

Aplicación del Enfoque Ontosemiótico en álgebra lineal: modelación y criptografía mediante desarrollo de software

Application of the Ontosemiotical Approach in Linear Algebra: Modeling and Cryptography through Software Development

Juan Carlos Ruiz Castillo

Doctorado en Física Matemática

Universidad de San Carlos de Guatemala

icefpem@profesor.usac.edu.gt

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

Recibido: 13/01/2025

Aceptado: 14/03/2025

Publicado: 08/06/2025

Ruiz Castillo, J. C. (2025). Aplicación del Enfoque Ontosemiótico en álgebra lineal: modelación y criptografía mediante desarrollo de software. Revista Científica Avances en Ciencia y Docencia, 2(1), 27-37.

<https://doi.org/10.70939/revistadiged.v2i1.28>

Resumen

OBJETIVO: Aplicar el enfoque ontosemiótico de la cognición e instrucción matemática para diseñar una propuesta didáctica que articule contenidos de álgebra lineal con herramientas tecnológicas, facilitando su comprensión y funcionalización en contextos de Ingeniería en Sistemas. **MÉTODO:** Se empleó un enfoque cualitativo, con diseño de intervención didáctica fundamentado en los principios del enfoque ontosemiótico. La propuesta se aplicó a un grupo de estudiantes universitarios de segundo año de Ingeniería en Sistemas, quienes participaron en una secuencia didáctica organizada en tres fases: configuración epistémica, modelación computacional y aplicación criptográfica. Se recopilaron productos estudiantiles, registros de desempeño, reflexiones metacognitivas y análisis del software desarrollado. **RESULTADOS:** Se observó una mejora significativa en la comprensión funcional de objetos matemáticos como matrices, determinantes, transformaciones lineales y sistemas de ecuaciones. Los estudiantes lograron integrar conocimientos teóricos con aplicaciones computacionales mediante el desarrollo de un programa que resuelve problemas algebraicos y ejecuta procesos básicos de cifrado. Se evidenció una transición fluida entre representaciones simbólicas, operativas y computacionales, así como una resignificación del conocimiento matemático. **CONCLUSIÓN:** El uso del enfoque ontosemiótico como guía didáctica propició aprendizajes significativos, vinculando teoría y práctica en un entorno tecnológicamente pertinente. La propuesta demuestra ser replicable en asignaturas del área tecnológica que requieren integración entre el pensamiento abstracto y la aplicación funcional del conocimiento matemático.

Palabras clave:

álgebra lineal, enseñanza de la matemática, enfoque ontosemiótico, modelación computacional, criptografía

Abstrac

OBJECTIVE: To apply the ontosemiotic approach to mathematical cognition and instruction to design a didactic proposal that integrates Linear Algebra content with technological tools, facilitating its understanding and functionality in Systems Engineering contexts. **METHOD:** A qualitative approach was adopted through a didactic intervention design based on the principles of the ontosemiotic approach. The proposal was implemented with a group of second-year university students in Systems Engineering, who participated in a didactic sequence structured in three phases: epistemic configuration, computational modeling, and cryptographic application. Data collection included student-produced work, performance records, metacognitive reflections, and analysis of the developed software. **RESULTS:** A significant improvement was observed in the functional understanding of mathematical objects such as matrices, determinants, linear transformations, and systems of equations. Students successfully integrated theoretical knowledge with computational applications by developing a program capable of solving algebraic problems and executing basic encryption processes. A fluent transition among symbolic, operational, and computational representations was evidenced, along with a meaningful reconfiguration of mathematical knowledge. **CONCLUSION:** The use of the ontosemiotic approach as a didactic guide fostered meaningful learning by linking theory and practice within a technologically relevant environment. The proposal proves to be replicable in other technological subjects requiring integration between abstract thinking and the functional application of mathematical knowledge.

