

## Transposición didáctica y pluralismo epistemológico feyerabendiano: el tema del origen del Universo en las clases de Física en Brasil

Gabriel Luiz Nalon Macedo<sup>1</sup>, Luciano Carvalhais Gomes<sup>2</sup>, Daniel Gardelli<sup>3</sup>

[gabrielnalonmacedo@hotmail.com](mailto:gabrielnalonmacedo@hotmail.com), [lcgomes2@uem.br](mailto:lcgomes2@uem.br), [dgardelli2@uem.br](mailto:dgardelli2@uem.br)

<sup>1</sup>Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá-Paraná, Brasil.

<sup>2</sup>Departamento de Física, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá-Paraná, Brasil.

<sup>3</sup>Departamento de Física, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá-Paraná, Brasil.

### Resumen

La enseñanza de la cosmología en las clases de Física en Brasil está fuertemente marcada por la hegemonía de la Teoría del Big Bang, con la ausencia de un pluralismo epistemológico que permita la discusión de teorías alternativas sobre el origen del Universo. En este artículo, analizamos cómo la legitimación del saber escolar sobre el origen del Universo en la enseñanza de la Física es influenciada por los diferentes agentes de la noosfera, según lo descrito por Chevallard. Para ello, investigamos la percepción de cinco agentes que componen la noosfera: autores de libros didácticos, profesores de Física en ejercicio, científicos del área de Astronomía y Astrofísica en Brasil, instituciones gubernamentales vinculadas a la educación e investigadores en el campo de la Enseñanza de las Ciencias. Los resultados indican que la actualidad biológica y el consenso científico desempeñan un papel determinante en la selección del conocimiento a ser enseñado, restringiendo la diversidad de perspectivas epistemológicas. Se concluye que la dinámica de la noosfera contribuye al mantenimiento de una enseñanza de la cosmología centrada exclusivamente en el Modelo Cosmológico Estándar, lo que puede limitar el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes. Se sugiere que futuras investigaciones exploren estrategias para incorporar una enseñanza más pluralista, ampliando las posibilidades de discusión crítica sobre la ciencia escolar.

**Palabras clave:** Teoría del Big Bang; Noosfera; Enseñanza de las Ciencias; Enseñanza de la Física.

### Transposição didática e pluralismo epistemológico: a temática sobre a origem do Universo nas aulas de Física no Brasil

#### Resumo

O ensino da cosmologia nas aulas de Física no Brasil é fortemente marcado pela hegemonia da Teoria do Big Bang, com a ausência de um pluralismo epistemológico que possibilite a discussão de teorias alternativas sobre a origem do Universo. Neste artigo, analisamos como a legitimação do saber escolar referente à origem do Universo no ensino de Física é influenciada pelos diferentes agentes da noosfera, conforme descritos por Chevallard. Para isso, investigamos a percepção de cinco agentes que compõem a noosfera: elaboradores de livros didáticos, professores de Física atuantes em sala de aula, cientistas da área de Astronomia e Astrofísica no Brasil, instituições governamentais ligadas à educação e pesquisadores da área de Ensino de Ciências. Os resultados apontam que a atualidade biológica e a consensualidade científica desempenham um papel determinante na seleção do conhecimento a ser ensinado, restringindo a diversidade de perspectivas epistemológicas. Conclui-se que a dinâmica da noosfera contribui para a manutenção de um ensino de cosmologia centrado exclusivamente no Modelo Cosmológico Padrão, o que pode limitar o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes. Propõe-se que futuras pesquisas explorem estratégias para incorporar um ensino mais pluralista, ampliando as possibilidades de discussão crítica sobre a ciência escolar.

**Palavras-chave:** Teoria do Big Bang; Noosfera; Ensino de Ciências; Ensino de Física.

# Didactic transposition and epistemological pluralism: the topic of the origin of the Universe in Physics classes in Brazil

## Abstract

The teaching of cosmology in Physics classes in Brazil is strongly characterized by the hegemony of the Big Bang Theory, with a lack of epistemological pluralism that would allow for the discussion of alternative theories regarding the origin of the Universe. In this article, we analyze how the legitimation of school knowledge about the origin of the Universe in Physics education is influenced by different agents within the noosphere, as described by Chevallard. To this end, we investigate the perceptions of five key agents that constitute the noosphere: textbook authors, Physics teachers actively working in the classroom, scientists in the field of Astronomy and Astrophysics in Brazil, government institutions related to education and researchers in Science Education. The results indicate that biological actuality and scientific consensus play a decisive role in selecting the knowledge to be taught, restricting the diversity of epistemological perspectives. It is concluded that the dynamics of the noosphere contribute to maintaining a cosmology curriculum exclusively centered on the Standard Cosmological Model, which may limit the development of students' critical thinking. We suggest that future research explore strategies to incorporate a more pluralistic approach to teaching, expanding opportunities for critical discussions about school science.

**Keywords:** Big Bang Theory; Noosphere; Science Education; Physics teaching.

## Transposition didactique et pluralisme épistémologique : la thématique de l'origine de l'Univers dans les cours de physique au Brésil

### Résumé

L'enseignement de la cosmologie dans les cours de physique au Brésil est fortement marqué par l'hégémonie de la théorie du Big Bang, avec une absence de pluralisme épistémologique permettant la discussion de théories alternatives sur l'origine de l'Univers. Dans cet article, nous analysons comment la légitimation du savoir scolaire relatif à l'origine de l'Univers dans l'enseignement de la physique est influencée par les différents agents de la noosphère, tels que décrits par Chevallard. Pour ce faire, nous examinons la perception de cinq agents constituant la noosphère : les auteurs de manuels scolaires, les enseignants de physiques en exercice, les scientifiques dans le domaine de l'astronomie et de l'astrophysiques au Brésil, les institutions gouvernementales liées à l'éducation et les chercheurs en didactique des sciences. Les résultats indiquent que l'actualité biologique et le consensus scientifique jouent un rôle déterminant dans la sélection des connaissances à enseigner, limitant ainsi la diversité des perspectives épistémologiques. Il en résulte que la dynamique de la noosphère contribue au maintien d'un enseignement de la cosmologie centré exclusivement sur le modèle cosmologique standard, ce qui peut restreindre le développement de la pensée critique des élèves. Il est proposé que de futures recherches explorent des stratégies visant à intégrer un enseignement plus pluraliste, élargissant ainsi possibilités de discussion critique sur la science scolaire.

**Mots clés:** Théorie du Big Bang ; Noosphère ; Enseignement des sciences ; Enseignement de la physiques.

## 1. INTRODUCCIÓN

La Teoría de la Transposición Didáctica, formulada por Yves Chevallard (1991), ofrece un marco analítico importante para comprender cómo los saberes científicos se transforman en saberes escolares a lo largo de un complejo proceso mediado por decisiones didácticas, institucionales y sociopolíticas. Uno de los ejes centrales de esta teoría es que el saber enseñado en las aulas no es idéntico al saber producido por la comunidad científica, ya que su adaptación al sistema educativo exige modificaciones orientadas por criterios de enseñabilidad y legitimidad social (Chevallard y Bosch, 2014).

Estas transformaciones, sin embargo, no deben confundirse con valoraciones epistémicas externas al sistema de enseñanza: la Teoría de la Transposición Didáctica se ocupa

de los desplazamientos que ocurren dentro del campo didáctico, aunque estos puedan estar influenciados por consensos científicos o marcos culturales más amplios. En este sentido, el análisis de los saberes escolares requiere identificar claramente el saber académico de referencia, el saber a enseñar formulado en los materiales curriculares, y el saber efectivamente enseñado por los docentes, sin perder de vista las tensiones entre estos niveles (Chevallard, 1991).

En el caso de la enseñanza de la cosmología en Brasil, observamos que el saber académico de referencia – el Modelo Cosmológico Estándar – se convierte, casi de manera exclusiva, en el saber a enseñar y en el saber enseñado. Esta centralidad del modelo estándar en los libros de texto y en las clases de Física da lugar a un recorte epistemológico que deja fuera del aula otras teorías alternativas que coexistieron o coexisten en el ámbito

científico, como apuntan algunas investigaciones (Martins y Neves, 2017; Bagdonas, 2020; Souza y Teixeira, 2024). Este proceso es interpretado, en nuestro análisis, como una manifestación de las dinámicas de legitimación de saberes al interior de la noosfera, es decir, el conjunto de instituciones y agentes sociales que intervienen en la producción, selección y regulación del saber escolar (Chevallard, 1991).

A partir de este diagnóstico, y tomando como referencia el pluralismo epistemológico propuesto por Paul Feyerabend (1993), planteamos que la enseñanza de la Física podría beneficiarse de la inclusión de una mayor diversidad de perspectivas teóricas, no con el objetivo de otorgarles la misma validez epistémica que al Modelo Cosmológico Estándar, sino para promover una visión más crítica y contextualizada de la ciencia. No obstante, esta propuesta enfrenta tensiones con la función reguladora que la noosfera ejerce sobre el saber escolar, la cual suele preservar el consenso científico como criterio de legitimidad, reproduciendo la hegemonía del saber académico dominante.

En este sentido, el presente artículo pretende examinar cómo algunos agentes de la noosfera impactan el pluralismo epistemológico en la enseñanza de la Física, con un enfoque en la transposición didáctica del tema del origen del Universo. Para ello, identificamos y estudiamos las prácticas y discursos de cinco agentes: autores de libros didácticos, profesores de Física en ejercicio, científicos del área de Astronomía y Astrofísica, instituciones gubernamentales vinculadas a la educación y especialistas en Enseñanza de las Ciencias. A partir del análisis de estos agentes, buscamos comprender de qué manera la transposición didáctica es moldeada por procesos de legitimación que, si bien se alinean con el consenso científico, tienden a restringir el pluralismo epistemológico en el aula.

## 2. OBJETIVO Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Este estudio tiene como objetivo *analizar cómo los diferentes agentes de la noosfera pueden influir en la legitimación del saber escolar sobre el origen del Universo en la enseñanza de la Física en Brasil.*

Para alcanzar dicho objetivo, la pregunta que orienta esta investigación es: *¿cómo distintos agentes de la noosfera pueden contribuir a la ausencia de pluralismo epistemológico feyerabendiano en el proceso de transposición del saber sobre origen del Universo hacia el contexto educativo?*

## 3. LA TEORÍA DE LA TRANSPOSICIÓN DIDÁCTICA: LA ELECCIÓN Y LA LEGITIMIDAD DE LOS SABERES

En esta sección, presentaremos algunos aspectos centrales de la Teoría de la Transposición Didáctica propuesta por Yves Chevallard, con la intención de comprender cómo este marco teórico también puede permitir analizar críticamente la selección y legitimación de los saberes científicos en la enseñanza de las Ciencias. La Teoría de la Transposición Didáctica constituye una de las herramientas analíticas que permite reflexionar sobre la transformación de los saberes

académicos en saberes escolares y será utilizada en este artículo con especial atención al concepto de noosfera, tal como fue formulado por Chevallard (1991).

Inicialmente, la transposición didáctica se consolidó como un concepto fundamental en la Educación Matemática, impulsada por el trabajo de Yves Chevallard y Marie-Alberte Joshua en 1982. En *Un exemple d'analyse de la transposition didactique – La notion de distance*, los autores analizaron las transformaciones conceptuales que sufrió el término *distancia* desde su formulación original por Maurice Fréchet en 1906 hasta su incorporación en el currículo de la enseñanza básica en Francia en 1971.

Posteriormente, en *La transposición didáctica: del Saber Sabio al Saber Enseñado*, Chevallard (1991) siguió desarrollando la teoría, argumentando que el conocimiento producido por los científicos (Saber Sabio) – actualmente más conocido como Saber Académico – pasa por un proceso de transformación hasta convertirse en el conocimiento presente en los libros y materiales didácticos (Saber a Enseñar) y, finalmente, en aquel efectivamente abordado en las aulas (Saber Enseñado). Este proceso implica que los saberes escolares no son idénticos a los saberes científicos originalmente formulados, ni son presentados de la misma manera (Macedo y Gomes, 2024a).

Como afirman Chevallard y Bosch (2014), «cuando se pretende ‘transponer’ un cuerpo de conocimiento desde su hábitat original hacia la escuela, debe realizarse un trabajo específico para reconstruir un entorno apropiado, con actividades que busquen hacerlo ‘enseñable’, significativo y útil» (p. 01). Este proceso de adaptación y transformación, que es al mismo tiempo epistemológico, institucional y político, constituye el núcleo de la transposición didáctica. Y es en este punto donde Chevallard (1991) plantea una cuestión crucial: ¿cómo adquiere legitimidad este nuevo saber? Y aún más: ¿quién lo legitima? Estas preguntas son fundamentales para nuestra discusión.

La selección de los Saberes Académicos que serán convertidos en Saber a Enseñar y, posteriormente, en Saber Enseñado, está orientada por un proyecto social de enseñanza y aprendizaje, estructurado conforme al contexto sociocultural en el que se inserta el sistema educativo. Este proceso involucra a múltiples agentes y da lugar a la validación y legitimación de los saberes escolares dentro del propio entorno sociocultural. Según Chevallard (1991), «todo proyecto social de enseñanza y de aprendizaje se constituye dialécticamente con la identificación y la designación de contenidos de saberes como contenidos a enseñar» (p. 45).

Este carácter dialéctico del proceso de transposición didáctica genera tensiones entre los diferentes agentes involucrados. Por ejemplo, mientras algunos sectores de la sociedad pueden minimizar la relevancia de los riesgos asociados al aumento del efecto invernadero, otros enfatizan la necesidad de concienciar sobre la reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Para comprender cómo estas disputas influyen en la definición del saber escolar, Chevallard (1991) introduce el concepto de noosfera, que designa el espacio donde ocurren las interacciones entre los intereses sociales y las exigencias del

sistema educativo. De acuerdo con el autor, la noosfera es el entorno donde:

se encuentran todos aquellos que, en tanto ocupan los puestos principales del funcionamiento didáctico, se enfrentan con los problemas que surgen del encuentro con la sociedad y sus exigencias; allí se desarrollan los conflictos, allí se llevan a cabo las negociaciones; allí maduran las soluciones. (Chevallard, 1991, p. 28)

La noosfera comprende un conjunto de instituciones y actores sociales que ejercen influencia sobre el sistema educativo, así como sobre las transformaciones del saber. Este espacio incluye autores de libros didácticos, formuladores de políticas educativas, investigadores, docentes, familias de estudiantes, especialistas y otros agentes (Chevallard, 1991). De este modo, como señala Otero (2021), es en la noosfera «donde se selecciona e incluso se secciona el saber propuesto para ser enseñado» (p. 10), lo que evidencia, según la autora, que tanto el Saber a Enseñar como el Saber Enseñado están sujetos a las reglamentaciones y condiciones establecidas por la propia noosfera, así como por la escuela y la sociedad.

