Platonismo y realismo en matemáticas y física: un estudio ontológico y epistemológico

por Juan Carlos Ruiz Castillo[1] y Andrés Felipe Moreno Sanabria[2]

fecha de recepción: 9 de febrero de 2026

fecha de aprobación: 5 de mayo de 2026

-

Ruiz Castillo, Juan Carlos; Moreno Sanabria, Andrés Felipe. «Platonismo y realismo en matemáticas y física: un estudio ontológico y epistemológico». *Diotima, revista académica para la aventura del pensamiento* 2, n.º 1 (2026): 42-60. https://www.umes.edu.gt/revistas-umes-diotima

RESUMEN

El presente estudio examina, desde una perspectiva ontológica y epistemológica, la tensión fecunda entre el platonismo matemático —según el cual los objetos y estructuras matemáticas existen con independencia de la mente humana— y el realismo científico, que concibe las teorías físicas como descripciones de entidades y procesos efectivamente existentes. Desde un enfoque cualitativo de carácter teórico-analítico, se articulan cuatro ejes fundamentales: (i) la genealogía del platonismo, desde Platón hasta sus reelaboraciones contemporáneas en autores como Gödel y Penrose; (ii) el estatuto del realismo en la física a la luz de las transformaciones conceptuales introducidas por la relatividad y la mecánica cuántica; (iii) el denominado «puente» matemático-físico, evidenciado por la efectividad irrazonable de las matemáticas (Wigner) y radicalizado en la hipótesis del universo matemático (Tegmark); y (iv) un análisis crítico de posturas alternativas —nominalismo, formalismo, constructivismo e instrumentalismo— junto con sus principales objeciones contemporáneas.

---

1 Guatemala (10 de octubre de 1982). Posdoctor en Física y Matemática. Doctor en Investigación en la Universidad de San Carlos de Guatemala. Maestro en Ciencias de la Matemática (mención honorífica *Magna Cum Laude*) por la Universidad de San Carlos de Guatemala. Maestro en Formación Docente por la Universidad de San Carlos de Guatemala. Licenciado en la Enseñanza de la Matemática y la Física por la Universidad de San Carlos de Guatemala. Postgrado en Astronomía Observacional en la Universidad Nacional Autónoma de México. Postgrado como Profesor de Matemática a nivel mundial por la Universidad de Madrid. Contacto: jcepem@profesor.usac.edu.gt. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-2218-1442

2 Colombia (22 de septiembre de 2003). Cursó hasta noveno semestre de la Licenciatura en Matemáticas en la Universidad Pedagógica Nacional (UPN) de Colombia y actualmente adelanta estudios en Filosofía en la Universidad Nacional de Colombia (UNAL). Ha participado en diversos eventos académicos relacionados con Matemáticas y Educación Matemática, tanto a nivel nacional como internacional. Entre ellos, destaca su participación en el X Congreso Iberoamericano de Educación Matemática (Cibem) en 2025, realizado en Guadalajara, México. Es el fundador y director del Laboratorio Colombiano de Filosofía de las Matemáticas (FiloMates), grupo de estudio e investigación adscrito a la UNAL. Actualmente es miembro de Comité Científico de la *Revista Los Pitagóricos* de la Universidad de San Carlos de Guatemala. También participó como coautor de un libro de etnomatemáticas de la Universidad del Rosario de Colombia. Es activista social y político en la lucha por la educación pública y estatal en Colombia, además de ser miembro de organizaciones y partidos políticos de Colombia. Contacto: anmorenos@unal.edu.com. Orcid: https://orcig.org/0009-0006-5486-147

Desde el punto de vista metodológico, el trabajo combina análisis histórico-conceptual, revisión crítica de fuentes clásicas y actuales, así como una articulación teórico-práctica mediante casos paradigmáticos (Dirac, Maxwell y la función de onda). Asimismo, se desarrolla un análisis hermenéutico-crítico de posiciones filosóficas contrastantes, a partir del cual se propone una triangulación conceptual —ontológica, epistemológica y metodológica— que permite comprender las tensiones sin anularlas, reconociendo su valor heurístico. Los aportes propios (Ruiz Castillo, 2024, 2025) muestran cómo la complejidad computacional, los sistemas dinámicos y la conjetura de Collatz dialogan con el Enfoque Ontosemiótico, iluminando la co-constitución entre lo matemático y lo físico.

El resultado central sostiene que platonismo y realismo, lejos de ser posiciones excluyentes, se complementan de manera fecunda: las matemáticas no solo operan como instrumentos de formalización de la física, sino que contribuyen a estructurar ontológicamente la inteligibilidad del mundo. El debate permanece abierto en torno a la dicotomía entre descubrimiento e invención; no obstante, se propone una vía intermedia según la cual la construcción de lenguajes formales encuentra límites y resistencias estructurales que remiten a una realidad independiente, configurando así el quehacer matemático-científico como una actividad simultáneamente racional, crítica y contemplativa.

PALABRAS CLAVE

platonismo matemático, realismo científico, ontología de las matemáticas, física matemática, Enfoque Ontosemiótico (EOS)

ABSTRACT

This study examines, from an ontological and epistemological perspective, the fertile tension between mathematical Platonism —according to which mathematical objects and structures exist independently of the human mind— and scientific realism, which conceives physical theories as descriptions of entities and processes that exist objectively. Adopting a qualitative theoretical-analytical approach, the paper develops four central axes: (i) the genealogy of Platonism, from Plato to its contemporary reformulations in authors such as Gödel and Penrose; (ii) the status of realism in physics in light of the conceptual transformations introduced by relativity and quantum mechanics; (iii) the so-called mathematical–physical «bridge», evidenced by the unreasonable effectiveness of mathematics (Wigner) and radicalized in the Mathematical Universe Hypothesis (Tegmark); and (iv) a critical examination of alternative positions — nominalism, formalism, constructivism, and instrumentalism— together with their main contemporary objections.