Keywords:

linear algebra, mathematics education, ontosemiotic approach, computational modeling, cryptography

Introducción:

La enseñanza del Álgebra Lineal en contextos universitarios tecnológicos, como Ingeniería en Sistemas, enfrenta desafíos pedagógicos complejos debido a la elevada abstracción simbólica inherente a sus conceptos fundamentales y a las barreras semióticas que separan los significados institucionales y personales construidos por los estudiantes. Esta desconexión no solo dificulta la apropiación significativa de los objetos matemáticos, sino que también puede generar actitudes de rechazo o indiferencia hacia los contenidos teóricos, limitando el desarrollo de competencias críticas para la ingeniería moderna. Según Ruiz (2024a), la contextualización didáctica mediante experiencias tangibles y tecnológicas facilita la construcción de aprendizajes significativos con proyección real, al promover un tránsito fluido entre los significados formales y las aplicaciones prácticas del conocimiento matemático.

En este contexto, el Enfoque Ontosemiótico (EOS) se presenta como un referente teórico sólido para repensar la enseñanza-aprendizaje de la matemática, al comprender los objetos matemáticos no solo como entidades abstractas, sino como prácticas sociales mediadas por significados, artefactos y normas institucionales (Godino et al., 2007). El EOS, desarrollado por Godino, Batanero y Font, enfatiza que el conocimiento matemático se construye y resignifica constantemente en función de su operatividad contextual, lo que lo convierte en un marco epistemológico adecuado para abordar los desafíos de la enseñanza en disciplinas tecnológicas. Además, en un entorno profesional donde la seguridad informática se ha convertido en un componente crítico del diseño y desarrollo de sistemas, el Álgebra Lineal ha encontrado nuevas aplicaciones prácticas, especialmente en áreas como la modelación computacional, el diseño algorítmico y la criptografía. Los métodos criptográficos, como el cifrado afín, el cifrado de Hill y el algoritmo RSA, dependen fundamentalmente de estructuras algebraicas para garantizar

la integridad y confidencialidad de la información digital. La experiencia didáctica descrita en este artículo se enmarca en los principios epistemológicos y didácticos del EOS, utilizando el desarrollo de software académico como vehículo para promover la integración entre conocimientos matemáticos y computacionales.

Esta integración no solo facilita la comprensión operativa de objetos matemáticos complejos, sino que también promueve la resignificación de estos objetos al vincularlos directamente con prácticas profesionales relevantes. En consecuencia, el EOS se consolida como un mediador epistémico en la construcción progresiva del saber matemático, entendido como una práctica social situada y cargada de significados, que trasciende la mera manipulación simbólica para incluir la funcionalización y contextualización del conocimiento.

La presente investigación tiene como objetivo aplicar el enfoque ontosemiótico de la cognición e instrucción matemática para diseñar una propuesta didáctica que articule contenidos de álgebra lineal con herramientas tecnológicas, facilitando su comprensión y funcionalización en contextos de Ingeniería en Sistemas. Como metodología se empleó un enfoque cualitativo, con diseño de intervención didáctica fundamentado en los principios del enfoque ontosemiótico. La propuesta se aplicó a un grupo de estudiantes de segundo año de Ingeniería en Sistemas, quienes participaron en una secuencia didáctica organizada en tres fases: configuración epistémica, modelación computacional y aplicación criptográfica. Este enfoque permitió a los estudiantes no solo desarrollar habilidades técnicas, sino también reconstruir activamente los significados de los objetos matemáticos a través de la implementación práctica y el análisis crítico de sus aplicaciones.

Fundamentos epistémicos del Enfoque Ontosemiótico en la enseñanza de Álgebra lineal en ingeniería en sistemas

El Enfoque Ontosemiótico de la Cognición e Instrucción Matemática (EOS) se posiciona como un marco teórico sólido para repensar la enseñanza del Álgebra Lineal en contextos técnico-profesionales, como la Ingeniería en Sistemas. A diferencia del enfoque tradicional centrado en la abstracción simbólica, el EOS propone una reconceptualización didáctica basada en prácticas discursivas, artefactuales y semióticas, donde emergen significados contextualizados (Godino, Batanero, & Font, 2007; Font, Godino, & Wilhelmi, 2010).

Desde esta perspectiva, los objetos matemáticos son construcciones emergentes dentro de sistemas institucionales y personales de práctica, cuyo sentido depende del uso que los sujetos les otorgan en contextos funcionales (Godino et al., 2007). Ruiz Castillo (2025) sostiene que el EOS ofrece una arquitectura epistemológica, ontológica y axiológica coherente con la complejidad del conocimiento matemático, en la que comprender un objeto implica insertarlo en redes de significados, como ocurre en contextos de modelación o criptografía (p. 295).