Sin embargo, es necesario reconocer que el concepto de noosfera presenta limitaciones cuando se pretende analizar con mayor detalle los niveles en los que estas decisiones son operacionalizadas dentro del sistema educativo. El propio Chevallard (2009; 2013) propone la escala de niveles de codeterminación didáctica – humanidad ⇄ civilización ⇄ sociedad ⇄ escuela ⇄ pedagogía ⇄ sistema didáctico – como una forma de comprender las condiciones y restricciones que actúan en diferentes capas de la estructura educativa. Según Otero (2021) «cada nivel de la escala establece condiciones que podrían afectar la vida de los sistemas didácticos. Las flechas dobles, significan que las condiciones en un cierto nivel, pueden afectar a los otros bidireccionalmente» (p. 28). Así, esta escala permite superar una visión excesivamente centrada en la noosfera como única instancia explicativa.

A pesar de ello, en este trabajo optamos por centrarnos analíticamente en la noosfera, por entenderla como un elemento aún relevante para pensar el mecanismo del proceso de transposición didáctica de los saberes científicos. Esta elección se justifica porque, como observan Chevallard y Bosch (2014), la noosfera preserva la ilusión de autenticidad del saber escolar, funcionando como una instancia de legitimación simbólica que enmascara el proceso de transposición. Así, en ese primer momento, el concepto es particularmente útil para analizar la ausencia de pluralismo epistemológico en la enseñanza de las Ciencias.

Cabe aún debatir una cuestión discutida respecto a la inclusión o no de los profesores y didactas (investigadores en didáctica) como integrantes de la noosfera. Para Otero (2021), en el caso de los didactas, estos deben alejarse tanto del Saber Académico como del saber escolar, para adoptar un sistema de referencia propio y una postura de distanciamiento crítico, por lo tanto, no pueden pertenecer a la noosfera. En cuanto a los profesores, González e Hidalgo-Herrero (2022) afirman que «las transformaciones de los saberes son realizados por entes de diversa naturaleza, a REIEC Año 2025 Nro. 20 Mes Diciembre  
Recepción: 05/03/2025

saber, profesorado, clase política, expertos de referencia del área en cuestión, etc. Entendidos como colectivo, todos los individuos implicados conforman la ‘noosfera’» (p. 440), o sea, los profesores pueden constituir la noosfera.

Considerando este debate y reconociendo que profesores y didactas pueden participar en ciertos procesos dentro de la noosfera, especialmente cuando actúan como formuladores de políticas públicas, asesores curriculares o autores de materiales didácticos, optamos en este artículo por reconocer a profesores y didactas como participantes de la noosfera. Esta elección deriva del entendimiento de que, en la práctica, estos sujetos a menudo desempeñan un papel activo en las decisiones sobre qué enseñar, aunque esto no ocurra de manera homogénea o institucionalizada. Por ejemplo, los profesores durante sus clases pueden optar por no abordar un contenido previsto en el currículo (Saber a Enseñar) o, por el contrario, abordarlo, ya que la autonomía del aula recae en el docente. Así, este estaría influenciando indirectamente el currículo, es decir, el saber escolar.

Dirigiendo la mirada hacia el papel de los científicos en la noosfera, estos ejercen influencia sobre la selección y legitimación de los contenidos escolares, aunque su participación en este proceso es indirecta. Como señala Chevallard (1991):

un matemático no puede desplegar allí los mismos argumentos que un maestro: puede recordar lo que debería ser el saber a enseñar y, por medio de una deducción que ya no le pertenece y que sólo puede sugerir, puede recordar lo que debería ser el saber enseñado; pero no puede, a causa de su ilegitimidad en ese rol, promoverse al papel de pedagogo y decir cómo se debería enseñar. (p. 29)

Aun cuando los científicos no determinan directamente la forma de enseñanza, es necesario que el saber transpuesto mantenga cierta proximidad con el Saber Académico, de manera que su legitimidad no sea cuestionada. De lo contrario, los propios científicos pueden desacreditar los contenidos escolares, comprometiendo el proyecto educativo (Chevallard, 1991). Por ejemplo, si los contenidos escolares de Física no reflejan principios válidos de la Física académica, los especialistas pueden cuestionar su validez, comprometiendo el proyecto de enseñanza. Así, para que un conocimiento sea incorporado al currículo escolar, necesita tener un estatus de *verdad* reconocido por la comunidad científica, es decir, una *consensualidad*.

Este proceso fue interpretado por Brockington y Pietrocola (2005) con el concepto de *actualidad biológica*, que se refiere a la necesidad de que el saber a enseñar esté alineado, en alguna medida, con los avances científicos contemporáneos. Esto implica que las teorías superadas deben abordarse únicamente desde una perspectiva histórica (Brockington y Pietrocola, 2005; Macedo y Gomes, 2024b). El propio Chevallard enfatiza esta cuestión al afirmar que:

puede ocurrir que como corolario del progreso de la investigación se revelen como falsos los resultados hasta entonces enseñados [...] o puede ocurrir incluso que cierta cuestión, que ocupaba un lugar importante en los programas, bruscamente se

considere carente de interés a la luz de nuevos desarrollos o cambios en las problemáticas del campo científico considerado. (Chevallard, pp 30-31)

Así, aunque el término *actualidad biológica* no sea acuñado por Chevallard, sirve para describir una dinámica que forma parte de la Teoría de la Transposición Didáctica: la transposición se mueve, en parte, por la necesidad de preservar la consensualidad científica, es decir, de asegurar que el saber escolar siga siendo reconocido como legítimo por la comunidad científica y la sociedad en general.

Con ello, se espera que el saber transpuesto permita a los alumnos comprender las ciencias contemporáneas y participar en debates científicos actuales. Sin embargo, Chevallard (1991) advierte que, con el desgaste biológico del saber, la compatibilidad entre el sistema educativo y su contexto social se ve comprometida, exigiendo la incorporación de nuevos conocimientos. Así, según el autor, es «allí se encuentra el origen del proceso de transposición didáctica» (Chevallard, 1991, p. 31).

Por último, es importante aclarar que, si bien somos conscientes de la evolución teórica promovida por Chevallard a partir de la Teoría de la Transposición Didáctica, que culmina en la formulación de la Teoría Antropológica de lo Didáctico, este artículo se limita intencionalmente a la primera en su alcance original. Como destacan Chevallard y Bosch (2014), la Teoría de la Transposición Didáctica ofrece una perspectiva crítica robusta para desnaturalizar los contenidos escolares y evidenciar los procesos sociales que los configuran. La profundización en las herramientas analíticas de la Teoría Antropológica de lo Didáctico – como la praxeología y los niveles de codeterminación – podrá considerarse en estudios futuros.

Así, a la luz de las influencias de la noosfera, discutiremos más adelante cómo puede comprenderse la ausencia de pluralismo epistemológico feyerabendiano en la enseñanza de las Ciencias. Para ello, antes de avanzar, presentaremos el concepto de pluralismo epistemológico según lo propuesto por Paul Feyerabend (1993).

#### **4. FEYERABEND Y EL PLURALISMO EPISTEMOLÓGICO**

En esta sección, presentamos una discusión sobre el pluralismo epistemológico a partir de las contribuciones de Paul Feyerabend. Este enfoque busca establecer una base teórica para, posteriormente, analizar la ausencia de dicho pluralismo en la enseñanza de las Ciencias.

Para explorar esta cuestión, utilizamos como referencia principal la obra *Against Method* (1993), en la que Feyerabend introduce la idea del anarquismo epistemológico, un concepto que también puede entenderse como una defensa del pluralismo epistemológico y metodológico. El autor argumenta que no existe un método científico universal que deba seguirse de manera estricta, ya que el progreso científico a menudo ocurre mediante la transgresión de reglas metodológicas establecidas. Para él, esta flexibilidad es esencial para permitir la coexistencia de

diferentes formas de pensar y resolver problemas. Como expresa Feyerabend (1993):

El único principio que no obstaculiza el progreso es: todo vale. [...] No hay una sola regla, por más plausible que sea o por más fundamentada que esté en la epistemología, que no haya sido violada en algún momento. Es evidente que tales violaciones no ocurren por casualidad, no son simples errores derivados de la falta de conocimiento o del descuido que podrían haberse evitado. Por el contrario, se percibe que estas transgresiones son esenciales para el avance del conocimiento. (p. 14)

Cabe destacar, como señala Toulmin (2003), que Feyerabend no se oponía a la ciencia ni al método científico como prácticas, sino que criticaba la visión dogmática de algunos científicos respecto a estas actividades. Según Toulmin (2003), «lo único que quería era proteger a los científicos de limitaciones nada razonables. No puede haber un conjunto de reglas determinadas para hacer descubrimientos científicos, como tampoco puede haberlo para realizar una gran ópera o una buena película» (p. 134).

De esta manera, la perspectiva feyerabendiana pone de manifiesto que, aunque los métodos científicos tienen valor, es fundamental reconocer sus limitaciones y estar abiertos a una pluralidad de enfoques. Podemos afirmar que el epistemólogo anarquista, al no descartar concepciones históricamente consideradas menos racionales o científicas, propone un diálogo crítico con la tradición racionalista occidental. Cuestiona la tendencia y cosmogonías, por una uniformidad metodológica basada en la búsqueda de justificaciones abstractas. Así, la pluralidad emerge como un medio para ampliar y diversificar el conocimiento científico (Siqueira-Batista et al., 2005).

Este pluralismo desafía la concepción tradicional de que la ciencia avanza exclusivamente mediante la eliminación de teorías concurrentes. Feyerabend sostiene que la coexistencia de teorías incompatibles es beneficiosa para el avance del conocimiento. Según el autor, «la diversidad de teorías favorece el avance de la ciencia, mientras que la uniformidad debilita su poder crítico. Además, la uniformidad representa un riesgo para el desarrollo libre del individuo» (Feyerabend, 1993, p. 24).

La coexistencia de diferentes concepciones posibilita un ambiente de debate esencial para el progreso del conocimiento y para el desarrollo crítico tanto de científicos como de estudiantes. De esta manera, incorporar este enfoque a la enseñanza de las Ciencias puede fomentar una comprensión más crítica y dinámica de la ciencia (Ganhor et al., 2020), además de estimular el pensamiento crítico de los alumnos.

Feyerabend también rechaza la idea de que las nuevas teorías deben necesariamente adecuarse a conceptos previamente aceptados. Para el autor, «la condición de consistencia, que exige que las nuevas hipótesis concuerden con las teorías aceptadas, es irracional, pues preserva la teoría más antigua y no la teoría más mejorada» (Feyerabend, 1993, p. 24). Así, refuerza la necesidad de

libertad para desafiar paradigmas establecidos y permitir el surgimiento de perspectivas alternativas.

A lo largo de su obra, Feyerabend (1993) argumenta que la investigación histórica demuestra la inviabilidad de un conjunto fijo de reglas para guiar el desarrollo científico. Para él, estas reglas suelen ser violadas en la práctica, lo que pone de relieve la importancia de un enfoque más flexible y contextual (Siqueira-Batista et al., 2005). Como ejemplifica en su análisis de la física galileana, copernicana y de las concepciones de la Grecia Antigua, el progreso científico no se ha dado mediante un único método, sino a través de la proliferación de teorías concurrentes.

Si la historia de la ciencia está llena de ejemplos que contradicen la idea de un método único y universal, ¿por qué persiste esta concepción en la enseñanza de las Ciencias? Feyerabend sugiere que la educación científica perpetúa el statu quo al formar investigadores dentro de una visión unívoca del mundo y de un único método científico. Para él, la educación adquiere un carácter de entrenamiento o incluso de adoctrinamiento, en lugar de fomentar la creatividad y el pensamiento crítico (Feyerabend, 1993; Siqueira-Batista et al., 2005). En este sentido, una educación orientada por el pluralismo epistemológico podría contribuir a superar esta visión reduccionista, como destaca Feyerabend (1993):

El pluralismo de teorías y visiones metafísicas no solo es importante para la metodología, sino que también constituye una parte esencial de una perspectiva humanista. Los educadores progresistas siempre han intentado desarrollar la individualidad de sus alumnos y fomentar los talentos y creencias particulares, a veces bastante singulares, de cada niño. Sin embargo, este tipo de educación a menudo ha parecido un ejercicio inútil de ensoñaciones. Después de todo, ¿no es necesario preparar a los jóvenes para la vida tal como es en realidad? ¿No significa esto que deben aprender un conjunto particular de ideas en detrimento de todas las demás? Y si aún queda algún vestigio de imaginación, ¿no encontrará su lugar adecuado en las artes o en un ámbito limitado de sueños, que poco tiene que ver con el mundo en el que vivimos? ¿No llevaría este procedimiento, en última instancia, a una división entre la realidad despreciada y las fantasías bienvenidas, entre la ciencia y las artes, entre la descripción cuidadosa y la autoexpresión desenfrenada? El argumento a favor de la proliferación de ideas muestra que esto no tiene por qué suceder. Es posible mantener lo que podría llamarse libertad de creación artística y utilizarla plenamente, no solo como una vía de escape, sino como un medio necesario para descubrir y, quizás, incluso cambiar las características del mundo en el que vivimos. (p. 38)

Aunque no profundiza en la cuestión de la educación científica, Feyerabend destaca la importancia de adoptar una orientación humanista en la Ciencia y la educación contemporáneas, enfatizando que la pluralidad de perspectivas, métodos y concepciones es fundamental para superar una visión reduccionista y dogmática de la Ciencia.