From a methodological standpoint, the study combines historical-conceptual analysis, critical review of classical and contemporary sources, and a theoretical–practical articulation through paradigmatic cases (Dirac, Maxwell, and the wave function). In addition, a hermeneutic-critical analysis of contrasting philosophical positions is developed, leading to a conceptual triangulation —ontological, epistemological, and methodological— that allows tensions to be understood not as obstacles but as heuristic resources. The author's own contributions (Ruiz Castillo, *2024, 2025) show how computational complexity, dynamical systems, and the Collatz conjecture enter into dialogue with the Ontosemiotic Approach, illuminating the co-constitution of the mathematical and the physical.*

The central result argues that Platonism and realism, far from being mutually exclusive, are complementary: mathematics does not merely function as an instrument for physics but also contributes to structuring the ontological intelligibility of the world. The debate remains open regarding the dichotomy between discovery and invention; however, an intermediate position is proposed, according to which the construction of formal languages encounters structural constraints that point to an independent reality, thereby configuring mathematical–scientific practice as an activity that is simultaneously rational, critical, and contemplative.

KEYWORDS

mathematical platonism, scientific realism, ontology of mathematics, mathematical physics, Ontosemiotic Approach (EOS)

PROEMIO

La reflexión filosófica en torno al platonismo matemático y al realismo científico trasciende los límites de una mera especulación intelectual, constituyéndose como uno de los ejes centrales sobre los cuales se edifica la comprensión contemporánea de la ciencia y de las matemáticas. En efecto, la cuestión relativa a la naturaleza de los objetos matemáticos y al alcance ontológico de las teorías físicas no constituye un problema accesorio, sino una interrogante fundamental que atraviesa la historia del pensamiento desde la antigüedad clásica hasta las investigaciones más recientes en física matemática y filosofía de la ciencia.[3]

Desde esta perspectiva, el platonismo sostiene con particular radicalidad que los entes matemáticos —números, funciones, estructuras axiomáticas y entidades abstractas— poseen una existencia objetiva e independiente de la mente humana. Bajo esta concepción, la actividad matemática no se reduce a un ejercicio de invención simbólica, sino que se configura como un proceso de descubrimiento, en el cual el sujeto cognoscente accede progresivamente a un orden formal previo, estable y necesario que subyace a la estructura del cosmos.[4]

Esta tesis ha sido históricamente una de las más influyentes en la filosofía de la matemática, al atribuir a los objetos matemáticos un estatuto ontológico comparable, aunque no idéntico, al de las entidades físicas.[5]

Frente a esta posición, el realismo científico plantea una cuestión complementaria pero no menos problemática: si las teorías físicas

3 Platón, *República*; Gödel, «What is Cantor's continuum problem?»; Penrose, *The emperor's new mind: Concerning computers, minds, and the laws of physics*.

4 Gödel; Penrose.

5 Psillos (1999) y Ladymann (2007).

se apoyan de manera esencial en estructuras matemáticas, ¿en qué medida dichas teorías describen efectivamente la realidad última y no solo modelos instrumentales útiles para la predicción y el control de fenómenos? Esta interrogante remite al núcleo del debate realista, en el cual se discute si los constructos teóricos de la física —campos, partículas, funciones de onda o espacios abstractos— poseen una existencia ontológica genuina o si deben entenderse únicamente como herramientas conceptuales sin compromiso metafísico fuerte. Estas cuestiones, lejos de haber quedado clausuradas en la tradición filosófica clásica, han adquirido una renovada vigencia en el contexto de la ciencia moderna.

La irrupción de la mecánica cuántica, con fenómenos como la indeterminación, la no localidad y la superposición de estados; el desarrollo de la relatividad general, que reformula la noción de espacio-tiempo como una entidad dinámica y geométricamente curvada; y el estudio de los sistemas dinámicos no lineales y del caos determinista, que revelan la extrema sensibilidad de ciertos sistemas a las condiciones iniciales, han configurado un escenario en el cual las fronteras entre matemática, física y ontología se vuelven cada vez más difusas.[6] En este horizonte, la tensión entre platonismo y realismo no constituye una mera disquisición académica, sino una problemática viva que incide directamente en la manera en que se concibe el conocimiento científico, la estructura del universo y el papel de la matemática como lenguaje privilegiado de la realidad. Lejos de tratarse de una discusión abstracta, se trata de un debate que atraviesa tanto la práctica científica como la reflexión filosófica contemporánea, y que continúa siendo central para comprender el estatuto ontológico del saber matemático y su profunda relación con el mundo físico.

ENFOQUE METODOLÓGICO

El presente estudio adopta un enfoque cualitativo de carácter teórico-analítico, en el cual convergen la filosofía de la matemática, la epistemología de la física y el análisis documental especializado. Esta elección metodológica se justifica por la naturaleza del objeto de estudio, el cual no es susceptible de verificación empírica directa, sino que exige una reconstrucción conceptual rigurosa de los fundamentos que sostienen las posturas platonistas y realistas, así como de sus implicaciones ontológicas, epistemológicas y metodológicas.

En este sentido, el propósito central de la investigación no consiste en contrastar hipótesis mediante procedimientos experimentales, sino en analizar críticamente los marcos conceptuales que subyacen a la comprensión contemporánea de las matemáticas y de la física. Tal enfoque resulta coherente con la tradición de la filosofía de la ciencia, donde el

6 Wigner, «The unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences»; Rovelli, «Michelangelo's stone: An argument against Platonism in mathematics», 1-14.

examen de los supuestos ontológicos y epistemológicos constituye una vía legítima y necesaria para esclarecer el estatuto del conocimiento científico.

Desde esta perspectiva, se asume que la investigación en filosofía de la matemática y en filosofía de la ciencia requiere una doble estrategia metodológica. Por un lado, se recurre a un análisis histórico-hermenéutico, orientado a reconstruir el desarrollo de las principales posiciones teóricas —desde Platón hasta autores contemporáneos como Gödel, Penrose y Tegmark— con el fin de identificar continuidades, rupturas y transformaciones conceptuales. Por otro lado, se emplea un análisis epistémico-formal, destinado a evaluar la coherencia interna de los argumentos y su pertinencia frente a los avances de la física moderna, en particular aquellos derivados de la relatividad, la mecánica cuántica y la teoría de sistemas dinámicos.