El EOS articula dos planos analíticos: el epistémico-cognitivo (relativo a los objetos y lenguajes en juego) y el semiótico-institucional (vinculado a normas, currículos y marcos de validación) (Font et al., 2010). La experiencia descrita por Ruiz Castillo (2025), en la que estudiantes desarrollaron software que resolvía problemas algebraicos y aplicaba cifrados clásicos, ejemplifica cómo estas dimensiones interactúan en el tránsito entre significados institucionales y personales (p. 310). Las configuraciones epistémico-cognitivas construidas permitieron superar obstáculos conceptuales comunes, como la confusión entre determinante y rango (p. 313).

Un eje central del EOS es la articulación entre semiosis y noesis, es decir, entre la producción de significados y su interpretación por parte del sujeto. Como afirma Ruiz Castillo (2025), “sin noesis no hay semiosis” (p. 297), subrayando la importancia de diseñar prácticas que activen la interpretación funcional del saber matemático. Asimismo, el EOS promueve un enfoque plural de la idoneidad didáctica, valorando las dimensiones epistémica, cognitiva y mediacional del proceso formativo (Godino et al., 2007). En síntesis, la implementación del EOS favoreció una resignificación profunda de los objetos matemáticos, integrándolos en contextos tecnológicos como la criptografía. La construcción de software se constituyó así en un dispositivo epistémico que evidenció el tránsito del estudiante desde la recepción formal hacia la apropiación funcional y situada del conocimiento matemático. 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, Batanero, Burgos, & Gea, 2021).

Materialles y métodos

La metodología empleada en este estudio se sustenta en una perspectiva didáctica situada, rigurosamente alineada con los principios del Enfoque Ontosemiótico (EOS), orientada a la creación de escenarios de aprendizaje auténticos que integren la formalización matemática, la modelación computacional y las prácticas profesionales contextualizadas. Este enfoque didáctico, de naturaleza altamente reflexiva, se estructura en tres fases interdependientes: (1) configuración epistémica, centrada en la construcción de significados institucionales a través de redes conceptuales coherentes que permiten integrar las múltiples dimensiones semióticas del conocimiento matemático; (2) modelación computacional, orientada a la traducción algorítmica de los objetos matemáticos en lenguajes formales de programación, con el propósito de articular estructuras abstractas con aplicaciones tecnológicas concretas; y (3) aplicación criptográfica, destinada a validar los conceptos algebraicos en contextos reales vinculados a la seguridad informática, consolidando así la funcionalización del saber matemático en situaciones profesionalmente pertinentes. Esta estructura metodológica asegura una transición progresiva desde la comprensión teórica hasta la implementación operativa del saber algebraico, alineando los planos epistémico, cognitivo y pragmático de acuerdo con los postulados del EOS.

El diseño metodológico del presente estudio se enmarca en una investigación de carácter cualitativo, específicamente centrada en el análisis de procesos formativos en contextos auténticos de enseñanza-aprendizaje. Esta elección metodológica es plenamente justificada dentro del marco ontosemiótico, dado que el propósito central de la investigación es comprender cómo los estudiantes resignifican y construyen significados matemáticos en entornos tecnológicamente mediados, un proceso profundamente dinámico y contextual que requiere una aproximación interpretativa y holística. Este tipo de estudio cualitativo se distingue por su capacidad para capturar las sutilezas del discurso matemático, las interpretaciones personales y los mecanismos de construcción de significados, aspectos que no pueden ser abordados de manera exhaustiva mediante enfoques cuantitativos. Además, esta perspectiva permite explorar la interacción entre los significados institucionales y personales, las dinámicas de enseñanza-aprendizaje y las trayectorias de comprensión matemática a lo largo del proceso formativo, elementos críticos para evaluar la efectividad de las intervenciones pedagógicas basadas en el EOS. Este enfoque, al privilegiar una visión situada y contextualizada del conocimiento matemático, resulta especialmente adecuado para documentar y analizar experiencias educativas que trascienden la mera transmisión de contenidos, promoviendo una reconstrucción activa y reflexiva del saber algebraico en escenarios profesionalmente significativos.