Esta orientación humanista reconoce que la Ciencia no se construye a través de un único método universal o de una concepción inmutable, sino como un constructo dinámico y plural, moldeado por diferentes contextos históricos, culturales y epistemológicos.

## 5. EL SABER ACADÉMICO DE REFERENCIA PARA ESTA INVESTIGACIÓN

Para comprender el impacto de la noosfera en la legitimación del saber escolar, es esencial explicitar cuál es el Saber Académico de referencia actualmente dominante en el campo de la cosmología. Este papel lo desempeña el Modelo Cosmológico Estándar (o Modelo  $\Lambda$ CDM), que integra la Teoría General de la Relatividad de Einstein, la expansión del Universo observada por Hubble, la nucleosíntesis primordial, la radiación cósmica de fondo y la presencia de materia y energía oscuras como elementos fundamentales. Dicho modelo constituye una formulación moderna de la Teoría del Big Bang, ampliada por conceptos como la inflación cósmica y la aceleración de la expansión universal, siendo actualmente la descripción más ampliamente aceptada para explicar el origen y la evolución del cosmos a gran escala (Arthury; Peduzzi, 2015).

Aunque existen modelos alternativos de relevancia histórica – como la Teoría del Estado Estacionario, la Cosmología de Plasma, la Teoría del Estado Cuasi Estacionario, entre otros –, estas propuestas cuentan hoy en día con escasa adhesión institucional y visibilidad científica, y rara vez son abordadas en las publicaciones de los principales centros de investigación en cosmología (Assis y Neves, 2013).

Cabe destacar, sin embargo, que el reconocimiento de la existencia de modelos alternativos no implica una equiparación epistémica entre estas propuestas y el Modelo Cosmológico Estándar. El Modelo  $\Lambda$ CDM goza de un grado de aceptación significativamente superior en la comunidad científica, respaldado por un amplio conjunto de observaciones interpretadas. En contraste, los modelos alternativos presentan un menor poder explicativo desde la perspectiva actual de la cosmología institucionalizada, razón por la cual no han sido ampliamente adoptados. Así, aunque su presentación posea valor didáctico – especialmente por fomentar el pensamiento crítico y la comprensión de la ciencia como una construcción histórica –, ello no significa que deban ser tratados por la noosfera como epistemológicamente equivalentes al modelo dominante actual.

En este contexto, la hegemonía del Modelo Cosmológico Estándar refleja la imposición de un único paradigma considerado epistemológicamente legítimo, en detrimento de otras concepciones. Este escenario se alinea con la crítica de Feyerabend (1993), al advertir que la consolidación de un modelo único y dominante en la ciencia puede inhibir el pensamiento divergente y restringir la pluralidad de enfoques teóricos.

Por último, si bien los términos Teoría del Big Bang y Modelo Cosmológico Estándar no son conceptualmente equivalentes, en este artículo utilizamos la Teoría del Big Bang como una suerte de sinécdoque del Modelo Cosmológico Estándar, con el fin de destacar



específicamente la noción de explicación del origen del Universo. En otras palabras, el enfoque recae en la centralidad de una narrativa científica hegemónica que atribuye a la gran expansión cósmica el hito inaugural de la existencia del cosmos.

## 6. METODOLOGÍA

La investigación en cuestión adopta un enfoque de naturaleza cualitativa, cuya elección se justifica por la necesidad de comprender los procesos de legitimación del conocimiento escolar a partir de la interacción entre diferentes agentes de la noosfera. Como destaca Minayo (2009), la investigación cualitativa investiga «el universo de los significados, los motivos, las aspiraciones, las creencias, los valores y las actitudes» (p. 21). De esta manera, buscamos analizar los motivos, aspiraciones, creencias y actitudes de cinco agentes que componen la noosfera:

1. Los autores de libros didácticos;
2. Los profesores de Física de la enseñanza media;
3. Los científicos del área de Astronomía y Astrofísica;
4. Las instituciones gubernamentales vinculadas a la educación;
5. Los investigadores del área de Enseñanza de las Ciencias;

Para investigar en qué medida los autores de libros didácticos contribuyen a la legitimación del Modelo Cosmológico Estándar como la única visión presente en el ámbito escolar, realizamos un análisis de los libros didácticos utilizados en las escuelas de Brasil. Cabe recordar que los autores de libros didácticos son los principales responsables de la elaboración del Saber a Enseñar.

En este sentido, los materiales seleccionados fueron los libros didácticos de Ciencias Naturales aprobados por el Programa Nacional del Libro y Material Didáctico (PNLD) en Brasil en 2021, dado que estos libros estarán presentes en las escuelas públicas de todo el país durante el cuatrienio 2022-2025.

Se analizaron las siete colecciones aprobadas por el programa. Sin embargo, cada colección estaba compuesta por seis volúmenes, sumando un total de 42 libros. Entre estos, identificamos que cada colección contenía al menos un volumen con una unidad, capítulo o sección dedicados a discutir el origen del Universo. De este modo, siete libros fueron efectivamente utilizados para el análisis, siendo uno de cada colección, como se presenta en la tabla 1. Estos libros fueron seleccionados por ser ampliamente distribuidos de forma gratuita por el gobierno en todas las escuelas de Brasil y recomendados para la preparación de las clases.

**Tabla 1.** Los libros didácticos analizados.

Referencia a lo largo del artículo	Título de la colección
<b>Libro A</b>	Ser Protagonista – Ciências da Natureza e suas Tecnologias
<b>Libro B</b>	Conexões – Ciências da Natureza e suas Tecnologias
	Diálogo – Ciências da

<b>Libro C</b>	Natureza e suas Tecnologias
<b>Libro D</b>	Ciências da Natureza – Lopes & Rosso
<b>Libro E</b>	Matéria, Energia e Vida: uma abordagem interdisciplinar
<b>Libro F</b>	Multiversos – Ciências da Natureza
<b>Libro G</b>	Moderna Plus – Ciências da Natureza e suas Tecnologias

En lo que respecta a la legitimación promovida por los profesores de Física en ejercicio, realizamos este análisis a partir de la observación de sus clases impartidas sobre el contenido del origen del Universo, dado que los profesores son los responsables directos de la elaboración del Saber Enseñado. Para ello, participaron en la investigación cinco escuelas estatales pertenecientes al Núcleo Regional de Educación de Maringá, en Paraná, Brasil. En cuanto a los participantes, se seleccionaron cinco profesores de Física, uno de cada escuela. Algunas informaciones sobre los participantes pueden encontrarse en la tabla 2.

**Tabla 2.** Información sobre los profesores observados.

Referencia a lo largo del artículo	Formación	Años impartiendo clases
<b>Profesor A</b>	Licenciatura en Física; Licenciatura en Matemáticas;	11 años
<b>Profesor B</b>	Licenciatura en Física; Licenciatura en Química; Maestría Nacional Profesional en Enseñanza de Física;	20 años
<b>Profesor C</b>	Licenciatura en Física; Maestría Nacional Profesional en Enseñanza de Física;	17 años
<b>Profesor D</b>	Licenciatura en Física; Licenciatura en Historia; Maestría en Física de la Materia Condensada;	21 años
<b>Profesor E</b>	Licenciatura en Ciencias con habilitación en Matemática y Física;	31 años

Las clases de estos profesores fueron observadas por el investigador sin realizar ningún tipo de intervención, limitándose a registrar anotaciones en un diario de campo. Además, las clases fueron grabadas con el uso de dos grabadores de audio, permitiendo que momentos específicos pudieran ser revisitados posteriormente por el investigador, dado que, en un primer momento, algunos aspectos, detalles y mensajes implícitos podrían pasar desapercibidos.

Para analizar cómo los científicos del área de Astronomía y Astrofísica contribuyen a la legitimación exclusiva del Modelo Cosmológico Estándar como Saber Académico a ser transpuesto, restringimos nuestro análisis a esta comunidad en el ámbito exclusivamente brasileño. Así, para representar a este agente de la noosfera, seleccionamos los tres principales centros de investigación en el área y analizamos los enfoques de las investigaciones de maestría y doctorado desarrolladas en estas instituciones. La tabla 3 presenta

algunas informaciones sobre las instituciones de investigación seleccionadas.

**Tabla 3.** Información sobre los profesores observados.

Nombre de la institución	Número de disertaciones	Número de tesis	Años
Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales	134	78	1982 a 2024
Observatorio Nacional	141	115	1973 a 2021
Instituto de Astronomía, Geofísica y Ciencias Atmosféricas da Universidad de São Paulo	177	127	2005 a 2024

Con el acceso a las investigaciones de maestría y doctorado de estos tres centros, dirigimos nuestra atención a sus respectivos títulos y resúmenes, buscando identificar trabajos que tuvieran como base otro modelo opuesto a la Teoría del Big Bang.

Para analizar en qué medida las instituciones gubernamentales brasileñas vinculadas a la educación contribuyen a la legitimación de la Teoría del Big Bang, elegimos como representante de este agente de la noosfera el principal documento que orienta y guía la educación en todo Brasil: la Base Nacional Común Curricular (BNCC). Esta elección se justifica por el hecho de que dicho documento está directamente vinculado al Plan Nacional de Educación e impacta de forma directa las políticas dirigidas a los currículos escolares y la formación de los profesionales de la educación.

Finalmente, en relación con los investigadores del área de Enseñanza de las Ciencias, para investigar qué tipo de legitimación promueven, buscamos representarlos a partir de algunas investigaciones realizadas en el área sobre la incorporación de un pluralismo epistemológico en las clases, específicamente en relación con la temática del origen y la concepción del Universo.

A partir de lo expuesto, en las próximas secciones presentaremos nuestro análisis de cada agente de la noosfera destacado, con el objetivo de discutir en qué medida estos diferentes agentes contribuyen a la legitimación del Modelo Cosmológico Estándar como la única visión presente en las escuelas de Brasil.

## 7. RESULTADOS

### 7.1. El enfoque sobre el origen del Universo en los libros didácticos del PNLD en Brasil

Para iniciar la discusión, analizamos los libros didácticos aprobados por el PNLD en el año 2021, los cuales reflejan la percepción de los autores respecto a la legitimidad de la incorporación de un pluralismo epistemológico en el abordaje del origen del Universo. Estos materiales representan la versión más actual del Saber a Enseñar presente en las escuelas brasileñas.

En el *Libro A*, la temática del origen del Universo se presenta en la Unidad 2, Capítulo 3, titulado *Modelo Estándar del Universo*, en referencia al Modelo Cosmológico Estándar. Inicialmente, los autores indican que la concepción de un Universo estático fue progresivamente descartada a partir de las ecuaciones de la Teoría de la Relatividad General de Einstein, las cuales sugerían un modelo de Universo en expansión o contracción. Posteriormente, el texto afirma que la expansión del Universo fue evidenciada por la ley de Hubble, como se ejemplifica en el siguiente fragmento:

El resultado más importante de la ley de Hubble fue evidenciar que todas las galaxias que se encuentran a distancias muy grandes de la Tierra se están alejando unas de otras y también de la Vía Láctea; por lo tanto, el Universo, en su totalidad, está en expansión. (Libro A)

De este modo, se observa que el *Libro A* presenta únicamente una interpretación de la ley de Hubble, sosteniendo que el Universo está en expansión, sin mencionar otras posibles interpretaciones, como la teoría de la *luz cansada*<sup>1</sup>. A continuación, antes de presentar la Teoría del Big Bang, los autores afirman:

A pesar del descubrimiento de Hubble de que el Universo se está expandiendo, varios investigadores aún insistían en la teoría del Universo estacionario. El matemático austro-británico Hermann Bondi (1919-2005), el astrónomo austríaco Thomas Gold (1920-2004) y el astrónomo británico Fred Hoyle (1915-2001) propusieron una teoría en la que la materia sería continuamente producida para contrarrestar la expansión del Universo. (Libro A)

La forma en que los autores utilizan la expresión *aún insistían* puede sugerir que cuestionar teorías científicas ampliamente aceptadas es un acto ingenuo o carente de fundamento. Como destacan Assis, Neves y Soares (2008), aunque las observaciones de Hubble son compatibles con la teoría de un Universo en expansión, no constituyen una confirmación incontestable del Modelo Cosmológico Estándar. Además, la Teoría del Estado Estacionario es abordada de manera superficial, reforzando su caracterización como una idea obsoleta.

Otro punto a resaltar en el fragmento anterior es que los autores afirman que Hubble *descubrió* la expansión del Universo. Sin embargo, esta afirmación no es precisa, ya que no se trata de un descubrimiento, sino de una

<sup>1</sup> Según Soares (2021), la teoría de la *luz cansada* explica el alejamiento de las galaxias como resultado de una disminución en la energía de los fotones de luz a lo largo de su extensa trayectoria por el espacio, caracterizando un proceso de reducción en la frecuencia de dichos fotones.



interpretación basada en los datos del corrimiento al rojo en el espectro electromagnético, a partir de los cuales Hubble identificó una relación entre la velocidad y la distancia de las galaxias. Según Hubble (1929), «los datos en la tabla indican una correlación lineal entre distancias y velocidades» (p. 170), es decir, cuanto mayor es la distancia de las galaxias, mayor es su velocidad.

A partir de ello, en otro pasaje del artículo, Hubble (1929) afirma que «la característica más notable, sin embargo, es la posibilidad de que la relación velocidad-distancia pueda representar el efecto de de Sitter y, por lo tanto, que los datos numéricos puedan ser introducidos en las discusiones sobre la curvatura general del espacio» (p. 173). Cuando Hubble menciona esta posibilidad, se refiere implícitamente a la expansión del Universo, ya que el efecto de de Sitter está asociado a un modelo cosmológico derivado de la Teoría de la Relatividad General de Einstein. Este modelo, propuesto por de Sitter, describe un Universo en expansión (Assis et al., 2008). De esta manera, la relación entre velocidad y distancia establecida por Hubble debe comprenderse como una interpretación y no como un descubrimiento o constatación, pues el propio autor enfatiza que solo existe la posibilidad de dicha correlación.