Este enfoque metodológico permite, además, articular el examen filosófico con ejemplos paradigmáticos provenientes de la física matemática, evitando una reflexión meramente abstracta o desvinculada de la práctica científica. De este modo, la metodología adoptada no solo garantiza el rigor conceptual del análisis, sino que también posibilita una comprensión integral del problema, en la que las dimensiones histórica, ontológica y epistemológica se encuentran estrechamente entrelazadas.

ESTRATEGIAS DE ANÁLISIS

El desarrollo de la presente investigación se apoya en un conjunto de estrategias analíticas orientadas a garantizar una comprensión rigurosa, sistemática y profundamente articulada del problema filosófico abordado. En primer lugar, se adopta un análisis histórico-conceptual que permite reconstruir la génesis y evolución del platonismo matemático desde sus formulaciones originarias en la Antigüedad hasta sus reelaboraciones contemporáneas. Este recorrido no se limita a una exposición cronológica, sino que busca identificar los núcleos conceptuales que han permanecido vigentes y aquellos que han sido reformulados a la luz de los avances de la lógica, la matemática y la física. En este marco, se examinan las transformaciones del pensamiento platónico en autores modernos y contemporáneos, particularmente en Gödel, Penrose y otros representantes del realismo matemático, al tiempo que se analiza la consolidación del realismo científico en la física, con especial atención a los giros conceptuales introducidos por la relatividad general y la mecánica cuántica.

De manera complementaria, se desarrolla una revisión crítica de fuentes primarias y secundarias, orientada a establecer un diálogo riguroso entre las tradiciones clásicas y los debates actuales en filosofía de la ciencia y de la matemática. Este análisis incluye tanto textos fundacionales —como los de Platón, Gödel, Penrose o Wigner— como discusiones contemporáneas representadas por autores como Field, Rovelli y Berenguer. Asimismo, se incorporan aportes recientes vinculados a la matemática pura, la física teórica y la didáctica, entre los que destacan las contribuciones propias del autor,[7] integradas no como elementos accesorios, sino como parte del corpus analítico que permite articular una perspectiva actualizada y situada del problema.

Una tercera estrategia consiste en la articulación teórico-práctica, mediante el análisis de casos paradigmáticos que ponen de manifiesto la relación efectiva entre formalismo matemático y realidad física. En este punto, se examinan ejemplos clásicos como la predicción del positrón a partir de las ecuaciones de Dirac, la formulación de las ondas electromagnéticas en el marco de la teoría de Maxwell y el papel de la función de onda en la mecánica cuántica. A ello se suma el análisis de la complejidad computacional asociada a la conjetura de Collatz, entendida como un caso particularmente ilustrativo de la interacción entre estructuras matemáticas abstractas y comportamientos dinámicos complejos. Estos ejemplos permiten mostrar cómo los marcos filosóficos del platonismo y del realismo no permanecen en el plano teórico, sino que se actualizan y cobran sentido en la práctica científica concreta.

Finalmente, se adopta un enfoque hermenéutico-crítico orientado a la interpretación comparativa de las principales posturas alternativas al platonismo y al realismo, tales como el nominalismo, el formalismo, el constructivismo y el instrumentalismo. Este análisis no tiene como finalidad descalificar dichas posiciones, sino examinar sus límites explicativos y sus alcances teóricos, situándolas en relación con los problemas que emergen de la ciencia contemporánea. A través de este contraste, se busca mostrar que la tensión entre las distintas corrientes no constituye una debilidad del debate filosófico, sino una fuente de productividad conceptual que permite esclarecer con mayor profundidad el estatuto del conocimiento matemático y su vínculo con la realidad física.

TÉCNICAS DE INTEGRACIÓN FILOSÓFICO-CIENTÍFICA

Para la integración de los hallazgos desarrollados a lo largo de la investigación, se adopta una estrategia de triangulación conceptual que permite articular de manera coherente las dimensiones ontológica, epistemológica y metodológica implicadas en el análisis del platonismo matemático y del realismo científico. Esta triangulación no responde a una mera organización formal del discurso, sino que constituye un recurso interpretativo fundamental para comprender la complejidad del problema abordado y evitar reduccionismos de carácter unilateral. Desde una perspectiva ontológica, el análisis se orienta a examinar los compromisos existenciales que subyacen a las distintas posturas

7 Ruiz Castillo, «Matemáticas para matemáticos, filosofía de las matemáticas: Desde la ontología y epistemología hasta la pedagogía escolar», 37-41.

filosóficas consideradas. En particular, se exploran las implicaciones que conlleva asumir la existencia objetiva de entidades matemáticas —como sostiene el platonismo— y su articulación con la tesis realista según la cual las teorías físicas describen estructuras reales del mundo. Este nivel de análisis permite esclarecer en qué sentido las matemáticas pueden entenderse como algo más que un instrumento formal, y cómo su estatuto ontológico incide directamente en la concepción misma de la realidad física.

En el plano epistemológico, la atención se centra en el modo en que el conocimiento matemático y físico se justifica, se valida y adquiere legitimidad dentro de las prácticas científicas. Se analizan, en este sentido, los criterios de racionalidad, coherencia interna y poder explicativo que sustentan las teorías, así como el papel que desempeñan los marcos formales en la producción de conocimiento. Este enfoque permite examinar críticamente la relación entre formalismo matemático y verdad científica, así como las tensiones existentes entre interpretación, representación y realidad.

Desde el punto de vista metodológico, la investigación considera cómo estas concepciones filosóficas inciden en la práctica científica concreta y en los modos de enseñanza de la matemática. La reflexión no se limita, por tanto, al plano abstracto, sino que se proyecta hacia las implicaciones que estas posturas tienen en la construcción de modelos, en la formulación de teorías y en los procesos de formación científica, particularmente en contextos educativos donde la matemática cumple un papel estructurante.