Fase de configuración epistémica: La fase inicial del proceso formativo se centró en la construcción de configuraciones epistémicas coherentes en torno a objetos fundamentales del Álgebra Lineal —matrices, determinantes, transformaciones lineales, sistemas de ecuaciones, autovalores y autovectores—, desde una perspectiva ontosemiótica (Godino et al., 2007). Esta etapa promovió no solo la comprensión teórica, sino también el análisis funcional y semiótico de los objetos matemáticos, articulando sus usos, reglas de validación y representaciones asociadas.

La elaboración de mapas conceptuales jerárquicos permitió visibilizar relaciones funcionales entre los objetos, como la conexión entre la invertibilidad matricial y la unicidad de soluciones en sistemas lineales (Font et al., 2010; Ruiz Castillo, 2025). Además, se fomentó el tránsito entre diversos registros de representación —numérico, gráfico, algebraico y computacional—, fortaleciendo la flexibilidad semiótica de los estudiantes. Se incorporaron estrategias de reflexión metacognitiva, orientadas a identificar y superar obstáculos semióticos recurrentes, como la confusión entre determinante y rango o la falsa conmutatividad del producto matricial. Estos procesos fueron sistematizados mediante portafolios de aprendizaje individuales. Como señala Ruiz Castillo (2024b), “la ontología y la epistemología matemáticas permiten analizar la existencia de los objetos y la forma en que accedemos a su verdad”, afirmando así el valor filosófico y formativo de esta aproximación epistémica y situada.

Fase de modelación computacional: Tras consolidar la comprensión epistémico-conceptual de los objetos algebraicos, se dio paso a una fase de modelación computacional centrada en la instrumentalización operativa del conocimiento matemático mediante lenguajes de programación de alto nivel (Python, Java o CSharp). Los estudiantes desarrollaron algoritmos modulares para abordar tareas propias del Álgebra Lineal, como el cálculo de determinantes, inversión de matrices, resolución de sistemas lineales, obtención de autovalores y construcción de bases ortogonales. Cada módulo fue acompañado por documentación técnica, incluyendo fundamentos teóricos, pseudocódigo y análisis de posibles errores, lo cual fortaleció el pensamiento computacional crítico y la capacidad de traducir estructuras simbólicas en código funcional. Esta etapa representó, desde el Enfoque Ontosemiótico, una transición entre los planos epistémico-cognitivo y funcional, al permitir operar con objetos matemáticos en entornos semióticos alternativos —como interfaces gráficas o consolas de depuración— donde la semiosis se manifiesta a través del código ejecutable (Ruiz Castillo, 2025). En este sentido, la modelación no solo cumplió una función técnica, sino que actuó como medio para resignificar el saber matemático, alineándolo con escenarios tecnológicos auténticos y profesionalmente pertinentes.

Figura 1

Presentación del sistema creado

Calcular Sistema

Ingrese el mensaje que desea calcar

Nota: En la sección adjunto se puede observar la posición de cada uno de los botones disponibles en el sistema.

Nota: En la sección adjunto se puede observar la posición de cada uno de los botones disponibles en el sistema.

Matriz A:

Definir las dimensiones de la matriz

3x3

Calcular

Fila/Columna	1	2	3
1	0	4	-5
2	1	2	1
3	3	0	1

Calcular

Resultado

Paso 22

Que el botón de fila a columna el mensaje dice lo siguiente "Nota: En la sección adjunto se puede observar la posición de cada uno de los botones disponibles en el sistema."

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

Nota. se hace notar el objeto matemático en cuestión haciendo señalamientos de posibles obstáculos que se encuentre

Fase de aplicación en criptografía: La fase final de la secuencia didáctica se centró en la implementación de algoritmos criptográficos clásicos, integrando el saber algebraico con contextos reales de seguridad informática, altamente pertinentes para la formación en Ingeniería en Sistemas. Esta etapa permitió operacionalizar el Álgebra Lineal mediante subrutinas basadas en transformaciones lineales, operaciones matriciales y congruencias modulares.