Además, en trabajos posteriores, Hubble adoptó una postura más cautelosa respecto a esta interpretación (Assis et al., 2008). En un artículo de 1942, por ejemplo, argumenta que el corrimiento al rojo podría no deberse necesariamente al movimiento de recesión de las galaxias, sino al efecto de un principio físico aún desconocido que operaría en el espacio intergaláctico. Hubble enfatiza que, si el corrimiento al rojo se interpreta como velocidades de alejamiento, esto implicaría un modelo de Universo demasiado joven, demasiado pequeño y densamente poblado, lo cual considera problemático. Según el autor:

Así, los estudios empíricos sobre la ley de los desplazamientos al rojo y la distribución a gran escala de las nebulosas conducen a un dilema. Los desplazamientos al rojo se deben o bien a la recesión de las nebulosas, o bien a algún principio aún no reconocido que opera en el espacio intergaláctico. [...] La interpretación alternativa de los desplazamientos al rojo como desplazamientos de velocidad conduce a un tipo particular de universo en expansión que es desconcertantemente joven, pequeño y denso. (Hubble, 1942, p. 214)

Por esta razón, no es coherente afirmar que Hubble descubrió la expansión del Universo, ya que él mismo permaneció escéptico respecto al modelo del Big Bang. Según Assis, Neves y Soares (2008), para Hubble, un Universo estacionario e infinito en espacio y tiempo parecía más plausible que un modelo en expansión que imponía límites a la edad y al tamaño del cosmos.

Posteriormente, el *Libro A* describe la evolución del Universo exclusivamente desde la perspectiva del Modelo Cosmológico Estándar. Los autores reafirman la Teoría del Big Bang al presentar la radiación cósmica de fondo como evidencia directa de este modelo, sin explorar otras posibles interpretaciones. El capítulo concluye con una exposición sobre la materia y energía oscuras.

A partir de lo expuesto, podemos inferir que el *Libro A* privilegia únicamente el Modelo Cosmológico Estándar, proporcionando una descripción detallada de este modelo y presentando interpretaciones de fenómenos cósmicos que lo respaldan. La única concepción alternativa mencionada es la Teoría del Estado Estacionario, aunque sin un análisis significativo.

El *Libro B* discute el origen del Universo en el Capítulo 4. Al inicio del capítulo, los autores plantean las siguientes preguntas: «Antes de comenzar, reflexione sobre las siguientes cuestiones: ¿El Universo siempre ha sido como es hoy o tuvo un inicio? ¿Qué es la teoría del Big Bang? ¿Qué es la radiación cósmica de fondo?» (Libro B). De este modo, los cuestionamientos propuestos por los autores del *Libro B* favorecen la concepción del Modelo Cosmológico Estándar.

A continuación, se introduce el fenómeno físico del Efecto Doppler, tanto sonoro como luminoso, como base para la interpretación expansionista de Hubble. Así, el *Libro B* afirma que Hubble concluyó, a partir del Efecto Doppler, que «las galaxias se están alejando unas de otras, ¡lo que significa que el Universo está en expansión!» (Libro B). Además, los autores enfatizan que esta idea no solo indica que el Universo está en expansión, sino que también sugiere que tuvo un inicio. De esta manera, una vez más, las observaciones de Hubble son presentadas desde una única interpretación, reforzando la aceptación del Modelo Cosmológico Estándar.

Más adelante, los autores del *Libro B* describen que, como consecuencia de los trabajos de Hubble, se propuso la Teoría del Big Bang. Posteriormente, se presentan las etapas evolutivas del Universo a partir del Big Bang (figura 1) y la interpretación de la radiación cósmica de fondo proporcionada por el modelo. Finalmente, el capítulo concluye con discusiones sobre la radioastronomía y los radiotelescopios.

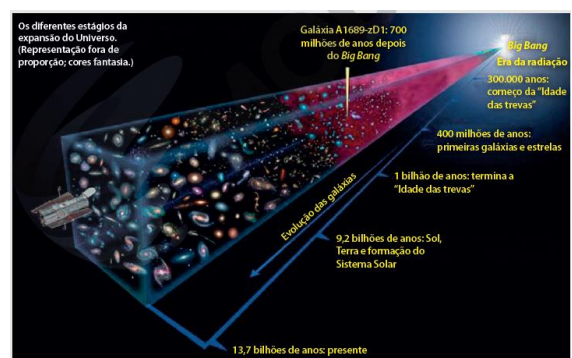


Figura 1. Esquema evolutivo del Universo en el Libro B.

A partir del análisis del *Libro B*, podemos inferir que los autores privilegian exclusivamente el Modelo Cosmológico Estándar, sin abordar ni mencionar ninguna otra concepción alternativa a lo largo de la discusión, evidenciando la ausencia de pluralismo epistemológico.

En cuanto al *Libro C*, el tema analizado se desarrolla en la Unidad 2, específicamente en el Capítulo 1, titulado *Formación del Universo*. El capítulo comienza inmediatamente con la presentación de la Teoría del Big

Bang y, una vez más, se enfatiza que el Modelo Cosmológico Estándar es el más aceptado, atribuyendo esta aceptación a la interpretación de Hubble sobre el alejamiento de las galaxias. Veamos:

Una de las teorías más aceptadas entre los científicos para explicar el origen del Universo se originó con los descubrimientos del astrónomo estadounidense Edwin Hubble (1889-1953). Él observó que las galaxias distantes se alejan unas de otras y que, cuanto mayor es la distancia entre ellas, mayor es su velocidad de alejamiento. Dicha teoría sugiere que el Universo tuvo su origen en un punto material extremadamente caliente y denso, que contenía toda la energía existente en el Universo actual y que experimentó una rápida expansión. Esta teoría fue denominada Big Bang. (Libro C)

Una vez más, el fragmento afirma que Hubble descubrió que las galaxias se alejaban, en lugar de indicar que él interpretó este fenómeno de tal manera. Posteriormente, la autora añade que «la idea de que el Universo tuvo un inicio era ampliamente rechazada por la mayoría de la comunidad científica» (Libro C). Sin embargo, el texto no presenta ninguna justificación científica para este rechazo ni menciona teorías alternativas al Big Bang. Aún en esta parte del capítulo, la autora concluye que el modelo del Big Bang es consistente, ya que describe el origen de elementos abundantes como el hidrógeno, el helio y el litio, además de predecir la existencia de una radiación residual en todo el Universo, es decir, la radiación cósmica de fondo.

A continuación, la autora del *Libro C* concluye el capítulo detallando la evolución del Universo según esta concepción, destacando la evolución estelar, la estructura de las estrellas y la formación de sistema planetarios. Por lo tanto, se trata de otro ejemplo de Saber a Enseñar que no ofrece un pluralismo epistemológico, ya que resalta y favorece exclusivamente una concepción científica sin presentar otras formas de interpretación o concepción.

En el *Libro D*, el origen del Universo se discute en la primera unidad del material, específicamente en el Tema 1, titulado *Cosmología*. Desde el inicio, los autores destacan que la Teoría del Big Bang será presentada como la concepción más aceptada en la actualidad. No obstante, no mencionan cuáles otras visiones alternativas al modelo vigente han sido discutidas en la academia, como puede observarse en el siguiente fragmento: «La teoría del Big Bang es actualmente la más aceptada para explicar el origen del Universo. A pesar de que existen algunas cuestiones que no explica completamente, todas las predicciones matemáticas y mediciones observacionales realizadas hasta hoy la corroboran» (Libro D).

A continuación, los autores del *Libro D* describen detalladamente cada etapa evolutiva del Universo según el modelo del Big Bang. Todavía discutiendo las particularidades del Modelo Cosmológico Estándar, los autores abordan las entidades de materia y energía oscura. Solo después de estas discusiones presentan la ley de Hubble y la interpretación del Universo en expansión.

Finalmente, el tema de la unidad concluye con la presentación de la Relatividad Especial y General.

En vista de lo expuesto, es evidente que el *Libro D*, al abordar el origen del Universo, no presenta una perspectiva pluralista de ideas, ya que describe y fundamenta exclusivamente el Modelo Cosmológico Estándar. Ningún otro modelo es mencionado a lo largo de la discusión.

Al analizar el *Libro E*, observamos que la temática del origen del Universo se aborda en la Unidad 1, Capítulo 2, titulado *Del Big Bang a la formación de la Tierra*. Al inicio del capítulo, los autores presentan la siguiente afirmación:

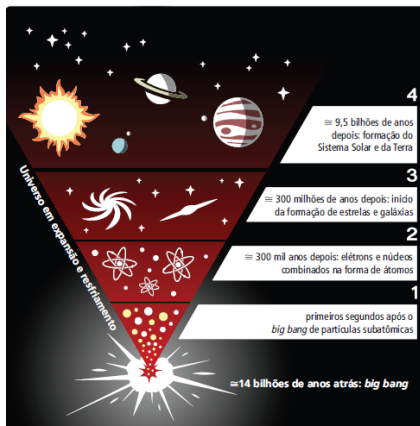
Comprenderemos la teoría de la expansión del Universo después de la gran explosión, el Big Bang, que habría dado inicio a nuestra existencia, y discutiremos los temas relacionados con él, como la teoría de la relatividad formulada por Albert Einstein, los agujeros negros y las ondas gravitacionales. (Libro E)

A partir de este fragmento, es posible inferir que los autores transmiten la idea de que la Teoría del Big Bang es una *verdad científica*, ya que se presenta como la explicación para el origen de la existencia. No se mencionan otras concepciones como alternativas explicativas. Después de esta introducción, el *Libro E* discute métodos de medición de grandes distancias, como la triangulación y la paralaje, y posteriormente explica el origen y funcionamiento de los telescopios, lentes y espejos. Solo después de estos temas, el foco del capítulo regresa al origen del Universo, cuando los autores introducen la ley de Hubble.

Tras discutir la ley de Hubble, los autores la describen como una evidencia de la expansión del Universo iniciada en el Big Bang:

De acuerdo con la ley de Hubble, las galaxias se están alejando unas de otras con velocidades que aumentan cuanto más distantes estén entre sí. La extrapolación de la expansión hacia el pasado muestra que hubo un evento inicial, el Big Bang, que ocurrió hace aproximadamente 14 mil millones de años. (Libro E)

A continuación, los autores abordan la radiación cósmica de fondo y afirman que «la detección de esta radiación fue considerada un fuerte indicio de la validez de la teoría del Big Bang» (Libro E). Sin embargo, no mencionan otras teorías que podrían describir el origen del Universo, ni presentan interpretaciones alternativas de la radiación cósmica de fondo. El capítulo continúa abordando la evolución del Universo después del Big Bang y finaliza con la figura 2.



**Figura 2.** Esquema evolutivo del Universo en el Libro E.

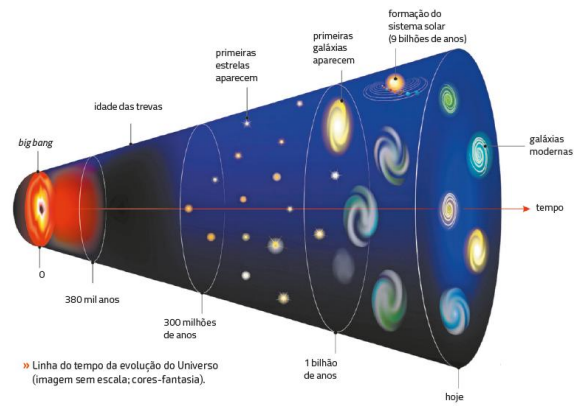
Para concluir, los autores discuten la Relatividad Especial y General, la formación estelar, la síntesis de los elementos químicos ligeros y pesados y, finalmente, la formación de la Tierra. De esta manera, al igual que otros materiales analizados, el *Libro E* no presenta un pluralismo epistemológico en el abordaje del origen del Universo. El Saber a Enseñar estructurado en el material no discute ni menciona concepciones opuestas al Modelo Cosmológico Estándar.

El *Libro F*, por su parte, trata la temática del origen del Universo en la Unidad 1, Tema1. Desde el primer párrafo, los autores afirman:

El Universo es todo lo que existe físicamente. Está compuesto por el espacio, el tiempo y las más variadas formas de materia y energía, como planetas, estrellas, galaxias, componentes del espacio intergaláctico, radiaciones, entre otros. También está formado por un tipo de materia y energía aún no detectada, la materia oscura y la energía oscura. (Libro F)

Este enfoque revela que los autores adoptan desde el inicio el Modelo Cosmológico Estándar como referencia, ya que la materia y la energía oscura son hipótesis *ad hoc* de este modelo. Posteriormente, al introducir la Teoría del Big Bang, afirman: «Existen algunas teorías sobre el origen y la evolución del Universo. La más aceptada actualmente considera que el Universo se inició a partir de una gran singularidad que, debido a una gran inestabilidad, explotó y pasó a llamarse Big Bang» (Libro F).

Aunque mencionan la existencia de otras teorías, los autores no las describen ni citan nominalmente otras concepciones, evidenciando nuevamente la falta de pluralismo epistemológico en el Saber a Enseñar. A continuación, presentan los elementos fundamentales del Modelo Cosmológico Estándar, como la radiación cósmica de fondo y la expansión del Universo, así como su evolución a partir de la singularidad del Big Bang (figura 3). La discusión finaliza con la descripción de las estructuras del cosmos, como Vía Láctea y el Sistema Solar. Así, una vez más, el enfoque permanece centrado en una única visión.



**Figura 3.** Esquema evolutivo del Universo en el Libro F.

Por último, el *Libro G* discute el origen del Universo en el primer capítulo e inicia la discusión con la siguiente afirmación:

Hasta hace poco más de tres siglos, las principales explicaciones sobre el origen del Universo y de la vida eran de carácter religioso. Según la mayoría de ellas, el Universo y los seres vivos habrían sido creados por divinidades supremamente poderosas. En las últimas décadas, el desarrollo de la Ciencia ha aportado nuevos datos a esta antigua discusión. Los avances de la Cosmología, rama de la Ciencia que estudia los cuerpos celestes y el espacio sideral, llevaron a los científicos a desarrollar una teoría para explicar el origen del Universo, que pasó a conocerse como teoría de la gran explosión, o teoría del Big Bang. (Libro G)

Al igual que los demás materiales analizados, los autores adoptan una perspectiva monista, enfatizando exclusivamente el Modelo Cosmológico Estándar como explicación científica del origen del Universo. Esta ausencia de pluralismo epistemológico se hace aún más evidente cuando afirman que «los avances de la Cosmología y la Física a principios del siglo XX llevaron a la formulación de la teoría del Big Bang» (Libro G), lo que refuerza la idea de que este modelo representa el único avance científico en el área.

