

Aplicación del enfoque ontosemiótico y la incidencia en el estudio de la conjetura de Collatz

Application of the ontosemiotical approach and its impact on the study of the Collatz conjecture

Juan Carlos Ruiz Castillo

Universidad de San Carlos de Guatemala

Ciudad de Guatemala, Guatemala

Doctorado en Investigación

icefpem@profesor.usac.edu.gt

<https://orcid.org/0000-0002-2218-1442>

Recibido 20/03/2025

Aceptado 13/07/2025

Publicado 25/07/2025

Ruiz Castillo, J. C. (2025). Aplicación del enfoque ontosemiótico y la incidencia en el estudio de la conjetura de Collatz. *Revista Científica Avances En Ciencia Y Docencia*, 2(2), 1-11.

<https://doi.org/10.70939/revistadiged.v2i2.39>

Resumen

OBJETIVO: Evaluar el impacto de la aplicación del enfoque ontosemiótico en la enseñanza de la Conjetura de Collatz en estudiantes de la Licenciatura en Enseñanza de la Matemática y Física, con el propósito de mejorar su comprensión y habilidades en el manejo de conceptos matemáticos complejos. **MÉTODO:** Se adoptó una metodología mixta que integra enfoques cuantitativos y experimentales, utilizando configuraciones epistémicas cognitivas para la recolección y análisis de datos. Esta aproximación permitió una profunda integración de los principios del enfoque ontosemiótico con las ciencias de la complejidad, facilitando una evaluación detallada del proceso de aprendizaje. **RESULTADOS:** Los datos analizados muestran una mejora significativa en la capacidad de los estudiantes para interactuar con símbolos matemáticos, interpretar representaciones semióticas y evolucionar en su comprensión de conceptos abstractos. Esta evidencia respalda la efectividad del enfoque ontosemiótico en la construcción de conocimientos matemáticos sólidos. **CONCLUSIÓN:** El estudio concluye que el enfoque ontosemiótico es una herramienta poderosa para abordar problemas matemáticos complejos, proporcionando nuevas perspectivas sobre la construcción del conocimiento matemático y la interacción cognitiva. Se recomienda una mayor integración del enfoque ontosemiótico en los currículos matemáticos para maximizar sus beneficios educativos y explorar su aplicabilidad en otros contextos académicos.

Palabras clave:

conjetura de Collatz, enfoque ontosemiótico, didáctica de la matemática

Abstrac

OBJECTIVE: To evaluate the impact of applying the ontosemiotic approach in the teaching of the Collatz Conjecture to students in the Bachelor's Degree in Mathematics and Physics Education, with the goal of improving their understanding and skills in handling complex mathematical concepts. **METHOD:** A mixed-method approach was adopted, integrating quantitative and experimental methods, using cognitive epistemic configurations for data collection and analysis. This approach enabled a deep integration of the principles of the ontosemiotic approach with complexity sciences, facilitating a detailed assessment of the learning process. **RESULTS:** The analyzed data show a significant improvement in the students' ability to interact with mathematical symbols, interpret semiotic representations, and evolve in their understanding of abstract concepts. This evidence supports the effectiveness of the ontosemiotic approach in constructing solid mathematical knowledge. **CONCLUSION:** The study concludes that the ontosemiotic approach is a powerful tool for addressing complex mathematical problems, providing new insights into the construction of mathematical knowledge and cognitive interaction. It is recommended to integrate this approach more extensively into mathematics curricula to maximize its educational benefits and explore its applicability in other academic contexts.

Keywords:

Collatz conjecture, ontosemiotic approach, mathematics education

Introducción:

La Conjetura de Collatz, articulada en 1937 por Lothar Collatz, perpetúa su influencia sobre la comunidad matemática y pedagógica, desafiando las percepciones tradicionales de simplicidad y profundidad debido a su elusiva resolución. Este axioma, que emerge de operaciones elementales aplicadas a números enteros, se distingue por su capacidad para engendrar una complejidad sorprendente a partir de premisas rudimentarias. La intransigencia de este enigma, a pesar de innumerables indagaciones académicas, posiciona la Conjetura de Collatz como un prisma excepcional a través del cual explorar la fusión entre la teoría matemática abstracta y su aplicación pragmática.

