astronomía en Colombia.

**90** Años  
1936 - 2026



Academia Colombiana  
de Ciencias Exactas,  
Físicas y Naturales