A continuación, los autores describen los primeros instantes del Universo según la concepción del Modelo Cosmológico Estándar, hasta abordar la formación del Sistema Solar y, posteriormente, de la Tierra, con lo que concluye el capítulo. Ante esta estructura, es evidente que el Saber a Enseñar propuesto por el *Libro G* no contempla un tratamiento pluralista de las teorías cosmológicas, ya que los autores restringen su enfoque al Modelo Cosmológico Estándar sin mencionar otras concepciones alternativas.

Por lo tanto, el análisis de los libros permite observar que los materiales no incorporaran un pluralismo epistemológico en el tratamiento del origen del Universo. Todos resaltan exclusivamente la Teoría del Big Bang con la explicación predominante para el tema. De este modo, se puede inferir que los elaboradores de los libros didácticos legitiman únicamente el Modelo Cosmológico Estándar como Saber a Enseñar, contribuyendo a la ausencia de pluralismo epistemológico en este contexto.

## 7.2. El abordaje del origen del Universo en las clases de Física en Brasil

Analizaremos ahora si hay o no la presencia de un pluralismo epistemológico en las clases de los profesores observados al tratar el origen del Universo, con el objetivo de inferir sobre la legitimación promovida por este agente de la noosfera.

Comenzando por el *Profesor A*, este inició una clase de 40 minutos sobre el origen del Universo y la formación estelar, retomando algunos temas tratados en clases anteriores sobre la fuerza gravitacional y el efecto de marea. Luego de esta recapitulación, comenzó a discutir el tema de la clase con los estudiantes. Veamos algunos fragmentos del diálogo:

*Profesor A:* Hoy vamos a iniciar el estudio de la formación de las estrellas, pero para hablar de la formación de las estrellas tenemos que recordar la formación del Universo. ¿Recuerdan cómo ocurrió científicamente la formación del Universo?

*Estudiantes al unísono:* ¡Big Bang!

*Profesor A:* ¡Big Bang! Eso es. Todos, desde pequeños, nacieron y el médico dijo: «Miren, la formación del Universo ocurrió por el Big Bang». Todo el mundo ya lo sabe.

*Profesor A:* ¿Qué es el Big Bang?

*Estudiante:* ¡Una explosión!

*Profesor A:* ¿Qué explotó?... Perdón, voy a reformular la pregunta. ¿Qué causó la explosión? [...] Fue una partícula, la explosión ocurrió a partir de una partícula, esta partícula comenzó a expandirse porque empezó a calentarse, fue expandiéndose, expandiéndose, hasta que llegó a un punto límite en el que ocurrió la explosión, ¡la gran explosión! ¡Nuestro famoso Big Bang!

A través de estos diálogos, es posible inferir que el *Profesor A* pone el Modelo Cosmológico Estándar en una posición de destaque y privilegio, transmitiendo la idea de que esta teoría es incuestionable. Al hacer una broma sugiriendo que esta sería la primera información proporcionada por un médico al nacer un bebé, refuerza esta perspectiva.

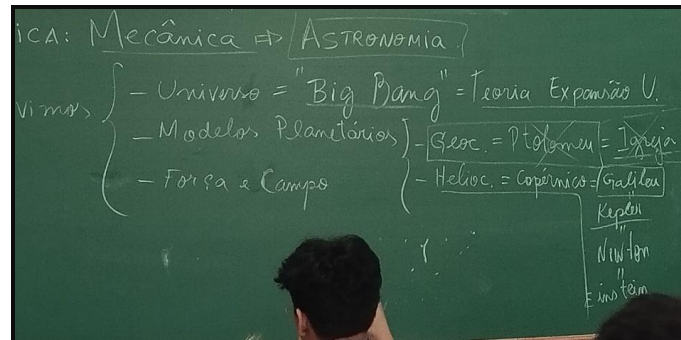
Además, aunque transmite la sensación de que este modelo es ampliamente confiable y bien fundamentado, el *Profesor A* no parece dominar completamente la explicación propuesta por la Teoría del Big Bang, ya que su descripción sobre el inicio del evento no corresponde científicamente con lo que el modelo establece. Por el contrario, llega incluso a contradecirlo al afirmar que había una partícula antes de la singularidad.

A continuación, utilizando una diapositiva de PowerPoint con una imagen similar a la figura 3, el *Profesor A* explica la evolución del Universo después de la *gran explosión*, mencionando, por ejemplo, el surgimiento de los átomos, las galaxias, las estrellas y nuestro Sistema Solar. El profesor continuó abordando la formación estelar dentro de la perspectiva del Modelo Cosmológico Estándar hasta el final de la clase.

Por lo tanto, en su clase, el *Profesor A* discutió únicamente la visión del Modelo Cosmológico Estándar, lo que nos

permite afirmar que el Saber Enseñado por él no incorpora un pluralismo epistemológico y legitima únicamente este modelo.

En cuanto a la clase del *Profesor B*, esta tuvo una duración de 80 minutos. Al inicio, discutió con los alumnos qué estudia la Astronomía, la diferencia entre Astrología y Astronomía, las constelaciones del zodiaco y les preguntó sobre qué sería el Universo, mencionando el Big Bang como su origen. Posteriormente, abordó brevemente los modelos antiguos de nuestro sistema solar, es decir, el geocentrismo y el heliocentrismo. Algunas de estas informaciones fueron registradas en la pizarra, como se puede observar en la figura 4.



**Figura 4.** Informaciones proporcionadas en la pizarra por el Profesor B.

A continuación, el *Profesor B* dialogó con los alumnos de la siguiente manera:

*Profesor B:* ¿Cómo fue el origen del Universo? ¿Y cuál es la forma del Universo? El nombre de la teoría que habla sobre el origen del Universo es Teoría del Big Bang, pero ese es su apodo, no su nombre científico. Entonces, un poco antes del inicio del Universo, no existía nada, era el vacío. Pero existía energía, ¿saben qué es esa energía? ¡Es todo lo que ven! Entonces, ¿dónde estaba toda esa energía que se transformó en materia? Estaba toda concentrada en un único punto. ¿Creen que eso es bueno? Eso es muy tenso, no es agradable. Entonces, de repente, ¿qué ocurre? Toda esa energía se libera y al comienzo de esto, esa energía forma los quarks, que son las pequeñas partículas subatómicas, tardando solo tres segundos en ello. Sin embargo, para que comenzaran a formarse átomos, tuvieron que pasar 300 mil años. ¿Cómo saben eso los científicos? Por la metodología científica, los científicos desarrollaron la teoría y aplicaron los cálculos. Después de 9 mil 500 millones de años surgió el sistema solar y hoy la edad del Universo es de 13,8 mil millones de años.

*Estudiante:* ¿Y cuál es el verdadero nombre de la teoría?

*Profesor B:* Es Teoría de la Expansión, ese es su nombre correcto.

Después de estas explicaciones, el *Profesor B* discutió con los estudiantes la forma del Universo, describiendo tres posibilidades: podría ser plano, esférico o hiperbólico. En ese momento, el profesor hizo el siguiente comentario:



*Profesor B:* ¿Y ahora cuál es la forma correcta? En la ciencia hay mucho de este dilema de tener que decidir, entonces hay varios científicos que apoyan la teoría de que el Universo es plano, otros tantos creen que es esférico y otros defienden que es como una silla de montar.

Aunque el *Profesor B* no presentó ni discutió explícitamente ningún otro modelo sobre el origen del Universo, en la parte en que abordó la forma del Universo indicó que en la Ciencia existen diferentes teorías y que cada científico adopta la idea que le parece más coherente.

En seguida, el *Profesor B* mencionó brevemente que la expansión del Universo está *confirmada* por la ley formulada por Edwin Hubble, transmitiendo solo una única interpretación de los datos obtenidos por Hubble. La clase finalizó con la explicación sobre el nacimiento y la muerte de las estrellas.

A partir del análisis de la clase, podemos inferir que el *Profesor B* no proporciona un pluralismo epistemológico. No obstante, al discutir la forma del Universo, ofreció un pequeño indicio de pluralismo al reconocer la existencia de diferentes teorías. Sin embargo, al abordar el origen del Universo, enfatizó exclusivamente la Teoría del Big Bang, legitimando únicamente este conocimiento.

El *Profesor C* también impartió una clase de 80 minutos. Al inicio de la clase, comenzó la discusión abordando las diferencias entre hipótesis y teoría, explicando cómo una hipótesis puede convertirse en una teoría. Tras esta explicación, afirmó:

*Profesor C:* ¿Por qué les expliqué esta diferencia? Porque cuando se habla del origen del Universo, hay dos factores involucrados: es complicado probar las cosas y siempre esta cuestión ha estado relacionada con aspectos religiosos. Entonces, esto influye mucho en el estudio del Universo. Pero nuestra idea en la clase de hoy es entender lo que la ciencia puede explicar, en este caso, el Big Bang. Sin embargo, quiero dejar claro que el Big Bang no puede explicarlo todo, eso es obvio, pero con lo que tenemos hoy, es la mejor explicación. ¿Ha habido otras explicaciones? Sí, pero hoy, con lo que sabemos y conocemos, es la que mejor explica y podemos hacer muchas cosas con ello.

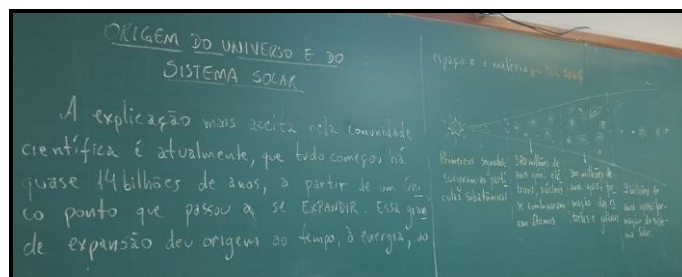
A diferencia de los demás profesores analizados hasta aquí, el *Profesor C* sugiere, aunque de manera implícita, que han existido otros modelos cosmológicos y que el Big Bang tiene limitaciones. De esta forma, no presenta la teoría como una verdad absoluta. Sin embargo, el profesor no aprovechó esta apertura para introducir o discutir otros modelos alternativos sobre el origen del Universo, ni siquiera mencionando otra teoría. Luego, el *Profesor C* continuó:

*Profesor C:* Vamos a tratar de entender de dónde surgió la Teoría del Big Bang. ¿Han oído hablar del telescopio Hubble? Hubble era el nombre de una persona, en realidad un apellido. En la década de 1920, Hubble tenía uno de los mejores telescopios y con ello fue el primero en percibir que, al ampliar

con el telescopio la imagen de las estrellas, en realidad eran varias estrellas, es decir, eran galaxias. Hubble también observó con el telescopio, no fue algo que se imaginó, él vio que estas galaxias en general se estaban alejando, la distancia entre ellas estaba aumentando. Entonces, no estaban fijas en el espacio, sino en un movimiento de alejamiento [...]. Si las galaxias se están alejando, eso significa que en el pasado estaban concentradas en un único lugar. En realidad, era la materia que las formaba la que estaba concentrada. Fue más o menos esto lo que dio el puntapié inicial a la Teoría del Big Bang.

Cabe notar que el *Profesor C* afirma que Hubble pudo observar, mediante el telescopio, el alejamiento de las galaxias. Sin embargo, esta afirmación no concuerda con los trabajos de Edwin Hubble, como se ha discutido anteriormente. Hubble no observó directamente el alejamiento de las galaxias, sino que interpretó datos relacionados con el corrimiento al rojo de algunas de ellas.

Tras esta explicación, el profesor registró algunas informaciones en la pizarra y dibujó un esquema evolutivo del Universo a partir del Big Bang (figura 5). Luego, concedió tiempo para que los alumnos copiaran el contenido y, posteriormente, explicó la evolución del Universo con base en el esquema elaborado, finalizando la clase con la introducción del tema sobre la formación y muerte de las estrellas.



**Figura 5.** Informaciones proporcionadas en la pizarra por el Profesor C.

Al igual que los demás profesores analizados, el *Profesor C* legitima únicamente el Modelo Cosmológico Estándar como la única explicación sobre el origen del Universo, ya que no promovió un enfoque pluralista de ideas en su clase.

A diferencia de los profesores anteriores, el *Profesor D* no impartió una clase expositiva sobre la temática investigada. Simplemente solicitó a los alumnos que leyeran, en el libro didáctico, el capítulo que abordaba temas relacionados con el Universo, como su origen, estructuras, el sistema solar y la formación estelar. El material utilizado fue el *Libro F*, que, según el análisis realizado, no promueve un pluralismo epistemológico, ya que legitima exclusivamente el Modelo Cosmológico Estándar.

Tras la lectura del capítulo, el *Profesor D* propuso ocho preguntas para ser respondidas en el cuaderno. Las preguntas fueron las siguientes:

1. ¿Qué mide el año luz? ¿Cuál es su valor?
2. Describe el fenómeno del Big Bang.

3. Elabora una tabla diferenciando planetas rocosos y gaseosos; planetas enanos y no enanos; cometas, asteroides, meteoros, meteoritos y meteoroides.
4. Describe el ciclo de vida del Sol.
5. ¿Cuál es el significado de los colores de las estrellas?
6. ¿El Sol puede convertirse en un agujero negro? Justifica tu respuesta.
7. ¿Cuál es el origen de una estrella de neutrones y de un agujero negro?
8. ¿Cómo se clasifican los ciclos de vida de las estrellas?