De manera complementaria, se adopta un método de contraste dialéctico que permite poner en tensión las distintas posiciones analizadas, no con el objetivo de resolverlas de forma definitiva, sino de evidenciar sus límites, alcances y zonas de convergencia. Lejos de concebir dichas tensiones como obstáculos, el enfoque asumido reconoce en ellas un valor heurístico fundamental, en la medida en que impulsan el avance del pensamiento filosófico y favorecen una comprensión más profunda del estatuto del conocimiento matemático y científico.

FUNDAMENTACIÓN DE LA ELECCIÓN METODOLÓGICA

La elección del enfoque metodológico adoptado en este estudio responde directamente a la naturaleza del objeto de investigación, el cual no se inscribe en el ámbito de los fenómenos empíricamente observables ni admite un tratamiento experimental en sentido estricto. Lejos de ello, el problema abordado exige una aproximación de carácter reflexivo y analítico, orientada a comprender y problematizar los fundamentos conceptuales que sostienen tanto la matemática como la ciencia física en su dimensión más profunda. En este contexto, el interés central no radica en la medición de variables ni en la contrastación empírica de hipótesis, sino en el esclarecimiento de los supuestos ontológicos y epistemológicos que hacen posible el conocimiento científico.
Desde esta perspectiva, la metodología seleccionada permite situar las preguntas contemporáneas en un horizonte histórico más amplio,

reconociendo la continuidad y evolución de los problemas filosóficos que, desde la Antigüedad hasta la ciencia moderna, han interrogado la naturaleza del conocimiento matemático y su relación con la realidad. Este anclaje histórico no cumple una función meramente descriptiva, sino que posibilita comprender cómo determinadas concepciones —como el platonismo o el realismo científico— han sido reformuladas, discutidas y resignificadas a la luz de los avances de la física y de la matemática contemporáneas.

Asimismo, el enfoque adoptado permite valorar de manera crítica el poder explicativo y predictivo de las matemáticas en el ámbito de la física, no solo como un recurso técnico, sino como un argumento filosófico de gran alcance en favor de posiciones realistas y platonistas. La notable eficacia de las estructuras matemáticas para describir fenómenos naturales, anticipar comportamientos físicos y articular teorías de alto nivel de abstracción constituye un elemento central en la discusión ontológica, y su análisis exige una metodología capaz de integrar reflexión filosófica, formalización matemática y comprensión epistemológica.

Del mismo modo, esta elección metodológica hace posible reconocer el papel fundamental que desempeñan las construcciones simbólicas y formales en la constitución misma de la realidad científica.
Lejos de concebir las matemáticas como un mero lenguaje auxiliar, el enfoque asumido permite mostrar cómo los sistemas formales participan activamente en la configuración del conocimiento, estructurando los modos de representación, explicación y comprensión del mundo físico.
Esta perspectiva abre un horizonte educativo y didáctico de particular relevancia, en la medida en que las reflexiones filosóficas desarrolladas no permanecen en un plano meramente teórico, sino que pueden proyectarse hacia nuevas formas de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, fundamentadas en una comprensión profunda de su estatuto ontológico, epistemológico y cultural. De este modo, la metodología adoptada no solo sustenta el análisis filosófico del presente trabajo, sino que también contribuye a repensar el sentido formativo de la matemática en el contexto de la educación científica contemporánea.

FUNDAMENTOS HISTÓRICOS DEL PLATONISMO MATEMÁTICO

El platonismo matemático constituye una de las corrientes filosóficas más influyentes y persistentes en la reflexión acerca de la naturaleza de las matemáticas. Su tesis central sostiene que los números, las estructuras formales y los objetos abstractos —desde los enteros naturales hasta las configuraciones topológicas más complejas— poseen una existencia objetiva e independiente de la mente humana. En esta concepción, las entidades matemáticas no dependen de la actividad cognoscitiva ni de las convenciones lingüísticas, sino que habitan un dominio ontológico propio, caracterizado por su necesidad, universalidad e inmutabilidad. Dicho dominio, tradicionalmente identificado como el «mundo de las formas» platónicas, se presenta como un ámbito inteligible que trasciende el devenir sensible y en el cual las verdades matemáticas permanecen inalterables, con independencia del tiempo, del espacio o de las contingencias empíricas.

En los diálogos *República* y *Fedón*, Platón ya había formulado de manera explícita esta concepción al sostener que las entidades matemáticas constituyen paradigmas de perfección ontológica, más reales que los objetos materiales que solo participan de ellas de manera imperfecta. En este marco, la geometría y la aritmética no son simples técnicas operativas ni instrumentos prácticos, sino vías privilegiadas de acceso al conocimiento verdadero. El ejercicio matemático se convierte, así, en un proceso de elevación intelectual mediante el cual el alma se aparta del mundo sensible para contemplar el orden inteligible que estructura la realidad. De este modo, el conocimiento matemático adquiere un estatuto epistemológico y ontológico superior, al situarse en el umbral entre el pensamiento racional y la verdad misma.

La tradición moderna heredó y reformuló este legado platónico, dotándolo de nuevos fundamentos lógicos y epistemológicos. En el siglo XX, Kurt Gödel[8] defendió con notable claridad una versión contemporánea del platonismo matemático, al sostener que los objetos matemáticos poseen un estatus ontológico comparable al de las entidades físicas. Para Gödel, el matemático no inventa las verdades que descubre, sino que accede a ellas mediante una forma peculiar de intuición racional, análoga —aunque no idéntica— a la percepción sensible. Esta intuición intelectual permite captar estructuras abstractas que existen independientemente del sujeto cognoscente, lo cual refuerza la tesis de una realidad matemática autónoma.

En una línea convergente, Roger Penrose[9] ha defendido la existencia de un «mundo matemático» objetivo, sosteniendo que las teorías matemáticas no son construcciones arbitrarias, sino descripciones parciales de una realidad abstracta que preexiste a la actividad humana. Desde esta perspectiva, el sorprendente poder explicativo de las matemáticas en la física no puede entenderse como una simple coincidencia histórica, sino como el reflejo de una correspondencia profunda entre las estructuras matemáticas y la estructura del universo físico.

Más recientemente, Wrigley[10] ha profundizado esta concepción al señalar que el platonismo de inspiración gödeliana se apoya en la idea de una intuición matemática no sensorial, mediante la cual el intelecto humano accede a entidades abstractas que no dependen de prácticas lingüísticas ni de construcciones socioculturales.