Esta disertación doctoral aboga por una reinterpretación crítica y una expansión metodológica del análisis de la Conjetura mediante la integración del Enfoque Ontosemiótico (EOS), enmarcado dentro de un espectro amplio de las Ciencias de la Complejidad. Esta propuesta no solo busca inculcar herramientas innovadoras para progresar hacia la resolución del dilema, sino que también aspira a reformar las estrategias pedagógicas mediante las cuales se imparten y se asimilan conceptos matemáticos intrincados (Ruiz et al., 2023).

La implementación del EOS ofrece una indagación meticulosa y estructurada de cómo los educandos y pedagogos conceptualizan y navegan los desafíos matemáticos. Este escrutinio no solo ilumina las dinámicas subyacentes de la Conjetura de Collatz, sino que también propone una mejora significativa en las praxis pedagógicas correspondientes. Al elucidar la naturaleza compleja de los problemas matemáticos y promover un aprendizaje introspectivo y profundo, este enfoque estimula la curiosidad y el desarrollo del pensamiento crítico, elementos fundamentales para el currículo matemático contemporáneo (Guerrero & Falk, 2023).

Diversos estudios sobre la Conjetura de Collatz han abordado su estructura desde la teoría de grafos, el análisis modular, los sistemas dinámicos discretos y la simulación computacional

(Gil, 2022; Gleick, 1987). Sin embargo, pocos han explorado su enseñanza desde un marco que articule simultáneamente el rigor matemático y la didáctica de la matemática. En este sentido, la conjunción del EOS con las Ciencias de la Complejidad no solo potencia el análisis formal del problema, sino que proporciona un soporte metodológico para diseñar experiencias de aprendizaje donde el estudiante asuma un papel activo en la investigación, la conjeturación y la demostración.

En consecuencia, esta investigación se plantea como un puente entre la teoría matemática y la práctica pedagógica avanzada. El objetivo central es analizar el impacto de la aplicación del Enfoque Ontosemiótico, integrado con principios de las Ciencias de la Complejidad, en la enseñanza y comprensión de la Conjetura de Collatz, evaluando su capacidad para fortalecer competencias matemáticas avanzadas —como la argumentación lógica, la demostración formal y la gestión multirrepresentacional— en estudiantes de Licenciatura en Enseñanza de la Matemática y la Física.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló bajo un enfoque metodológico mixto que articuló de manera complementaria el análisis cualitativo y cuantitativo, permitiendo una evaluación integral del impacto del Enfoque Ontosemiótico en la enseñanza de la Conjetura de Collatz. En el plano cuantitativo, se midió rigurosamente el desempeño académico de los participantes, mientras que el análisis cualitativo se centró en examinar las transiciones entre representaciones semióticas, los aspectos epistémicos y las configuraciones cognitivas implicadas en el proceso de aprendizaje.

El componente experimental incorporó actividades que propiciaron la interacción directa con la Conjetura de Collatz a través de análisis numéricos, modelación simbólica y simulaciones computacionales, promoviendo un aprendizaje activo orientado a la identificación de patrones, la exploración de comportamientos caóticos y la construcción de esquemas mentales sólidos. De forma complementaria, se aplicó un enfoque descriptivo y transversal para registrar y analizar regularidades, invariantes y trayectorias de crecimiento en las secuencias, evitando imponer correlaciones causales estrictas y generando así una base empírica sólida para investigaciones futuras en sistemas dinámicos. En conjunto, esta metodología configuró un entorno educativo interactivo, riguroso y desafiante, que favoreció el desarrollo del pensamiento crítico, la comprensión profunda y el fortalecimiento de competencias analíticas avanzadas en los estudiantes.

Resultados y discusión

En el contexto de esta investigación doctoral, se abordó la Conjetura de Collatz a través de un enfoque metodológico sofisticado que amalgama el Enfoque Ontosemiótico con principios derivados de las Ciencias de la Complejidad. Este estudio no solo profundiza en la comprensión del fenómeno matemático en cuestión, sino que también eleva la formalidad con la que se abordan temas de gran complejidad dentro del ámbito académico. En el plano de la formalidad matemática, el análisis se caracterizó por una rigurosidad excepcional, implementando un conjunto de técnicas avanzadas de la teoría del caos y de los sistemas dinámicos con el propósito de desentrañar la estructura subyacente y el comportamiento estocástico de las secuencias generadas por la Conjetura de Collatz.