Los estudiantes diseñaron tres esquemas fundamentales: (1) cifrado de Hill, mediante productos matriciales modulares; (2) cifrado afín, con funciones lineales modulares $E(x)=(ax+b)\bmod n$; y (3) una versión elemental del algoritmo RSA, sustentada en aritmética modular y exponenciación sobre primos grandes. La validación de resultados, pruebas de robustez y análisis de fallos formaron parte integral de la evaluación formativa. Desde el Enfoque Ontosemiótico, esta fase representó la consolidación de una práctica matemática situada (Godino et al., 2007), en la que los objetos algebraicos adquirieron valor funcional y pragmático en un contexto socialmente relevante. Esta resignificación —donde convergen teoría, técnica y ética— refleja una de las fortalezas del EOS, al proyectar el conocimiento formal hacia prácticas profesionales auténticas y socialmente significativas (Ruiz Castillo, 2025).

Resultados y discusión

La implementación de la secuencia didáctica basada en el Enfoque Ontosemiótico (EOS) propició la elaboración de artefactos matemático-computacionales que funcionaron como evidencia tangible de una práctica situada, interdisciplinaria y funcional. Estos productos demostraron no solo el desarrollo de competencias técnicas, sino también una transición epistémica desde una comprensión instrumental hacia una comprensión estructural y contextualizada del Álgebra Lineal, en consonancia con Tall (2004), y validada desde los planos epistémico-cognitivo y semiótico-institucional.

Las aplicaciones, desarrolladas tanto en entornos gráficos como en consola, integraron teoría matemática y programación mediante funcionalidades como la verificación de la invertibilidad de matrices, la resolución de sistemas lineales por múltiples métodos, el cifrado y descifrado de mensajes usando transformaciones matriciales, y la implementación básica del algoritmo RSA. Estos productos evidenciaron la capacidad de los estudiantes para traducir, operar y resignificar objetos matemáticos en sistemas semióticos computacionales, proyectando su uso hacia contextos reales y profesionalmente relevantes (Godino et al., 2007; Ruiz Castillo, 2025).

Se observó un dominio conceptual del Álgebra Lineal orientado a su operatividad tecnológica, donde nociones como la invertibilidad adquirieron sentido en la lógica del cifrado. Asimismo, se identificó una transición fluida entre registros semióticos, movilizando saberes desde el lenguaje algebraico al computacional y reconociendo equivalencias semióticas entre fórmulas simbólicas y estructuras algorítmicas (Godino, Batanero, & Font, 2007). Esta flexibilidad se vio fortalecida por la documentación técnica que acompañó cada desarrollo, consolidando la argumentación matemática en escenarios computacionales.

La apropiación significativa del conocimiento se evidenció en el uso contextualizado de propiedades como la no conmutatividad del producto matricial o la relación entre el rango y la existencia de soluciones únicas. Esta apropiación fue acompañada por una integración

interdisciplinaria efectiva que articuló contenidos de Álgebra Lineal, Teoría de Números, estructuras modulares y fundamentos de seguridad informática, en consonancia con el perfil profesional del ingeniero en sistemas.

A nivel epistémico y formativo, se alcanzó la producción de conocimiento funcional, entendido como la emergencia de objetos matemáticos con aplicabilidad real y proyección profesional. Como señala Ruiz Castillo (2025), esta funcionalidad representa uno de los criterios centrales del EOS, en tanto permite que el conocimiento matemático se inserte en prácticas socialmente significativas. En varios casos, los estudiantes visualizaron sus desarrollos como posibles proyectos de graduación. Además, el uso de diarios de aprendizaje y espacios de retroalimentación grupal fomentó una actitud reflexiva y metacognitiva, permitiendo resignificar conceptos tradicionalmente percibidos como abstractos —como las matrices o los determinantes— al aplicarlos en esquemas de cifrado. Este proceso, tal como lo indica Font et al. (2010), consolida al EOS como un enfoque que favorece la reconstrucción activa del saber matemático. En conjunto, los logros alcanzados trascienden la validación evaluativa tradicional y confirman la capacidad del EOS para articular teoría, técnica y profesionalismo en una propuesta formativa integral, en la cual los objetos matemáticos se transforman en herramientas de acción, innovación y solución de problemas reales.