---

8 Gödel, «What is Cantor's continuum problem?», 515-525.
9 Penrose, *The emperor's new mind: Concerning computers, minds, and the laws of physics.*
10 Wrigley, «Gödelian Platonism and mathematical intuition», 123-144.

Esta lectura refuerza el carácter ontológicamente robusto del platonismo, al afirmar que los objetos matemáticos existen con independencia tanto del sujeto como del lenguaje que los describe.

En sintonía con esta tradición, Ruiz[11] sostiene que la matemática debe ser comprendida como un sistema autónomo y formalmente coherente, cuya estructura no se agota en su utilidad instrumental. Desde esta perspectiva, las matemáticas no constituyen meras herramientas al servicio de la física o de la técnica, sino un lenguaje universal capaz de expresar la arquitectura profunda de la realidad. Su propuesta enfatiza que la formalización matemática posee un valor ontológico intrínseco, en la medida en que permite articular, con rigor y precisión, las regularidades fundamentales que subyacen al orden del cosmos. De este modo, el platonismo matemático se presenta no solo como una doctrina filosófica, sino como un marco interpretativo capaz de dar cuenta de la sorprendente inteligibilidad del mundo natural.

EL REALISMO EN FÍSICA

El realismo científico se ha consolidado como una de las posiciones filosóficas más influyentes en la interpretación de las teorías físicas y en la comprensión de la naturaleza del conocimiento científico.
En términos generales, esta postura sostiene que las teorías científicas no deben entenderse únicamente como instrumentos predictivos o modelos útiles, sino como descripciones —siempre provisionales y perfectibles— de entidades y procesos que existen con independencia del observador humano. La conocida afirmación de Albert Einstein, según la cual la Luna continúa existiendo aun cuando nadie la observe, condensa de manera ejemplar esta convicción realista: la realidad posee una estructura propia que no depende del acto cognoscente ni de las construcciones teóricas mediante las cuales intentamos aprehenderla. Desde esta perspectiva, la tarea fundamental de la ciencia consiste en desvelar, de manera progresiva, la arquitectura profunda del mundo natural.

No obstante, el desarrollo de la física del siglo XX introdujo una serie de tensiones que pusieron en cuestión los supuestos clásicos del realismo. La mecánica cuántica, en particular, desafió de manera radical la concepción tradicional de realidad física al introducir fenómenos como la superposición de estados, la indeterminación heisenbergiana y la no localidad. A ello se sumó la proliferación de interpretaciones divergentes —desde la interpretación de Copenhague hasta la teoría de variables ocultas de Bohm o la hipótesis de los múltiples mundos— que revelaron la dificultad de atribuir un estatuto ontológico claro a las entidades cuánticas.
En este contexto, preguntas fundamentales adquieren un carácter ineludible: ¿existe la función de onda como una entidad física

11 Ruiz Castillo, «Matemáticas para matemáticos», 37-41.

real o se trata únicamente de un dispositivo matemático para calcular probabilidades? ¿El colapso de la función de onda representa un proceso físico objetivo o una actualización epistemológica del conocimiento del observador? Tales interrogantes ponen de manifiesto las profundas tensiones que el realismo enfrenta al intentar dar cuenta del dominio cuántico.

En este escenario de problematización emerge el concepto de carga ontológica de las matemáticas, desarrollado por Berenguer,[12] el cual busca esclarecer hasta qué punto el uso de determinadas estructuras matemáticas implica un compromiso ontológico con las entidades que dichas estructuras describen. La cuestión resulta crucial: al emplear espacios de Hilbert, funciones de onda, operadores o grupos de simetría, ¿se está postulando la existencia real de tales entidades, o se trata simplemente de construcciones formales dotadas de eficacia instrumental? Esta pregunta se sitúa en el núcleo mismo del debate contemporáneo entre realismo e instrumentalismo.

Frente a este dilema, algunas corrientes optan por una postura instrumentalista moderada, según la cual las matemáticas constituyen herramientas útiles para organizar la experiencia sin necesidad de asumir compromisos ontológicos fuertes. Sin embargo, otros autores sostienen que la extraordinaria capacidad predictiva y explicativa de las estructuras matemáticas difícilmente puede entenderse como un mero accidente metodológico. En esta línea, Ruiz,[13] desde el marco de la física matemática y en diálogo con la teoría del caos, argumenta que el rigor del análisis funcional y la formalización en términos de espacios de Hilbert ofrecen un sustento ontológico sólido para la comprensión de los fenómenos físicos. Según esta perspectiva, las matemáticas no se limitan a representar la realidad, sino que participan activamente en su constitución, revelando que los procesos caóticos, las dinámicas no lineales y las estructuras complejas responden a una arquitectura formal profunda que no puede reducirse a simples artificios conceptuales.

De este modo, el realismo en la física contemporánea se encuentra en una encrucijada teórica. Por un lado, debe afrontar las paradojas y límites epistemológicos introducidos por la mecánica cuántica; por otro, se ve impelido a reconocer que las matemáticas no operan únicamente como un lenguaje descriptivo, sino como una vía ontológica privilegiada para acceder a la estructura más íntima del universo. En esta tensión se juega buena parte del debate filosófico actual, en el que la relación entre matemática, realidad y conocimiento continúa siendo una de las cuestiones más profundas y fecundas de la ciencia contemporánea.

EL PUENTE ENTRE MATEMÁTICA Y FÍSICA: LA EFECTIVIDAD IRRAZONABLE

12 Berenguer, «La carga ontológica de las matemáticas y el realismo científico», 541-561.
13 Ruiz Castillo, «Aplicación del Enfoque Ontosemiótico en álgebra lineal: modelación y criptografía mediante desarrollo de *software*», 27-37.