En el estudio se aplicaron técnicas avanzadas como el análisis fractal, los exponentes de Lyapunov, los atractores caóticos y simulaciones dinámicas, lo que permitió evidenciar la sensibilidad a condiciones iniciales y descubrir patrones ocultos en las secuencias de Collatz. Los resultados mostraron la coexistencia de orden y caos en los números granizo y, a nivel didáctico,

favorecieron el desarrollo del pensamiento crítico y una comprensión más profunda del fenómeno. El meticuloso proceso de modelado y simulación computacional —implementado mediante programación matemática y análisis de series temporales— permitió no solo reproducir fielmente el comportamiento iterativo de la conjetura, sino también identificar patrones determinísticos incrustados en el aparente azar de las iteraciones. Entre los hallazgos más relevantes destacan:

- La detección de subestructuras aritméticas regulares en la progresión de las iteraciones, particularmente en números de la forma $2^n - 1$, cuyo tiempo de convergencia se ajusta linealmente como $n+7$.
- La constatación de zonas de estabilidad en subconjuntos del dominio, donde las secuencias siguen comportamientos predecibles antes de ingresar al ciclo $4-2-1$.
- La evidencia de similitudes estructurales con sistemas caóticos conocidos, lo que sugiere que la dinámica de Collatz comparte propiedades universales de predictibilidad limitada, pero con patrones de recurrencia bien definidos.

Estos resultados ofrecen una nueva perspectiva sobre la solución potencial de la Conjetura de Collatz y sobre la posibilidad de predecir comportamientos en sistemas caóticos discretos con base en estructuras aritméticas, aportando evidencia de que el aparente azar de la conjetura encierra un orden subyacente cuantificable (Ruiz, 2024). Además, la tesis destacó cómo la integración del Enfoque Ontosemiótico en la pedagogía matemática aporta una dimensión de formalidad y rigor analítico que es esencial para la enseñanza de conceptos matemáticos avanzados. La aplicación de este enfoque permitió a los estudiantes de matemáticas desarrollar una comprensión más profunda y fundamentada de los principios matemáticos, capacitándolos para abordar y resolver problemas complejos con una base teórica sólida y un enfoque crítico y reflexivo. El Enfoque Ontosemiótico (EOS), aplicado dentro de los marcos educativos, facilitó una interacción significativa con los conceptos matemáticos, promoviendo una construcción de conocimiento que trasciende la mera recepción pasiva de información. (Ruiz, 2023)

Este método pedagógico, que enfatiza la exploración activa y la justificación formal de teoremas y principios, se implementó en un contexto universitario con una población compuesta por estudiantes de la Licenciatura en Enseñanza de la Matemática y la Física. La muestra estuvo conformada por 44 estudiantes que participaron activamente en las actividades de análisis, modelado y demostración formal vinculadas a la Conjetura de Collatz. Los resultados observados muestran que el EOS actúa como un vehículo eficaz para fomentar no solo la comprensión de los contenidos, sino también la capacidad de innovación en el pensamiento matemático. Asimismo, permite la identificación de sub-competencias específicas dentro del conjunto de competencias requeridas para el análisis y la intervención didáctica en matemáticas, contribuyendo de forma significativa a la formación y desarrollo profesional de los futuros docentes (Godino et al., 2017).

Esta investigación doctoral ha contribuido de manera significativa tanto al campo académico como educativo, al presentar un modelo robusto para el enfrentamiento y desentrañamiento de problemas matemáticos complejos. El trabajo de campo se desarrolló con una muestra de 44 estudiantes de la Licenciatura en Enseñanza de la Matemática y la Física, quienes participaron en actividades de análisis, modelado y demostración formal en torno a la Conjetura de Collatz. Entre los resultados más relevantes se destaca: Un incremento del 85 % en la identificación y justificación de patrones numéricos recurrentes. La mejora del 78 % en la elaboración de demostraciones por inducción matemática.

El 90 % de los estudiantes interpretó correctamente representaciones gráficas de iteraciones, integrando notación algebraica y simbología matemática en sus explicaciones. La construcción

colectiva de dos teoremas relacionados con la dinámica de Collatz, validados dentro del grupo de trabajo.

En cuanto a las metodologías subyacentes, el trabajo de campo se sustentó en un enfoque de investigación-acción educativa, combinando elementos de diseño de experimentos didácticos y estudio de caso. Se aplicó un diseño metodológico mixto, que integró: Observación participante para documentar la interacción y el desempeño en el aula. Análisis cualitativo de las producciones escritas y orales de los estudiantes, enfocado en la identificación de configuraciones epistémicas y transiciones semióticas. Evaluación cuantitativa mediante rúbricas de desempeño y análisis estadístico descriptivo para medir la evolución de las competencias.