Durante el resto de la clase, el *Profesor D* solo revisó de forma individual los cuadernos de algunos estudiantes, anotando quiénes habían terminado de responder las preguntas, sin embargo, el *Profesor D* no llevó a cabo ningún tipo de discusión con los alumnos sobre las preguntas ni sobre sus respuestas. De esta forma, constatamos que el Saber Enseñado por el *Profesor D* no contempla un pluralismo epistemológico, ya que no discute críticamente con los alumnos el hecho de que el *Libro F* legitima únicamente la Teoría del Big Bang. Además, no introduce ni menciona otras ideas científicas que podrían ampliar la comprensión del tema.

Por último, el *Profesor E* impartió una clase de 40 minutos sobre la temática. Al inicio, tuvo el siguiente diálogo con los estudiantes:

*Profesor E:* Bueno, chicos, nuestro siguiente tema es sobre el origen del Universo, es decir, cómo llegamos al Universo que tenemos hoy y también sobre el sistema solar. Vamos a hablar un poco sobre esto. Entonces, pueden escribir este título en sus cuadernos: origen del Universo y sistema solar. ¿Empezamos?

*Estudiantes al unísono:* ¡Sí!

*Profesor E:* Bueno, entonces comencemos con una pregunta para vosotros. Seguramente ya la han escuchado. ¿Cuál fue el origen de todo? ¿Qué explica el origen de todo lo que existe en el Universo? Basándose en lo que ya han estudiado en la Enseñanza Primaria, ya han visto esto.

*Estudiante:* En la teoría científica, es el Big Bang.

*Profesor E:* ¡Exactamente! Entonces, esta es la teoría más aceptada por los científicos, ¿de acuerdo? Es la teoría del Big Bang. ¿Alguien podría decir qué es esta teoría?

*Estudiante:* Fue una gran acumulación de energía que explotó y creó todo.

*Profesor E:* Bueno, no es exactamente una explosión, ¿de acuerdo? Se considera que existía un pequeño punto que comenzó a expandirse, expandirse, hasta convertirse en lo que tenemos hoy, ¿de acuerdo? Entonces, con esta expansión se crearon el tiempo, la energía, la materia y otras cosas. Todo a través de esta expansión. Y a este acontecimiento lo llamaron Big Bang, que traducido significa gran explosión, ¿de acuerdo?

Tras estos diálogos, el *Profesor E* utilizó una diapositiva en PowerPoint con una imagen similar a la figura 3 para explicar la evolución del Universo a partir de la Teoría del Big Bang. Durante el resto de la clase, abordó temas como

las galaxias, con énfasis en la Vía Láctea, y también sobre nuestro sistema solar, específicamente los cuerpos que lo componen.

A partir de lo expuesto, podemos inferir una vez más que la clase impartida no incorporó un pluralismo epistemológico. El *Profesor E*, al abordar la temática investigada, se limitó a describir el Modelo Cosmológico Estándar sin mencionar otras concepciones. Además, durante los diálogos, afirmó que los estudiantes ya conocían la teoría que explicaba el origen del cosmos, ya que habían estudiado este tema en años anteriores, lo que permite reflexionar que tanto el Saber a Enseñar como el Saber Enseñado legitiman exclusivamente la Teoría del Big Bang al abordar el origen del Universo a lo largo de la trayectoria escolar de los alumnos.

En términos generales, a partir del conjunto de clases analizadas en este estudio, observamos que los profesores investigados legitimaron fuertemente la Teoría del Big Bang como la única explicación para el origen del Universo. Aunque esta tendencia pueda estar presente de manera más amplia en el contexto de la educación brasileña, nuestros datos se refieren específicamente a las prácticas de cinco profesores del estado de Paraná, lo cual nos impide hacer generalizaciones sobre todos los docentes de Física en ejercicio en el país. Aun así, los hallazgos sugieren que la ausencia de pluralismo epistemológico feyerabendiano puede ser una característica recurrente del Saber Enseñado en este tema, lo que exige más estudios empíricos en distintas regiones y contextos escolares.

### 7.3. La legitimación del saber por parte de los científicos

Como se discutió en la fundamentación teórica, al analizar el proceso de transposición didáctica y su dinámica, Chevallard (1991) sostiene que los saberes escolares deben mantener al menos un mínimo de proximidad con el Saber Académico, es decir, con el conocimiento ampliamente debatido en los centros de investigación y entre los científicos. De lo contrario, existiría el riesgo de que los científicos desautoricen los contenidos que componen el Saber a Enseñar y el Saber Enseñado.

Desde esta perspectiva, ¿sería entonces esta amenaza de deslegitimación del saber, por parte de la comunidad científica, uno de los factores que llevan a los docentes y autores de libros didácticos a no promover un pluralismo epistemológico en el abordaje del origen del Universo? Para reflexionar sobre esta cuestión, analizamos las investigaciones brasileñas en el área de Astronomía y Astrofísica llevadas a cabo en tres de los principales centros de investigación del país, con el fin de inferir qué concepciones científicas son legitimadas en estas instituciones.

En el caso del Instituto de Investigaciones Espaciales, su página oficial pone a disposición todas las disertaciones de maestría y tesis doctorales defendidas en el programa posgrado desde 1982. Entre 1982 y 2024, había un total de 134 disertaciones y 78 tesis disponibles para consulta. Al analizar los títulos y resúmenes de estos 212 trabajos en busca de investigaciones fundamentadas en modelos



alternativos a la Teoría del Big Bang, no encontramos ninguna que rechazara este paradigma. Identificamos algunos estudios que proponían variaciones dentro del Modelo Cosmológico Estándar, pero que seguían teniendo la Teoría del Big Bang como base. Un ejemplo es la disertación de Moraes (2011), que explora el Modelo Cosmológico de Carmeli. Dicho modelo puede considerarse una extensión del Big Bang, pero no una ruptura con este marco teórico.

De manera similar, en el Observatorio Nacional, analizamos las disertaciones de maestría y tesis doctorales defendidas entre 1973 y 2021. De los 256 trabajos disponibles, ninguno presentó un marco teórico que divergiera sustancialmente de la Teoría del Big Bang. Algunos estudios, como la tesis de Dantas (2011), problematizan aspectos específicos del modelo estándar, pero sin abandonar su estructura paradigmática.

Por su parte, en el Instituto de Astronomía, Geofísica y Ciencias Atmosféricas de la Universidad de São Paulo, analizamos los trabajos defendidos entre 2005 y 2024. Entre las 304 investigaciones encontradas, ninguna, a partir de sus títulos y resúmenes, presentó un marco teórico que se opusiera a la Teoría del Big Bang. Todas fueron elaboradas dentro de la estructura del Modelo Cosmológico Estándar.

Este panorama sugiere una predominancia absoluta de trabajos anclados en el Modelo Cosmológico Estándar. Aunque este dato evidencia la hegemonía del paradigma del Big Bang en la producción científica brasileña del área, no es posible, con base en el análisis de los títulos y resúmenes de las disertaciones y tesis, inferir con seguridad que los científicos rechacen o desautoricen activamente otras concepciones cosmológicas. La ausencia de modelos alternativos en las producciones analizadas no implica necesariamente una postura de oposición explícita por parte de la comunidad científica, sino que puede reflejar prioridades de investigación, criterios de financiamiento o afinidades epistemológicas consolidadas.

Así, en lugar de afirmar que habría una deslegitimación directa de saberes alternativos, proponemos una lectura más cautelosa: la fuerte centralidad del Modelo Cosmológico Estándar en la investigación académica puede operar como un vector de estabilización dentro de la noosfera, influyendo indirectamente en los criterios de legitimación del saber escolar. Esta influencia no debe interpretarse como censura o exclusión intencional, sino como parte de una dinámica de hegemonía paradigmática, conforme lo discute Fejerabend (1993).

Cabe destacar que, aunque existe una minoría de científicos vinculados a otras instituciones que han publicado artículos cuestionando el Modelo Cosmológico Estándar y sus interpretaciones (Assis et al., 2008; Assis y Neves, 2013), sus contribuciones no han sido ampliamente aceptadas por la comunidad académica y tiene un alcance significativamente reducido en comparación con el paradigma del Big Bang.

Así, los resultados del análisis de las investigaciones cosmológicas brasileñas sugieren que la legitimación del Saber Académico por parte de los científicos puede tener un

impacto significativo sobre el saber escolar. La ausencia de un pluralismo epistemológico en los libros y en las clases analizadas podría ser, al menos en parte, un reflejo de esta legitimación, ya que la hegemonía del Modelo Cosmológico Estándar en la investigación científica brasileña podría desalentar la introducción de modelos alternativos en la enseñanza, ante el riesgo de deslegitimación dentro de la noosfera.

#### **7.4. La legitimación por parte de las instituciones gubernamentales vinculadas a la educación**

Para analizar la legitimación por parte de los organismos gubernamentales responsables de la educación, dirigimos nuestra atención a la Base Nacional Común Curricular (BNCC), documento que orienta y guía la Educación Básica en todo Brasil. Consideramos que, debido a su importancia, este documento refleja las concepciones que las instituciones gubernamentales legitiman o deslegitiman.

La BNCC establece competencias específicas para cada área de conocimiento. En el caso del tema sobre origen del Universo, este se enmarca en el campo de Ciencias de la Naturaleza y sus Tecnologías. Dentro de esta área, la segunda competencia específica presenta la siguiente directriz:

Construir y utilizar interpretaciones sobre la dinámica de la Vida, la Tierra y el Cosmos para elaborar argumentos, realizar predicciones sobre el funcionamiento y la evolución de los seres vivos y del Universo, y fundamentar decisiones éticas y responsables. Al reconocer que los procesos de transformación y evolución atraviesan la naturaleza y ocurren desde las moléculas hasta las estrellas en diferentes escalas de tiempo, los estudiantes tienen la oportunidad de desarrollar reflexiones que sitúen a la humanidad y al planeta Tierra en la historia del Universo, así como de conocer la evolución histórica de los conceptos y las diferentes interpretaciones y controversias involucradas en esta construcción. (Brasil, 2018, p. 542)

El fragmento explicita que los contenidos abordados deben permitir que los estudiantes conozcan diferentes interpretaciones y controversias asociadas con la construcción del conocimiento científico. Sin embargo, como se evidencia en el análisis de las clases y los libros didácticos, en el caso específico del origen del Universo, solo una interpretación ha sido enfatizada: la Teoría del Big Bang.

Además, al describir las habilidades esperadas para los estudiantes de Enseñanza Media en esta área, la BNCC establece que estos deben: «analizar y discutir modelos, teorías y leyes propuestas en diferentes épocas y culturas para comparar distintas explicaciones sobre el origen y la evolución de la Vida, la Tierra y el Universo con las teorías científicas aceptadas en la actualidad» (Brasil, 2018, p. 557).

Aunque esta formulación parece, en principio, abrir espacio para un pluralismo epistemológico al mencionar la necesidad de comparar diferentes explicaciones sobre el origen del Universo, la exigencia de insertar las *teorías científicas aceptadas actualmente* indica una orientación clara hacia la legitimación del saber escolar a partir del consenso científico vigente. Esta alineación con lo que Brockington y Pietrocola (2005) denominan *actualidad biológica y consensualidad* refuerza la idea de que solo las concepciones predominantes en el campo científico son transpuestas a la enseñanza.

Esta directriz favorece las teorías que cuentan con mayor adhesión por parte de la comunidad científica y una amplia divulgación en los ámbitos académicos y educativos, al tiempo que desconsidera concepciones concurrentes, aunque contemporáneas, que no poseen el mismo reconocimiento institucional.

Para ilustrar este punto, podemos recurrir a un anacronismo e imaginar la existencia de un documento curricular similar a la BNCC en el período de disputa entre el modelo geocéntrico y el heliocéntrico. Si dicho documento orientara la enseñanza con base en las *teorías aceptadas en la actualidad*, ¿qué modelo se enseñaría en las escuelas? Muy probablemente el modelo aristotélico-ptolemaico, ya que en ese período contaba con mayor adhesión entre los estudiosos e instituciones académicas que la teoría copernicana.

De esta manera, aunque la BNCC no explicita directamente la Teoría del Big Bang como el único conocimiento científico a ser transpuesto a la enseñanza, su énfasis en la consensualidad y en la actualidad biológica del conocimiento científico implica, aunque de manera implícita, esta orientación.

A la luz de lo expuesto, podemos interpretar que las instituciones gubernamentales vinculadas a la educación, representadas por el principal documento rector de la educación brasileña, también contribuyen, en cierta medida, a la ausencia de un pluralismo epistemológico en la enseñanza sobre el origen del Universo. La BNCC, al legitimar predominantemente el Modelo Cosmológico Estándar, influye en la construcción del Saber a Enseñar en los libros didácticos y del Saber Enseñado en las clases de los docentes, limitando la inclusión de concepciones alternativas y reforzando la hegemonía de la Teoría del Big Bang en este contexto.

### 7.5. Una mirada a otro agente de la noosfera: los investigadores en el área de Enseñanza de las Ciencias

Hasta el momento, hemos analizado la percepción sobre el pluralismo epistemológico en la temática del origen del Universo desde la perspectiva de cuatro agentes de la noosfera descrita por Chevallard (1991). Observamos que todos estos agentes, en función de los roles que desempeñan, convergen en la legitimación del Modelo Cosmológico Estándar como el único saber que debe enseñar en la escuela.

Ahora, dirigimos nuestra atención a otro grupo que actúa dentro de la noosfera: los investigadores en el área de Enseñanza de las Ciencias. Específicamente, buscamos comprender cómo esta comunidad académica discute la incorporación de un pluralismo epistemológico en la enseñanza del origen del Universo. Estudios como los de Ribeiro y Videira (2004), Martins y Neves (2017), Bagdonas (2020) y Souza y Teixeira (2024) señala la existencia de una tendencia dogmática en la cosmología contemporánea, particularmente en relación con el Modelo Estándar del Big Bang. Estos autores argumentan que dicha postura restringe el debate científico y, en consecuencia, impacta negativamente en la enseñanza, ya que inhibe la exploración de modelos alternativos y la discusión crítica. Según estas investigaciones, la incorporación de un enfoque pluralista contribuiría a una comprensión más profunda de la Naturaleza de las Ciencias, además de reducir la percepción dogmática del conocimiento científico en el entorno escolar.