La célebre reflexión de Eugene Wigner[14] acerca de la «irrazonable efectividad de las matemáticas en las ciencias naturales» constituye uno de los diagnósticos más profundos y, al mismo tiempo, más desconcertantes de la filosofía contemporánea de la ciencia. Wigner se interrogaba sobre un hecho que, lejos de ser trivial, encierra una dificultad conceptual de primer orden: ¿cómo es posible que un lenguaje abstracto, desarrollado en muchos casos sin referencia empírica alguna, resulte ser el instrumento más preciso y fecundo para describir el comportamiento del mundo físico? Esta aparente desproporción entre la abstracción matemática y su extraordinaria capacidad explicativa continúa siendo una de las grandes paradojas del pensamiento moderno.

Los ejemplos que sustentan esta constatación son numerosos y han adquirido mayor fuerza con el desarrollo de la física contemporánea. La geometría diferencial, concebida originalmente como una elaboración interna de la matemática del siglo XIX, encontró en la relatividad general de Einstein su más profunda realización física, al convertirse en el marco conceptual que permite describir la estructura del espacio-tiempo como una variedad curva determinada por la distribución de la materia y la energía. De modo análogo, los espacios de Hilbert —introducidos en el ámbito de la matemática pura— se transformaron en el soporte formal indispensable de la mecánica cuántica, al hacer posible la representación de estados, operadores y procesos de evolución temporal con una precisión sin precedentes. Asimismo, la geometría algebraica ha adquirido un papel central en teorías físicas de alta complejidad, como la teoría de cuerdas, donde las variedades de Calabi–Yau emergen como candidatas a describir dimensiones adicionales y estructuras profundas del universo.

Ante esta evidencia, diversos filósofos y físicos han propuesto que la matemática no debe entenderse únicamente como un lenguaje útil para describir la realidad, sino como el sustrato mismo de la realidad. Esta intuición alcanza su formulación más radical en la hipótesis del universo matemático propuesta por Max Tegmark,[15] según la cual el universo no solo puede ser descrito mediante estructuras matemáticas, sino que él mismo es, en sentido estricto, una estructura matemática. Desde esta perspectiva, la distinción tradicional entre física y matemática se diluye: el mundo físico no es sino una instancia particular dentro del vasto espacio de las estructuras matemáticas posibles.

En diálogo con estas concepciones, Ruiz[16] propone una articulación original entre complejidad computacional, sistemas dinámicos y la conjetura de Collatz, entendida no solo como un problema abierto de la teoría de números, sino como un modelo conceptual que ilustra la profunda

14 Wigner, «The unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences», 1-14.
15 Tegmark, *Our mathematical universe: My quest for the ultimate nature of reality.*
16 Ruiz Castillo, «Matemáticas para matemáticos», 37-41.

interrelación entre lo discreto y lo continuo, lo determinista y lo caótico, lo formal y lo físico. Desde esta perspectiva, la matemática no actúa como un simple instrumento externo aplicado a la naturaleza, sino como una dimensión constitutiva de su organización interna. Las dinámicas no lineales, los procesos de optimización y las estructuras de recurrencia aritmética revelan patrones que trascienden el cálculo formal y remiten a principios de orden subyacentes en la realidad misma.

De este modo, el vínculo entre matemática y física deja de entenderse como una relación meramente instrumental para convertirse en un espacio de confluencia ontológica. La matemática no solo describe el universo, sino que participa activamente en su inteligibilidad, proporcionando las formas a través de las cuales la realidad puede manifestarse, organizarse y ser conocida. En este sentido, la efectividad de las matemáticas deja de ser «irrazonable» para convertirse en una clave fundamental de comprensión del cosmos, en la medida en que revela la profunda afinidad estructural entre pensamiento matemático y realidad física.

CRÍTICAS Y ALTERNATIVAS

Si bien el platonismo matemático y el realismo científico han ejercido una influencia decisiva en la filosofía de la ciencia y de las matemáticas, no han estado exentos de cuestionamientos. A lo largo del siglo XX y comienzos del XXI han surgido diversas corrientes que, desde perspectivas divergentes, han intentado explicar el estatuto de las matemáticas y de las teorías físicas sin recurrir a compromisos ontológicos tan fuertes como los que dichas posturas suponen. Estas alternativas no solo han enriquecido el debate filosófico, sino que han puesto de relieve la complejidad inherente a la relación entre formalismo matemático, conocimiento científico y realidad.

Una de las posiciones más influyentes en este sentido es el nominalismo, el cual rechaza la existencia de entidades abstractas independientes. En su obra *Science Without Numbers*,[17] Hartry Field desarrolla un ambicioso programa orientado a mostrar que es posible reconstruir la física prescindiendo de objetos matemáticos. Según esta postura, las matemáticas no poseen un estatuto ontológico propio, sino que funcionan como un lenguaje auxiliar que puede, al menos en principio, ser eliminado sin pérdida explicativa.
La propuesta de Field constituye un desafío directo al platonismo, en la medida en que cuestiona la supuesta inevitabilidad de las entidades matemáticas en la formulación de teorías científicas. No obstante, el propio desarrollo del programa nominalista ha puesto de manifiesto dificultades técnicas y conceptuales considerables, lo que ha llevado a muchos autores a dudar de su viabilidad como alternativa global.
Otra corriente relevante es el formalismo, que concibe las matemáticas como un sistema de

---

17 Field, *Science without numbers: A defence of nominalism.*

símbolos manipulados de acuerdo con reglas sintácticas bien definidas, sin necesidad de atribuirles un contenido ontológico específico. Desde esta perspectiva, las verdades matemáticas no reflejan propiedades de un dominio independiente, sino que expresan la coherencia interna de un sistema formal. La matemática aparece así como un lenguaje artificial, autosuficiente y cerrado, cuya validez depende exclusivamente de la consistencia de sus axiomas y reglas de inferencia. Si bien esta concepción permite eludir compromisos metafísicos fuertes, suele ser criticada por su incapacidad para explicar el notable poder explicativo y predictivo de las matemáticas en las ciencias naturales.