La fusión de teoría rigurosa y práctica pedagógica innovadora propuesta en esta tesis no solo avanza la comprensión de desafíos matemáticos específicos como la Conjetura de Collatz, sino que también redefine las metodologías de enseñanza en la educación matemática superior, estableciendo un nuevo estándar para la integración de teorías complejas en el currículo académico. En el marco de la presente investigación doctoral, la aplicación combinada del Enfoque Ontosemiótico (EOS) y las Ciencias de la Complejidad permitió obtener hallazgos significativos en tres dimensiones principales: identificación de patrones numéricos en la Conjetura de Collatz, validación de resultados teóricos y mejoras en el aprendizaje de los estudiantes.

1. Identificación de patrones en las iteraciones de Collatz

A través del análisis computacional y el modelado matemático, se identificaron regularidades determinísticas en secuencias generadas por distintos números iniciales. Estos patrones emergen en la fase previa al ciclo básico $4 \rightarrow 2 \rightarrow 1$, mostrando estructuras repetitivas en la relación módulo 6. Se observó que para números de la forma 2^{n-1} el número de iteraciones se ajusta a la regla: Iteraciones $n + 7$. Este hallazgo refuerza la hipótesis de que existen subestructuras aritméticas que gobiernan el tiempo de convergencia.

2. Validación de teoremas por inducción

Se probó formalmente el Teorema de Ruiz (2024), que establece que para todo $n \in \mathbb{N}$, el número n es divisible exactamente $v_2(n)$ veces por 2 antes de llegar al ciclo $4 \rightarrow 2 \rightarrow 1$, donde $v_2(n)$ es la valuación 2-ádica.

3. Resultados en el aprendizaje de los estudiantes

Bajo la guía del EOS: El 85% de los estudiantes logró identificar y justificar al menos un patrón recurrente en las secuencias. El 78% realizó demostraciones correctas de propiedades relacionadas con la conjetura y el 92% reportó mejoras en su capacidad para manejar representaciones semióticas múltiples (numérica, gráfica y algebraica).

Discusión

En la discusión de la tesis, se exploran las implicaciones profundas del Enfoque Ontosemiótico (EOS) en la enseñanza de la matemática y, más específicamente, en el estudio de la Conjetura de Collatz. Este análisis detallado revela cómo el EOS no solo modifica la comprensión matemática, sino que también transforma las prácticas pedagógicas de manera significativa.

Central a esta discusión es la capacidad del EOS para permitir a estudiantes y docentes una exploración más profunda de la Conjetura de Collatz, trascendiendo su formulación inicial y vinculando teoría con práctica. Este enfoque fomenta una interacción dinámica con conceptos

matemáticos, donde los estudiantes no solo reciben conocimientos, sino que los construyen activamente a través de la experimentación y resolución de problemas en contextos reales y significativos. Esta metodología activa impulsa a los estudiantes a involucrarse de manera crítica con el material, facilitando un aprendizaje más profundo y duradero.

Además, la tesis resalta la importancia de las discusiones y colaboraciones en el aula como herramientas esenciales para profundizar la comprensión matemática. Estas interacciones no solo potencian el aprendizaje individual, sino que también fomentan el desarrollo de una comunidad de aprendizaje donde el conocimiento matemático se considera una construcción colectiva. Esta perspectiva colaborativa es fundamental para el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico y la capacidad de trabajar en equipo, competencias cada vez más valoradas en el ámbito académico y profesional. Como se señalaba los aportes de uno de los hallazgos y aportes de uno de la red al encontrar un patrón de en los números de 3×2^n . Ruiz (2025): Celeste Gálvez proporciona una lista de interacciones para diferentes valores de 3×2^n , por ejemplo:

3×2^0 tiene 7 iteraciones,
 3×2^1 tiene 8 iteraciones,
 3×2^2 tiene 9 iteraciones
 3×2^3 tiene 10 iteraciones
 3×2^{10} tiene 17 iteraciones
 3×2^{11} tiene 18 iteraciones
 3×2^{30} tiene 37 iteraciones, así sucesivamente

También se menciona que un número como 3×2^{1023} tendría 1030 interacciones antes de regresar a 1. Se llega a generalizar por razonamiento inductivo que el número 3×2^n se hace iteraciones de $n+7$, eso significa el exponente más 7. Ella analizo ciertos aspectos específicos de la Conjetura de Collatz, enfocándose en patrones que emergen al trabajar con potencias y secuencias numéricas relacionadas. Estos patrones se están estudiando para identificar regularidades o excepciones dentro del comportamiento de la conjetura.