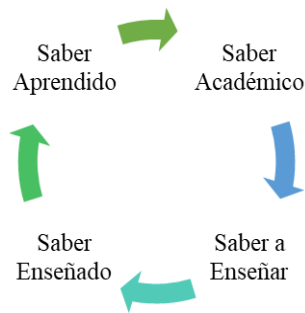
Además, consideramos que la introducción del pluralismo epistemológico en la enseñanza de las Ciencias puede favorecer no solo el aprendizaje de los estudiantes, sino también el propio avance científico. Esto se debe a que una enseñanza menos dogmática proporciona una visión más dinámica de la Ciencia, estimulando a los estudiantes que desean seguir carreras científicas a cuestionar y perfeccionar los modelos existentes. Esta relación entre la enseñanza de las Ciencias y el progreso científico puede comprenderse a la luz de la transposición didáctica.

Chevallard (1991), al esquematizar el proceso de transposición didáctica, presentó un modelo lineal que describe el paso del Saber Académico al Saber Enseñando. Posteriormente, Chevallard y Bosch (2014) expandieron esta estructura al incluir el Saber Aprendido como parte del proceso, como puede observarse en el esquema de la figura 6.



**Figura 6.** Esquema unidireccional de transposición didáctica. Adaptado de Chevallard y Bosch (2014).

Además, con este esquema reformulado por Chevallard y Bosch (2014), la transposición didáctica deja de entenderse como un proceso estrictamente unidireccional y pasa a admitir movimientos retroactivos, configurándose como un proceso bidireccional. En este contexto, el trabajo de Katona (2022) amplía esta perspectiva al proponer el llamado Círculo de la Transposición Didáctica, que explicita dicha bidireccionalidad en un modelo cíclico (figura 7). A través de este modelo, se vuelve más visible observar que el Saber Aprendido puede retroalimentar al Saber Académico, cerrando un ciclo. Esto implica que los conocimientos adquiridos por los estudiantes, en determinados contextos, pueden influir en el propio desarrollo del conocimiento científico, especialmente cuando estos estudiantes se convierten en científicos y pasan a contribuir activamente en la construcción de nuevos saberes.



**Figura 7.** Esquema cíclico de transposición didáctica. Adaptado de Katona (2022).

De este modo, en el contexto de las discusiones teóricas de este trabajo, es posible conjeturar que la exposición de los estudiantes a una enseñanza de la cosmología orientada por el pluralismo epistemológico puede favorecer, a mediano o largo plazo, la formación de sujetos críticos y cuestionadores de las interpretaciones consensuadas de la ciencia. Aunque este estudio no haya acompañado los efectos de este tipo de enseñanza en la trayectoria de los estudiantes, es plausible considerar, a la luz de autores como Feyerabend (1993), que tal apertura epistemológica puede ampliar las posibilidades de participación activa de futuros científicos en debates paradigmáticos. En contextos educativos que favorezcan esta pluralidad, es teóricamente posible que un estudiante, al convertirse en astrónomo, llegue en el futuro a explorar explicaciones alternativas a las consagradas, como la Teoría del Estado Estacionario en el tratamiento de la radiación cósmica de fondo, fortaleciendo enfoques alternativos en el campo de la cosmología.

Por lo tanto, además de enriquecer el aprendizaje de los estudiantes y promover una enseñanza menos dogmática, la adopción de un pluralismo epistemológico en la enseñanza de las Ciencias puede desempeñar un papel fundamental en el propio progreso científico, al posibilitar la formación de investigadores que cuestionen y amplíen los saberes establecidos (Ganhor et al., 2020; Pinto y Saavedra Filho, 2023).

No obstante, a pesar de que las investigaciones en el área de Enseñanza de las Ciencias legitiman un enfoque más pluralista para el origen del Universo, la influencia de este grupo dentro de la noosfera parece ser limitada. En la práctica, sus reflexiones sobre este tema específico no parecen repercutir de manera suficientemente impactante en los otros agentes analizados, ya que, según inferimos a partir de nuestros análisis, el Saber a Enseñar y el Saber Enseñado continúan priorizando exclusivamente la Teoría del Big Bang, reforzando la ausencia de pluralismo epistemológico en la enseñanza del origen del Universo.

## 6. DISCUSIÓN

A partir de lo expuesto, podemos estructurar el siguiente esquema, basado en las ideas de Chevallard (1991). El sistema didáctico, representando por el aula, se compone de una base ternaria: saber, profesor y alumnos. Este sistema didáctico, a su vez, está inserto en el sistema educativo, que corresponde a las instituciones escolares. No obstante, el sistema educativo no está aislado, sino inmerso en su entorno social, es decir, en la sociedad.

Sin embargo, como hemos discutido, no todas las ideas y demandas de la sociedad son incorporadas al sistema educativo y, por ende, al sistema didáctico. Para comprender este fenómeno, Chevallard (1991) introduce un elemento intermedio: la noosfera. Esta instancia funciona como un filtro regulador, determinando qué saberes serán legitimados y transpuestos a los sistemas educativo y didáctico. En el interior de la noosfera, diversos agentes actúan para regular y validar el conocimiento que será enseñado. En nuestro análisis, destacamos específicamente los agentes evidenciados a lo largo de este estudio. Así, en el esquema que proponemos, las diversas concepciones sobre el origen del Universo circulan en la sociedad, pero solo algunas de ellas atraviesan el filtro de la noosfera y llegan a la enseñanza formal (figura 8).

Los agentes de la noosfera buscan, a través de debates y argumentaciones, establecer consensos mayoritarios que determinen qué Saber Académico será transpuesto en Saber a Enseñar y, posteriormente, en Saber Enseñado en el aula, mediante la mediación docente. Los resultados de nuestra investigación indican que las instituciones gubernamentales, los autores de libros didácticos, los científicos y los profesores desempeñan un papel central en la legitimación de los saberes, priorizando la Teoría del Big Bang como modelo predominante. Por otro lado, los investigadores en el área de Enseñanza de las Ciencias defienden un enfoque más pluralista, que contemple múltiples teorías y modelos cosmológicos en la enseñanza escolar (figura 9).

No obstante, como señala Macedo (2023), es fundamental «comprender que en la noosfera las voces de los agentes son asimétricas y ejercen una presión específica sobre el sistema educativo» (p. 137). En nuestro análisis, observamos que los investigadores en el área de Enseñanza de las Ciencias ejercen una influencia menos significativa en la noosfera en comparación con los otros cuatro agentes investigados en lo que respecta al tema analizado. Como consecuencia, la Teoría del Big Bang es el modelo que más fácilmente atraviesa el filtro de la noosfera, siendo incorporado al sistema educativo y, posteriormente, al sistema didáctico (figura 10).

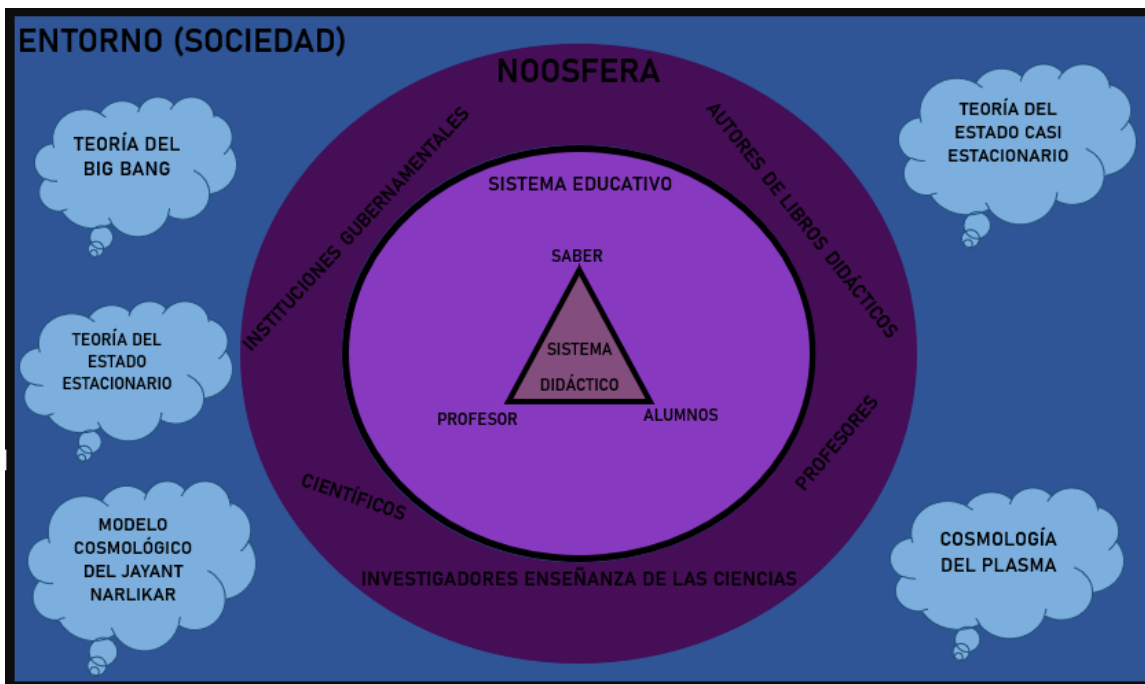


Figura 8. Esquema de la dinámica propuesta.

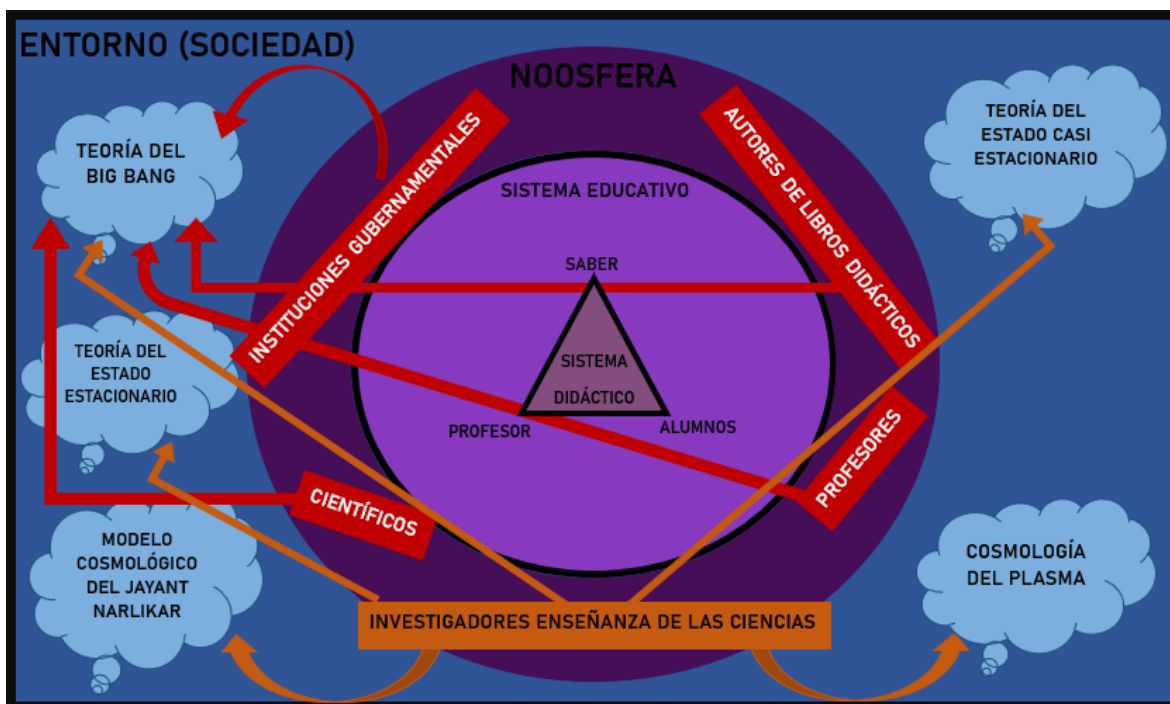
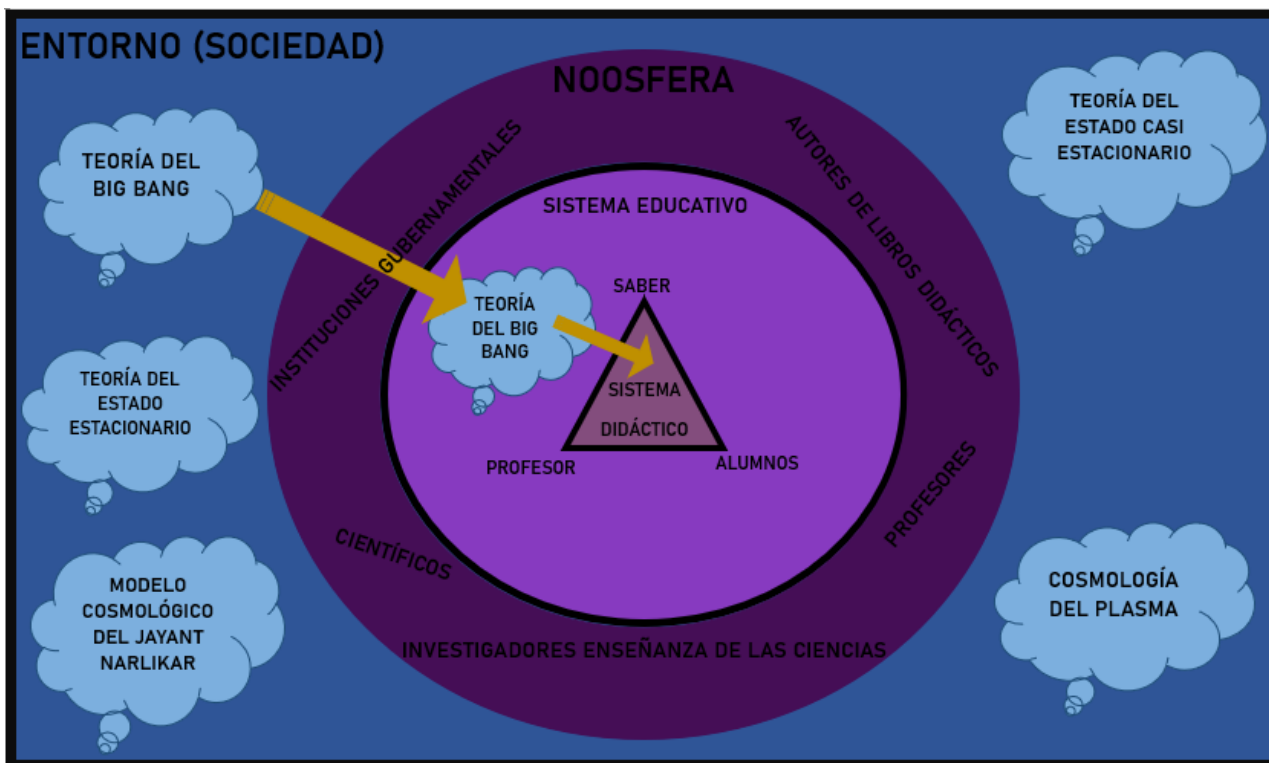


Figura 9. La flecha que parte de cada agente de la noosfera y se dirige a un modelo indica el modelo legitimado por dicho agente con base en nuestra investigación.