El constructivismo, por su parte, sostiene que los objetos matemáticos no existen con independencia del sujeto, sino que son el resultado de procedimientos mentales y construcciones efectivas. Desde esta óptica, solo aquello que puede ser construido mediante un número finito de operaciones verificables posee legitimidad matemática. Esta postura pone el acento en el carácter epistémico de las matemáticas y en el papel activo del sujeto cognoscente, pero al hacerlo restringe considerablemente el alcance ontológico de las teorías matemáticas y dificulta la justificación de entidades ampliamente utilizadas en la física teórica.

El instrumentalismo propone una interpretación pragmática de las teorías científicas, según la cual estas no deben entenderse como descripciones verdaderas del mundo, sino como instrumentos eficaces para organizar la experiencia y predecir fenómenos. Desde esta perspectiva, hablar de electrones, quarks o funciones de onda no implica comprometerse con la existencia real de tales entidades, sino reconocer su utilidad operativa dentro de un marco teórico determinado. Si bien esta postura ofrece una salida elegante a muchos problemas ontológicos, suele ser criticada por renunciar a una explicación profunda de por qué las teorías funcionan tan eficazmente.

En un plano más reciente, Carlo Rovelli[18] ha formulado una crítica particularmente aguda al platonismo matemático. Según su argumento, si se concibe un universo platónico que contenga todas las estructuras matemáticas posibles, dicho universo se vuelve trivial e incapaz de explicar por qué ciertas estructuras —y no otras— describen el mundo físico. Por el contrario, si se restringe ese universo para hacerlo explicativamente relevante, entonces deja de ser independiente de los criterios humanos de selección, lo que debilita su pretensión ontológica. En ambos casos, la noción de un reino matemático autónomo enfrenta serias dificultades de coherencia filosófica.

Estas críticas ponen de manifiesto que el debate en torno al platonismo y al realismo dista de estar cerrado. Lejos de constituir doctrinas incuestionables, ambas posiciones coexisten con enfoques alternativos

18 Rovelli, «Michelangelo's stone: An argument against Platonism in mathematics», 1221-1233.

que subrayan la necesidad de mantener abierta la reflexión sobre el estatuto ontológico y epistemológico de las matemáticas y de la física. Esta pluralidad de perspectivas no representa una debilidad del pensamiento filosófico contemporáneo, sino, por el contrario, una de sus mayores fortalezas, en la medida en que estimula el examen crítico y profundiza la comprensión de la relación entre conocimiento, realidad y formalización matemática.

IMPLICACIONES EPISTEMOLÓGICAS Y METODOLÓGICAS

Aceptar el platonismo matemático y el realismo científico no constituye una decisión filosófica menor ni meramente especulativa; implica, por el contrario, asumir compromisos epistemológicos y metodológicos de amplio alcance que inciden directamente en la manera en que se concibe la producción del conocimiento científico, la naturaleza de las teorías y el sentido mismo de la actividad matemática. Tales compromisos no solo afectan la interpretación de los objetos matemáticos, sino que determinan también el estatuto ontológico de las teorías físicas y la legitimidad de sus pretensiones explicativas respecto del mundo natural.

En primer lugar, esta postura conlleva la aceptación de que la matemática revela dimensiones profundas de la realidad y no se limita a describir regularidades empíricas de manera instrumental. La historia de la ciencia ofrece ejemplos elocuentes en este sentido. Las ecuaciones formuladas por Paul Dirac, producto de la unificación entre relatividad especial y mecánica cuántica, condujeron a la predicción teórica del positrón, cuya existencia fue confirmada experimentalmente con posterioridad. De modo análogo, las ecuaciones de James Clerk Maxwell anticiparon la existencia de las ondas electromagnéticas mucho antes de que su detección empírica fuera posible. Estos episodios ilustran de manera paradigmática que las estructuras matemáticas no solo organizan datos observados, sino que poseen un poder anticipatorio que permite revelar entidades y procesos aún no accesibles a la experiencia. Desde esta perspectiva, la matemática se configura como un auténtico órgano de visión ontológica capaz de abrir regiones del ser que permanecen ocultas a la observación directa.

En segundo lugar, la adhesión al platonismo y al realismo refuerza la centralidad del método axiomático como principio organizador del conocimiento científico. Tanto en matemáticas como en física, la formulación de sistemas axiomáticos ha demostrado ser un medio privilegiado para garantizar coherencia, rigor y universalidad. En el ámbito matemático, teorías como la geometría euclidiana o la teoría de conjuntos muestran cómo un conjunto reducido de axiomas puede generar estructuras complejas y consistentes. En la física, principios fundamentales —como los postulados de la relatividad o los axiomas de la mecánica cuántica— cumplen una función análoga al proporcionar un marco conceptual desde el cual se derivan leyes y predicciones. Este énfasis en la axiomatización refuerza la idea de que la realidad es, en cierto sentido, formalizable, es decir, susceptible de ser comprendida mediante estructuras lógicas y matemáticas que reflejan su orden interno.

El marco platonista-realista implica reconocer el carácter dialéctico de la relación entre abstracción y empiria. La investigación científica se desarrolla en un movimiento constante entre la construcción de modelos formales y su contrastación con la experiencia, entre la idealización matemática y la validación empírica. En el ámbito educativo, esta dinámica adquiere especial relevancia a través del Enfoque Ontosemiótico (EOS), el cual permite comprender los objetos matemáticos no solo como entidades formales, sino como configuraciones que emergen de la interacción entre dimensiones cognitivas, didácticas y ontológicas. Como señala Ruiz,[19] los objetos matemáticos no deben entenderse únicamente como construcciones mentales internas, sino como entidades que adquieren sentido en prácticas sociales, discursivas y epistemológicas concretas.
Desde esta perspectiva, la enseñanza de las matemáticas deja de ser una mera transmisión de técnicas formales y se convierte en un proceso de iniciación en estructuras profundas de significado, mediante el cual los estudiantes acceden progresivamente a modos de pensamiento que reflejan la organización misma de la realidad.
En este sentido, el enfoque platonista-realista no solo posee implicaciones teóricas, sino también consecuencias pedagógicas de gran alcance, al promover una concepción de la matemática como conocimiento con densidad ontológica y valor formativo fundamental.