Como docente se contribuyó a hacer una demostración más formal. Para demostrar por inducción la afirmación de que el número 3×2^n realiza $n + 7$ iteraciones antes de regresar a 1 en la secuencia de Collatz, se seguirá los pasos estándar de una demostración por inducción. La discusión también aborda los desafíos tanto prácticos como teóricos que presenta el EOS. Se plantea el debate sobre cómo la flexibilidad del enfoque y su énfasis en la construcción de significado a través de diversas representaciones y contextos pueden ser integrados efectivamente en el currículo matemático regular. Esta integración debe hacerse sin comprometer la rigurosidad necesaria para asegurar una comprensión profunda y significativa, lo que requiere un balance cuidadoso entre innovación y tradición pedagógica.

Otro de los aportes de los colaboradores de la red (Luis Medrano) es el siguiente. Se señaló:

$$n \geq 2 \wedge n \in \mathbb{N}, x \in \mathbb{N}$$

$$x \geq 0$$

$$2^{2n}x + 2^{2n-2} - 2$$

$$2^{2n}x + 2^{2n-2} - 2$$

Estas dos expresiones llegan al siguiente esquema $4n-3$

Tomando iteraciones de la siguiente manera $2 \cdot 3^{(2n-2)} + (3^{(2n-2)} - 1)/2$ todo esto es en caso de base $n=2$ en la tesis se describe las iteraciones hasta llegar a

$$4 + 4k - 1 = 4k + 3$$

$$\therefore \frac{2^{k+3} + 3 \cdot 2^{k+1} - 2}{2^{k+3} + 3 \cdot 2^{k+1} - 1} \rightarrow 2 \cdot 3^{k+1}x + \frac{3^{2k+2} - 1}{2}$$

Se llamará al comportamiento $24x-16 \rightarrow 12x+8 \rightarrow 18x+16$

Se puede observar que el primero es $4 \bmod 6$, el segundo es $2 \bmod 6$ y en el tercer $4 \bmod 6$
Se llamará B al siguiente comportamiento $12x+10 \rightarrow 6x+5 \rightarrow 18x+6$

En el ciclo A se puede observar el comportamiento $4-2-2$ donde $x \rightarrow x/4$

Relacionando el $4 \bmod 6$, $2 \bmod 6$ y $4 \bmod 6$, si se inicia con x del ciclo A se llega a un número que es la cuarta parte. Mientras que el ciclo B se observa el comportamiento $4-5-4$ donde $x \rightarrow 3/2x+1$ relacionando el $4 \bmod 6$, $5 \bmod 6$ y $4 \bmod 6$, si se inicia con x del ciclo B se llegará a un número del comportamiento $3/2x+1$, ahora en el ciclo C el comportamiento es de $4-2-1-4-\dots$ donde $x \rightarrow 3/4x+1$ relacionando el $4 \bmod 6$, $2 \bmod 6$, $5 \bmod 6$ y $4 \bmod 6$. También el docente hizo una demostración

Demostración del teorema de Ruiz (2024):

Proposición: Para todo número natural $n \geq 1$, el número 2^n es divisible exactamente n veces por 2, antes de llegar al ciclo $4-2-1$. Es decir, 2^n es divisible por 2^n , pero no por $2^{(n+1)}$. Formalmente, si $v_2(m)$ denota la valuación p -ádica en 2 de un número entero m , entonces:

Enunciado:

Sea $n \in \mathbb{N}$, con $n \geq 1$. Entonces, la valuación 2-ádica de 2^n satisface:

$$v_2(2^n) = n$$

donde $v_2(m)$ denota el exponente máximo de 2 que divide exactamente al entero m , definido por:

$$v_2(m) := \max \{ k \in \mathbb{N} \mid 2^k \mid m \}.$$

En particular, 2^n es divisible por 2^n pero no por $2^{(n+1)}$, lo que implica que contiene exactamente n factores de 2 en su descomposición prima.

Demostración:

Base de inducción ($n=1$):

Para $n=1$, tenemos: $2^1=2$

Dado que 2 es divisible por 2^1 pero no por $2^2=4$, se sigue directamente que: $v_2(2)=1$

Por lo tanto, la proposición es verdadera para el caso base.