El EOS como mediador en la construcción significativa: El Enfoque Ontosemiótico (EOS) se erigió, en esta experiencia formativa, como un marco epistémico, metodológico y axiológico integrador, capaz de mediar de forma eficaz entre la abstracción formal del Álgebra Lineal y su funcionalidad en contextos aplicados. Su implementación permitió una relectura crítica de los objetos matemáticos, resignificándolos desde una lógica situada, semiótica y pragmática, tanto para el docente como para los estudiantes. Una de sus contribuciones más notables fue la visibilización y tratamiento de conflictos semióticos persistentes —como los asociados a la invertibilidad, independencia lineal, diagonalización o autovalores— que, pese a su centralidad estructural, suelen generar rupturas cognitivas en la comprensión estudiantil (Godino et al., 2007). Mediante el EOS, conceptos tradicionalmente abordados de forma estática fueron recontextualizados: por ejemplo, la invertibilidad se entendió como condición necesaria para el descifrado en el cifrado de Hill, y la diagonalización como herramienta para simplificar potencias de matrices en algoritmos iterativos.

Esta resignificación conceptual se articuló a través de las tres configuraciones fundamentales del EOS: epistémica, cognitiva y funcional. En la primera, se abordaron definiciones, propiedades y relaciones formales; en la segunda, se consideraron los significados personales e intuiciones previas de los estudiantes; y en la tercera, los objetos matemáticos se dotaron de valor operativo al insertarse en prácticas reales como la construcción de software criptográfico (Font, Godino, & Wilhelmi, 2010). La interacción entre estos planos propició una transición semiótica compleja, en la cual los estudiantes lograron desplazarse entre registros simbólicos, computacionales, gráficos y verbales, desarrollando una comprensión genuina del conocimiento matemático. Esta capacidad de traducción semiótica es esencial para la formación de ingenieros que deben convertir problemas reales en soluciones algorítmicas eficaces. El EOS permitió asimismo enmarcar la enseñanza del Álgebra Lineal como una práctica matemática situada, orientada a la resolución de problemas relevantes. Coincidiendo con Ruiz Castillo (2025), se sostuvo que la matematización adquiere sentido cuando el estudiante reconstruye activamente los objetos desde su uso y aplicación, más allá de la memorización formal. En este marco, la modelación computacional operó como catalizador para una nueva relación con la matemática, donde los estudiantes pasaron de ser ejecutores a validadores de conocimiento, incorporando reflexividad, precisión técnica y argumentación fundamentada.

Desde una perspectiva didáctica, el EOS sirvió no solo como instrumento interpretativo, sino como guía de diseño instruccional, permitiendo estructurar prácticas con alta idoneidad epistémica, cognitiva y tecnológica (Godino & Wilhelmi, 2006). La elaboración del software cifrador y los módulos de resolución de sistemas fungieron como dispositivos evaluativos que integraron teoría, técnica y sentido profesional. El EOS promovió una valoración ética y social del conocimiento matemático, al insertar la criptografía en el debate sobre la seguridad digital, la privacidad de los datos y la responsabilidad técnica. Esta dimensión axiológica confirió al proceso formativo una profundidad humanizante, articulando el saber matemático con sus implicaciones sociales. En síntesis, el EOS actuó como un mediador integral de la construcción significativa, transformando no solo el rendimiento académico, sino también el rol epistémico del estudiante, quien emergió como sujeto activo, crítico y competente en la producción de conocimiento matemático con sentido social y tecnológico.

Conclusión

La experiencia formativa documentada valida de manera contundente la pertinencia teórica, metodológica y pedagógica del Enfoque Ontosemiótico (EOS) como un marco integral para la enseñanza de contenidos matemáticos complejos en entornos universitarios tecnológicamente orientados, como la Ingeniería en Sistemas. Su implementación no solo transformó la organización de la planificación didáctica, sino que reconfiguró la vivencia del aprendizaje matemático, promoviendo un tránsito profundo desde la formalización simbólica hacia la construcción funcional, contextualizada y significativa de los objetos matemáticos. El enfoque ontosemiótico facilita la identificación de sub-competencias específicas dentro del conjunto de competencias requeridas para el análisis e intervención didáctica en matemáticas, lo que contribuye significativamente a la formación y desarrollo profesional de los docentes en esta disciplina (Godino, Giacomone, Batanero, & Font, 2017).