**Figura 10.** Una vez que la mayoría de los agentes legitiman un modelo, este pasa por el filtro de la noosfera y accede al sistema educativo y, en consecuencia, al sistema didáctico.

Esa legitimación de la Teoría del Big Bang por parte de los diversos agentes de la noosfera no constituye una anomalía ni una sorpresa dentro de la lógica de la transposición didáctica. Por lo contrario, se trata de una consecuencia previsible del principio según el cual el saber escolar debe estar alineado con la ciencia practicada (Chevallard, 1991), según el cual los saberes que se vuelven biológicamente obsoletos deben ser progresivamente eliminados del currículo escolar.

Aun así, incluso comprendiendo esta dinámica, consideramos que la falta de espacio para la problematización epistemológica, la historización de los modelos y el diálogo con teorías alternativas – aunque no sean predominantes – limita el potencial crítico de la educación científica. No se trata, por tanto, de cuestionar la presencia hegemónica de la Teoría del Big Bang en el currículo, sino de proponer que su presentación en las clases de Física contemple también la diversidad epistemológica que caracteriza la propia historia de la cosmología, en consonancia con una perspectiva didáctica crítica y formativa.

Por último, destacamos, como señalaron Brockington y Pietrocola (2005), que si bien la dinámica analizada se sitúa en el contexto de la Teoría de la Transposición Didáctica de Chevallard, el propio proceso de transposición no constituye, por sí solo, un obstáculo para la incorporación de un enfoque pluralista en la enseñanza. El verdadero factor de resistencia reside en la noosfera, que opera como un mecanismo de estabilización del saber escolar, restringiendo cambios significativos en el currículo vigente, a menos que ella misma experimente transformaciones estructurales profundas.

## 7. CONCLUSIONES

Las reflexiones presentadas a lo largo de este trabajo evidencian que la transposición didáctica del saber científico al saber escolar es un proceso atravesado por elecciones y legitimaciones que, en el caso de la temática sobre el origen del Universo, resultan en la hegemonía del Modelo Cosmológico Estándar en detrimento de enfoques pluralistas. Este fenómeno refleja la dinámica de la noosfera, en la que diversos agentes participan en la negociación y definición del saber a enseñar en las escuelas, favoreciendo el consenso científico vigente y restringiendo la diversidad de perspectivas epistemológicas en la Enseñanza de las Ciencias.

El análisis de los libros didácticos aprobados por el PNLD e de las clases impartidas por los docentes observados revela una clara tendencia a presentar de manera unívoca el Big Bang como explicación para el origen del Universo. Aunque en la literatura académica se discuten teorías alternativas, estas no se transponen ni a los materiales didácticos ni a la práctica docente, reforzando un monismo epistemológico incompatible con la propia dinámica histórica del desarrollo de la Ciencia. Esta ausencia de pluralismo impide que los estudiantes sean expuestos a un espectro más amplio de concepciones y enfoques metodológicos, limitando su capacidad de comprensión crítica de la Ciencia como un proceso socialmente construido.

Uno de los principales factores que pueden contribuir a esta homogeneización es el papel desempeñado por los científicos en el proceso de legitimación del saber escolar. Como señala Chevallard (1991), los saberes a enseñar y enseñado deben estar alineados con el saber científico



vigente para evitar su deslegitimación por parte de la comunidad académica. En Brasil, los tres principales centros de investigación en Astronomía y Astrofísica analizados en este estudio refuerzan esta tendencia al centrar sus investigaciones exclusivamente en el paradigma del Big Bang, dejando poco espacio para otros enfoques cosmológicos. De este modo, cualquier intento de incorporar una enseñanza más pluralista podría ser visto como un alejamiento de la actualidad biológica y, en consecuencia, ser objeto de cuestionamiento por parte de la comunidad científica.

Otro elemento central es este proceso es el papel desempeñado por las instituciones gubernamentales a través de la Base Nacional Común Curricular (BNCC). Al enfatizar que los estudiantes deben ser expuestos a *las teorías científicas aceptadas actualmente*, este documento orientador contribuye a reforzar el statu quo al dirigir la enseñanza hacia el conocimiento más ampliamente consensuado en el ámbito académico. Aunque menciona la importancia de diferentes interpretaciones y controversias, en la práctica, la BNCC ofrece escaso margen para la inclusión de modelos cosmológicos alternativos en la enseñanza.

Por otro lado, las investigaciones en el campo de la Enseñanza de las Ciencias señalan la necesidad de un enfoque más pluralista en la educación científica. La ausencia de este pluralismo puede resultar en la perpetuación de una visión dogmática de la Ciencia, dificultando la comprensión de los estudiantes sobre la naturaleza histórica y contestable del conocimiento científico. Además, una formación científica basada en un único paradigma puede impactar el desarrollo de la propia investigación académica, ya que limita el potencial creativo de futuros científicos al no exponerlos a la diversidad de ideas que caracterizó momentos importantes de la historia de la Ciencia.

Ante esto, proponemos algunos posibles caminos para estudios futuros. El primero, con el objetivo de ampliar las discusiones aquí desarrolladas, sería analizar esta temática no solo desde la perspectiva de la noosfera, sino también a partir de los niveles de codeterminación didáctica propuestos por la Teoría Antropológica de lo Didáctico, con el fin de investigar hasta qué punto la ausencia de pluralismo epistemológico se configura como un fenómeno noosférico o si se extiende a otros niveles de la escala de codeterminación, como los de la Pedagogía o de la Sociedad.

Otro camino relevante sería explorar formas de incorporar el pluralismo epistemológico en la enseñanza de las Ciencias sin comprometer la legitimidad del saber escolar. Una posibilidad sería investigar cómo diferentes modelos cosmológicos podrían abordarse de manera didácticamente adecuada, fomentando el pensamiento crítico de los estudiantes sin entrar en conflicto directo con los referentes científicos establecidos. Además, futuras investigaciones podrían examinar cómo los agentes de la noosfera podrían dialogar para repensar la inclusión de diferentes perspectivas en la enseñanza de las Ciencias, garantizando una educación más dinámica, reflexiva y alineada con la propia historia del desarrollo científico.

## 8. AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se realizó con el apoyo de la Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## 9. REFERENCIAS

- Arthury, L. H. M. y Peduzzi, L. O. Q. (2015). A Teoria do Big Bang e a natureza da ciência. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA*, (20), 59-90.  
<https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/226>.
- Assis, A. K. T., Neves, M. C. D. y Soares, D. (2008). A cosmologia de Hubble: De um universo finito em expansão a um universo infinito no espaço e no tempo. En M. C. D. Neves y J. A. P. Silva (Eds.), *Evoluções e revoluções: O mundo em transição*. Massoni.
- Assis, A. K. T. y Neves, M. C. D. (2013). O desvio para o vermelho revisitado. En O. Freire Jr. y S. O. Carneiro (Eds.), *Ciência, Filosofia e Política: uma homenagem a Fernando Bunchaft* (pp. 53-69). EDUFBA.
- Bagdonas, A. (2020). A favor e contra o método: a tensão entre racionalismo e anarquismo epistemológico na controvérsia entre Big Bang e Estado Estacionário. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(3), 1250-1277.  
<https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1250>.
- Brasil. Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*.  
[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf).
- Brockington, G. y Pietrocola, M. (2005). Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de Física Moderna? *Investigações em Ensino de Ciências*, 10(3), 387-404.  
<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/512>.
- Chevallard, Y. (1991). *La transposición didáctica: Del Saber Sabio al Saber Enseñado*. Ediciones.
- Chevallard, Y. (2009). *Remarques sur la notion d'infrastructure didactique et sur le rôle des PER*.  
[http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id\\_article=155](http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id_article=155).
- Chevallard, Y. (2013). *Journal du séminaire TAD/IDD. Théorie Anthropologique du Didactique & Ingénierie Didactique du Développement*.  
<http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/journal-tad-idd-2012-2013-1.pdf>.
- Chevallard, Y. y Bosch, M. (2014). Didactic Transposition in Mathematics Education. En S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 170-176). Springer Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-4978-8\\_48](https://doi.org/10.1007/978-94-007-4978-8_48).
- Dantas, M. A. (2011). *Cosmologia alternativas: aspectos observacionais e teóricos* [Tesis de Doctorado, Observatório Nacional].



[http://servicos.on.br/ferramenta\\_teses/teses/ASTRONOMIA/\[273\\_02-28\\_C\]tesedoutoradomariaaldinez.pdf](http://servicos.on.br/ferramenta_teses/teses/ASTRONOMIA/[273_02-28_C]tesedoutoradomariaaldinez.pdf).

Feyerabend, P. (1993). *Against Method* (3ª ed.). Verso.

Ganhor, J. P., Jesus, A. J. B. y Meglhioratti, F. A. (2020). Mobilização de perspectivas de Paul Feyerabend na pesquisa em educação em ciências. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática*, 16(37), 54-72. <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v16i37.7927>.

González, J. R. y Hidalgo-Herrero, M. (2022). La transposición didáctica en la enseñanza de la geometría en España durante la década de los 60. *Educación Matemática Pesquisa*, 24(2), 433-464. <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2022v24i2p433-464>.

Hubble, E. (1929). A relation between distance and radial velocity among extra-galactic nebulae. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 15(3), 168-173. <https://doi.org/10.1073/pnas.15.3.168>.

Hubble, E. (1942). The problem of the expanding universe. *American Scientist*, 30 (2461), 212-215. <https://doi.org/10.1126/science.95.2461.212>.

Katona, D. (2022). Didactic Transposition Circle: a proposal for complementing an essential tool of ATD. En I. Florensa, N. Ruiz-Munzón, K. Markulin, B. Barquero, M. Bosch y Y. Chevillard (Eds.), *Extended abstracts 2022: proceedings of the 7th International on the Anthropological Theory of the Didactic (CITAD7)* (pp. 147-156). Birkhäuser Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-55939-6\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-031-55939-6_10).

Macedo, G. L. N. (2023). *Análise do conceito de força gravitacional nos Principia de Newton e a sua transposição didática nos livros didáticos de Física do Ensino Médio do Estado do Paraná* [Disertación de Maestría, Universidade Estadual de Maringá]. <http://www.pcm.uem.br/dissertacao-tese/399>.

Macedo, G. L. N. y Gomes, L. C. (2024a). Análise do saber a ensinar da gravitação newtoniana nos livros do PNL D – 2021 e do GREF. *REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 12, e24093. <https://doi.org/10.26571/reamec.v12.17638>.

Macedo, G. L. N. y Gomes, L. C. (2024b). Análise do conceito de força gravitacional nos *Principia* e a sua transposição didática do Saber Sábido ao Saber a Ensinar nos livros de Ciências da Natureza do PNL D 2021. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática*, 20(45), 67-91. <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v20i45.16073>.

Martins, M. R. y Neves, M. C. D. (2017). Uma compreensão sobre o ensino da cosmologia na perspectiva de professores e investigadores. *Ensino, Saúde e Ambiente*, 10(1), 27-54. <https://doi.org/10.22409/resa2017.v10i1.a21248>.

Minayo, M. C. S. (2009). *Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade* (18 ed.). Vozes.

Moraes, P. H. R. S. (2011). *O modelo cosmológico de Carmeli revisado – algumas consequências teóricas e observacionais* [Disertación de Maestría, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais]. <https://www.gov.br/inpe/pt-br/area->

<conhecimento/posgraduacao/ast/teses-e-dissertacoes/dissertacoes-de-mestrado>.

Otero, M. R. (2021). La teoría antropológica de lo didáctico y la transposición didáctica. En M. R. Otero (Ed.), *La formación de profesores: recursos para la enseñanza por indagación y el cuestionamiento* (pp. 09-36). Tandil.

Pinto, A. L. y Saavedra Filho, N. C. (2023). Diálogos possíveis entre o pluralismo epistemológico de Paul Feyerabend e a educação científica. *Filosofia e Educação*, 14(3), 91-118. <https://doi.org/10.20396/rfe.v14i3.8673735>.

Ribeiro, M. B. y Videira, A. A. P. (2004). Cosmologia e pluralismo teórico. *Scientiae Studia*, 2(4), 519-535. <https://doi.org/10.1590/S1678-31662004000400004>.

Siqueira-Batista, R., Siqueira-Batista, R. y Schramm, F. R. (2005). A ciência, a verdade e o real: variações sobre o anarquismo epistemológico de Paul Feyerabend. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 22(2), 240-262. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6387>.

Soares, D. (2021). O paradigma da luz cansada revisitado. *Cadernos de Astronomia*, 2(1), 121-126. <https://doi.org/10.47456/Cad.Astro.v2n1.32086>.

Souza, J. C. y Teixeira, R. R. P. (2024). Cosmogonias, Cosmologia moderna e educação científica. *Revista Valore*, 9, e-9009. <https://doi.org/10.22408/rev9020241673e-9009>.

Toulmin, S. (2003). *Regreso a la razón: el debate entre la racionalidad y la experiencia y la práctica personales en el mundo contemporáneo*. Ediciones Península.