Hipótesis inductiva:

Supongamos que para algún entero $k \geq 1$ se cumple:

$$v_2(2^k) = k$$

Paso inductivo:

Consideremos $2^{(k+1)}$:

$$2^{(k+1)} = 2 \cdot 2^k$$

Aplicando la propiedad fundamental de la valuación v_2 para productos:

$$v_2(2^{(k+1)}) = v_2(2) + v_2(2^k).$$

Por definición, $v_2(2) = 1$ y, por hipótesis inductiva, $v_2(2^k) = k$. Así:

$$v_2(2^{(k+1)}) = 1 + k = k + 1$$

Esto demuestra que $2^{(k+1)}$ es divisible exactamente $k+1$ veces por 2.

Conclusión: Hemos verificado la proposición para el caso base $n=1$ y demostrado que, si es cierta para $n=k$, también lo es para $n=k+1$. Por el Principio de Inducción Matemática, se concluye que:

$$v_2(2^n) = n, \quad \forall n \geq 1$$

Por consiguiente, 2^n posee exactamente n factores de 2 y no más, propiedad que resulta esencial en la caracterización de la dinámica de la Conjetura de Collatz, dado que el número de divisiones sucesivas por 2 antes de ingresar al ciclo $4 \rightarrow 2 \rightarrow 1$ queda determinado por n . Estas reflexiones sugieren que, aunque el EOS proporciona un marco teórico robusto para el aprendizaje matemático, su implementación exitosa requiere una evaluación continua y una adaptación cuidadosa para maximizar su impacto y efectividad en diversos contextos educativos. Se recomienda una consideración reflexiva sobre cómo las prácticas basadas en el EOS pueden ser ajustadas y mejoradas continuamente para responder a los desafíos emergentes en la educación matemática.

Conclusiones

En las conclusiones de la tesis, se subraya la relevancia de las contribuciones hechas tanto por el investigador principal como por los estudiantes en el contexto del estudio de la Conjetura de Collatz utilizando el Enfoque Ontosemiótico. Estos aportes no solo refuerzan la robustez del enfoque, sino que también demuestran su potencial para profundizar la comprensión y aplicación de conceptos matemáticos complejos. La noción de idoneidad didáctica actúa como un puente entre los conocimientos científicos y tecnológicos y su aplicación pedagógica, permitiendo evaluar y mejorar la calidad de los procesos de enseñanza en matemáticas (Godino et al. 2021).

Contribución del Investigador - Teorema Demostrado: El investigador logró un avance significativo al demostrar que para cualquier número natural n , 2^n puede ser dividido exactamente n veces por 2 hasta alcanzar el valor de 1, aplicando este resultado al ciclo $4 \rightarrow 2 \rightarrow 1$ en la Conjetura de Collatz. Esta demostración, meticulosamente realizada por inducción, valida el teorema para todos los n en el conjunto de los números naturales. Este hallazgo es crucial pues proporciona una comprensión más profunda de las secuencias numéricas y su comportamiento dentro de esta conjetura, abriendo nuevas vías para futuras investigaciones sobre su resolución y comportamiento en sistemas más grandes y complejos.

Contribuciones de los Estudiantes: Bajo la guía del Enfoque Ontosemiótico, los estudiantes del curso de Matemática Discreta con Teorías Axiomáticas realizaron contribuciones destacadas. Un estudiante en particular justificó un teorema sobre las iteraciones necesarias para ciertos

números dentro de la conjetura, evidenciando no solo la aplicabilidad del enfoque ontosemiótico sino también la capacidad de los estudiantes para manejar y aplicar conceptos matemáticos complejos de manera creativa y rigurosa. Este teorema proporciona conocimientos adicionales sobre cómo se pueden prever las iteraciones en números configurados de manera específica, destacando la profundidad y el rigor analítico desarrollado por los estudiantes durante el curso. Ruiz, J. (2022).

Estas contribuciones resaltan la efectividad del Enfoque Ontosemiótico en el fomento de un aprendizaje matemático avanzado y aplicado, y sugieren un impacto potencialmente transformador en la pedagogía de las matemáticas. La demostración del teorema por parte del investigador y la participación activa de los estudiantes en desarrollos teóricos importantes no solo avanzan en el entendimiento académico de la Conjetura de Collatz, sino que también validan el enfoque ontosemiótico como una herramienta pedagógica valiosa para la exploración de problemas matemáticos complejos en educación superior.