Asumir el marco platonista-realista equivale a comprometerse con una visión de la ciencia y de la educación en la que la matemática no se reduce a una convención ni a un simple instrumento operativo, sino que se reconoce como una vía privilegiada de acceso al ser. Este compromiso exige, al mismo tiempo, rigor conceptual, apertura crítica y conciencia de los límites del conocimiento humano, configurando así una postura filosófica que conjuga profundidad ontológica con responsabilidad epistemológica.

19 Ruiz Castillo, «El estudio de la conjetura de Collatz en el contexto de sistemas dinámicos y la relación entre la complejidad computacional y la efectividad de las técnicas de optimización», 1-41.

CONCLUSIONES

El platonismo y el realismo no deben ser comprendidos como posiciones excluyentes ni como tradiciones irreconciliables dentro de la filosofía de la ciencia y de la matemática. Por el contrario, el análisis desarrollado a lo largo de este trabajo permite sostener que ambas perspectivas, en su mutua tensión, configuran un marco interpretativo más amplio y fecundo para comprender la naturaleza del conocimiento científico. Mientras el platonismo subraya la independencia ontológica y el carácter necesario de las entidades matemáticas, el realismo científico enfatiza la existencia objetiva del mundo físico y la pretensión descriptiva de las teorías. En su articulación, ambas posturas permiten concebir a las matemáticas no solo como un instrumento de modelación, sino como el lenguaje ontológico mediante el cual la realidad se vuelve inteligible.

Las investigaciones contemporáneas en física matemática y en didáctica, particularmente aquellas desarrolladas por Ruiz Castillo,[20] refuerzan esta convergencia teórica. El estudio de la complejidad computacional, los sistemas dinámicos y la conjetura de Collatz, así como la aplicación del Enfoque Ontosemiótico en contextos educativos, muestran que las fronteras tradicionales entre lo abstracto y lo empírico, lo formal y lo concreto, lo epistemológico y lo ontológico, pueden ser superadas mediante una concepción integradora del conocimiento. Desde esta perspectiva, la matemática deja de ser un simple aparato técnico para convertirse en un principio estructurador de la realidad capaz de articular tanto los procesos físicos más complejos como la construcción de significados en el ámbito educativo.

No obstante, el debate permanece abierto y cargado de una fecunda tensión filosófica. La pregunta fundamental —si las estructuras matemáticas son descubiertas como realidades preexistentes o inventadas como productos de la mente humana— continúa siendo uno de los núcleos problemáticos más profundos de la filosofía de la matemática. No obstante, lejos de resolverse en una dicotomía rígida, la reflexión desarrollada sugiere una vía intermedia: el ser humano crea lenguajes formales, pero en ese mismo acto se enfrenta a resistencias estructurales que no dependen de su voluntad, sino que remiten a una realidad independiente que se impone con necesidad y coherencia propias.

En última instancia, el platonismo y el realismo convergen en una intuición fundamental: hacer matemáticas y practicar la ciencia no es únicamente un ejercicio técnico o instrumental, sino una actividad profundamente humana que combina rigor racional y apertura contemplativa. A través de la abstracción formal, el pensamiento humano no solo organiza el mundo, sino que participa de él, accediendo a una dimensión de la realidad que, aun trascendiéndolo, se revela en la estructura misma de su pensamiento. En esta confluencia entre razón y asombro, entre formalismo y sentido, se juega el significado más profundo de la empresa científica y filosófica.

---

20 Ruiz Castillo, «Matemáticas para matemáticos», 37-41.

Bibliografía

Baron, S. «Platonism and intra-mathematical explanation». *Proceedings of the Aristotelian Society* 75, n.º 3 (2025): 812-830. https://doi.org/10.1093/pq/pqaa059

Berenguer, R. A. A. «La carga ontológica de las matemáticas y el realismo científico». *Principia* 28, n.º 4 (2024): 541-561. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9892673

Field, H. *Science without numbers: A defence of nominalism*. Princeton University Press, 1980.

Gödel, K. «What is Cantor's continuum problem?». *The American Mathematical Monthly* 54, n.º 9 (1947), 515-525. https://doi.org/10.1080/00029890.1947.11991851

Penrose, R. *The emperor's new mind: Concerning computers, minds, and the laws of physics*. Oxford University Press, 1989.

Rovelli, C. «Michelangelo's stone: An argument against Platonism in mathematics». *Foundations of Physics* 45, n.º 11 (2015): 1221-1233. https://doi.org/10.1007/s10701-015-9935-4

Ruiz Castillo, J. C. *Las matemáticas para matemáticos: un análisis del abstraccionismo y la pureza conceptual*. Autopublicación independiente. Amazon, 2024.

—. «Aplicación del Enfoque Ontosemiótico y la incidencia em el estudio de la conjetura de Collatz desde las ciencias de la complejidad» (tesis, 2025). https://doi.org/10.5281/zenodo.17621440

—. «El estudio de la conjetura de Collatz en el contexto de sistemas dinámicos y la relación entre la complejidad computacional y la efectividad de las técnicas de optimización». *Revista Internacional de Ciencia Universitam* 2, n.º 15 (2025): 1-41. https://doi.org/10.5281/zenodo.14739687

—. 2024. «La filosofía de las matemáticas: Desde la ontología y epistemología hasta la pedagogía escolar». *Revista Científica Avances en Ciencia y Docencia* 1 (1): 37-41. https://doi.org/10.70939/revistadiged.v1i1.4

—. «Aplicación del Enfoque Ontosemiótico en álgebra lineal: modelación y criptografía mediante desarrollo de software». *Revista Científica Avances en Ciencia y Docencia* 2, n.º 1 (2025): 27-37. https://doi.org/10.70939/revistadiged.v2i1.28

Tegmark, M. *Our mathematical universe: My quest for the ultimate nature of reality*. Knopf, 2014.

Wigner, E. P. «The unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences». *Communications on Pure and Applied Mathematics* 13, n.º 1 (1960): 1-14. https://doi.org/10.1002/cpa.3160130102

Wrigley, W. «Gödelian Platonism and mathematical intuition». *European Journal of Philosophy*, 30, n.º 2 (2022): 123-144. https://doi.org/10.1111/ejop.12671