Uno de los hallazgos clave fue la constatación de que la modelación computacional, articulada bajo los principios del EOS, potencia el desarrollo de un pensamiento matemático adaptable, capaz de traducir conceptos abstractos en estructuras algorítmicas operables, alineadas con situaciones reales de diseño y resolución de problemas. En este sentido, la matemática dejó de ser una actividad desanclada para convertirse en un proceso vivo de producción de conocimiento profesionalmente relevante. Asimismo, el EOS demostró ser una herramienta analítica y didáctica robusta para diagnosticar y abordar los obstáculos epistemológicos, cognitivos y semióticos que obstaculizan la apropiación significativa del Álgebra Lineal. Mediante el análisis de prácticas, objetos y representaciones, y el uso estratégico de registros múltiples, se facilitó la reconstrucción epistémica del conocimiento, en concordancia con lo planteado por Godino et al. (2007).

Desde una perspectiva pragmática y formativa, se evidenció que el conocimiento matemático adquiere valor epistémico, instrumental y social cuando se inserta en contextos de uso reales, como la criptografía. Este campo permitió resignificar nociones clásicas —como matrices, transformaciones y sistemas lineales— al dotarlas de sentido funcional en problemáticas vinculadas con la seguridad digital, la privacidad y la ingeniería de datos, promoviendo así la formación de profesionales técnicamente competentes y éticamente comprometidos.

El EOS no solo aporta elementos para comprender cómo se construye el conocimiento matemático, sino que también ofrece herramientas para diseñar ambientes de aprendizaje con alta idoneidad epistémica, cognitiva, mediacional y ecológica, atendiendo tanto al contenido como a los recursos tecnológicos, las condiciones institucionales y los saberes previos de los estudiantes (Font et al., 2010). Se concluye que este modelo educativo es escalable, replicable y transferible a otras asignaturas del área tecnológica, tales como cálculo vectorial, ecuaciones diferenciales o estadística computacional, con potencial para proyectarse más allá del aula hacia espacios de innovación digital, producción científica y pensamiento crítico interdisciplinar. En suma, el EOS constituye una vía fecunda para articular el saber matemático con los desafíos del siglo XXI, promoviendo un aprendizaje humanizado, autónomo y transformador, e instalando una práctica docente reflexiva y epistémicamente fundamentada.

Referencias

- AFont, V., Godino, J. D., & Wilhelmi, M. R. (2010). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, 42(5), 597–609. <https://doi.org/10.1007/s11858-010-0260-2>
- Godino, J. D., Batanero, C., & Font, V. (2007). Fundamentos de la Didáctica de la Matemática. Departamento de Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada. https://www.ugr.es/~jgodino/edumat-maestros/manual/1_Fundamentos.pdf
- Godino, J. D., & Wilhelmi, M. R. (2006). Una aproximación ontosemiótica al conocimiento didáctico-matemático del profesor. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 9(Extra), 219–252. <https://www.redalyc.org/pdf/335/33511978012.pdf>
- 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>
- Ruiz Castillo, J. C. (2021). 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]. Repositorio USAC. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/12/12_0459.pdf
- Ruiz Castillo, J. C. (2024a). La filosofía de las matemáticas: desde la ontología y epistemología hasta la pedagogía escolar. *Revista Científica Avances en Ciencia y Docencia*, 1(1), 37–46. <https://doi.org/10.70939/revistadiged.v1i1.4>
- Ruiz Castillo, J. C. (2024b). El rol fundamental de las matemáticas en la educación primaria: construyendo bases sólidas para el futuro. *Revista Diversidad Científica*, 4(2), 139–152. <https://doi.org/10.36314/diversidad.v4i2.136>

Ruiz Castillo, J. C. (2025). Aplicación del enfoque ontosemiótico y la incidencia en el estudio de la conjetura de Collatz desde las ciencias de la complejidad [Tesis doctoral, Universidad de San Carlos de Guatemala]. https://drive.google.com/file/d/1LZck3ra227nzb1pJVSk8v4ByM6WcHKjd/view?usp=drive_link

Tall, D. (2004). Thinking through three worlds of mathematics. Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 4, 281–288. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED489538.pdf>

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

Financiada 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

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

Derechos de autor

Copyright© 2025. Carlos Ruiz Juan Castillo.

Este texto está protegido por la
[Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



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](#)