Referencias

- AGleick, J. (1987). *Caos: La creación de una ciencia*. Penguin Books. <https://opencourses.ionio.gr/modules/document/file.php/DAVA275/James%20Gleick%20-%20Chaos.%20Making%20a%20new%20science.pdf>
- Gil, A. (2022, febrero 13). La conjetura de Collatz. <https://temat.es/article/download/2022-p65/2022-p65-pdf/176>
- Godino, J. D., Batanero, C., Burgos, M., & Gea, M. M. (2021). Una perspectiva ontosemiótica de los problemas y métodos de investigación en educación matemática. *Revemop*, 3, e202107. <https://doi.org/10.33532/revemop.e202107>
- Godino, J. D., Giacomone, B., Batanero, C., & Font, V. (2017). Enfoque ontosemiótico de los conocimientos y competencias del profesor de matemáticas. *Bolema*, 31(57), 90-113. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v31n57a05>
- Guerrero, L., & Falk, M. (2023). Una mirada a la teoría de representaciones semióticas de Duval desde el pensamiento manifestado por participantes de olimpiadas colombianas de Matemáticas. *South Florida Journal of Development*, 4(5), 2640-2653. <https://ojs.southfloridapublishing.com/ojs/index.php/idev/article/download/2640/2062/5747>
- Ruiz, J. (2022). La aplicación de herramientas digitales con el enfoque ontosemiótico y su influencia en el aprendizaje de funciones exponenciales y logarítmicas [Tesis de maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <https://doi.org/10.36958/sep.v5i1.92>
- Ruiz, J. (2023). Puertas lógicas con la teoría socioepistemológica. *Revista InUMES*, 34-43. <https://drive.google.com/file/d/1-GkzRLXZw19v9PsHClxVOCT4Vd-A6Aqd/view>
- Ruiz, J., Solórzano, L., & Boj, H. (2023). La enseñanza de la geometría en Guatemala. *Libros Fahusac*. <https://doi.org/10.46954/librosfahusac.30.c65>
- Ruiz, J. (2024). Pitagorismo: Contribuciones y decadencia de una escuela filosófica y matemática. *Revista InUMES*. https://www.researchgate.net/publication/382651293_Pitagorismo_contribuciones_y_declive_de_una_escuela_filosofica_y_matematica

Ruiz Castillo, J. C. (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>

Ruiz, J. (2025). Aplicación del enfoque ontosemiótico y la incidencia en el estudio de la conjetura de Collatz desde las ciencias de la complejidad [Tesis doctoral, CUNORI]. <https://drive.google.com/file/d/1LZck3ra227nzb1pJVSk8v4ByM6WcHKjd/view?usp=sharing>

Ruiz, J. (2025). Aplicación de las representaciones semióticas en cálculo multivariable mediante la construcción de una montaña rusa física y virtual. Revista Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática, 18(2), 85-98. <https://doi.org/10.15517/5shh5h27>

Sobre el autor

Juan Carlos Ruiz Castillo

Posdoctorado en Física Matemática, Doctor en Investigación, Doctorando en Física Matemática, Maestría en Ciencias en Didáctica de la Matemática con mención honorífica Magna Summa Cum Laude, Maestría en Ciencias en Formación Docente, Licenciatura en la Enseñanza de la Matemática y la Física, Profesor en Enseñanza Media Especializado en Física-Matemática, egresado de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Experiencia en investigaciones: publicación de diversos estudios en distintas revistas internacionales y nacionales, amplia experiencia en la enseñanza en el nivel diversificado y universitario. Profesor de la Cátedra de Matemática en EFPEM.

Financiamiento de la investigación

El artículo es resultado de la tesis de doctorado en Innovación y Tecnología Educativa, financiado con recursos propios.

Declaración de intereses

Declaro no tener ningún conflicto de intereses que puedan haber influido en los resultados obtenidos o las interpretaciones propuestas.

Declaración de consentimiento informado

El estudio se realizó respetando el Código de ética y buenas prácticas editoriales de publicación.

Derechos de autor

Copyright© 2025. **Juan Carlos Ruiz Castillo**

Este texto está protegido por la
[Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).



Es libre para compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato y adaptar el documento, remezclar, transformar y crear a partir del material para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de: Atribución: Debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) - [Texto completo de la licencia](#)