

## Análisis de la competencia matemática universitaria desde el enfoque ontológico semiótico

*Analysis of university-level mathematical competence from the ontosemiotic approach*

 Jeanette Baldramina González Castro <sup>1</sup>

 José Edmundo Esparta Rodríguez <sup>2</sup>

 Jexy Arturo Reyna Medina <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional del Santa. Chimbote, Perú  
Correo: [gonzalez.jeanette@gmail.com](mailto:gonzalez.jeanette@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidad San Ignacio de Loyola. Lima, Perú  
Correo: [jesparta@usil.edu.pe](mailto:jesparta@usil.edu.pe)

<sup>3</sup>Universidad San Ignacio de Loyola. Lima, Perú  
Correo: [jreyna@usil.edu.pe](mailto:jreyna@usil.edu.pe)

### Resumen

**Contexto:** La evaluación de la competencia matemática universitaria requiere marcos teóricos que articulen significados y prácticas. **Objetivo:** Analizar perfiles de competencia matemática en estudiantes de segundo ciclo de una universidad privada de Lima mediante las herramientas del enfoque ontosemiótico. **Método:** Se adoptó un enfoque cualitativo con diseño de estudio de caso e interpretación hermenéutica. Participaron 129 estudiantes, de los cuales 77 completaron dos evaluaciones escritas sobre derivada y derivada parcial en contexto económico. Los datos se analizaron mediante configuración epistémica y procedimientos de codificación de la teoría fundamentada, y se clasificaron con el algoritmo K-means. **Resultados:** Se describieron perfiles y conflictos por situación. No se acreditó equivalencia entre los vectores de seis y diez habilidades. Sin frecuencias ni transiciones emparejadas, no se estableció progreso entre evaluaciones. **Conclusiones:** El enfoque ontosemiótico permitió describir patrones grupales y conflictos semióticos recurrentes.

**Palabras clave:** Competencia matemática; Educación superior; Enfoque ontológico semiótico; Evaluación escrita; Función semiótica

### Abstract

**Context:** The evaluation of university-level mathematical competence requires theoretical frameworks that articulate meanings and practices. **Objective:** To analyze mathematical competence profiles in second-cycle students at a private university in Lima using the tools of the ontosemiotic approach. **Method:** A qualitative approach was adopted with a case study design and hermeneutic interpretation. A total of 129 students participated, of which 77 completed two written assessments on derivatives and partial derivatives in an economic context. Data were analyzed through epistemic configuration and grounded theory coding procedures, and classified using the K-means algorithm. **Results:** Profiles and conflicts were described by situation. No equivalence was found between the vectors of six and ten skills. Without frequencies or paired transitions, no progress was established between assessments. **Conclusions:** The ontosemiotic approach allowed for the description of group patterns and recurring semiotic conflicts.

**Keywords:** Mathematical competence; Higher education; Onto-Semiotic Approach; written assessment; Semiotic function

### Cómo citar:

González Castro, J. B., Esparta Rodríguez, J. E., & Reyna Medina, J. A. (2026). Análisis de la competencia matemática universitaria desde el enfoque ontológico semiótico. *Revista de Educación Simón Rodríguez*, 6(13), 1–16. <https://doi.org/10.62319/simonrodriguez.v.6i13.249>

## Introducción

La competencia matemática en la educación superior constituye un objeto de investigación consolidado a escala internacional, pues integra conocimientos, habilidades y actitudes para resolver situaciones contextualizadas. De acuerdo con [Godino et al. \(2024\)](#), la perspectiva ontológica semiótica ofrece un sistema de nociones que articula prácticas, objetos y procesos para comprender dicha competencia más allá del rendimiento puntual. Asimismo, este marco permite distinguir significados personales e institucionales y explicar divergencias en la actividad matemática, su adopción resulta pertinente para describir perfiles grupales; el fundamento teórico no valida por sí solo la medición o el agrupamiento local.

Por otra parte, el análisis de conexiones matemáticas en torno a la derivada ha mostrado que los estudiantes establecen vínculos parciales entre representaciones gráficas, simbólicas y contextuales. Según [Rodríguez-Nieto et al. \(2023\)](#), la combinación de la teoría de conexiones con el enfoque ontológico semiótico revela calidades diferenciadas de conexión al relacionar una función con su derivada. De manera similar, estos hallazgos sugieren que la interpretación de la razón de cambio exige coordinar objetos conceptuales y procedimentales. Evaluar dicha coordinación puede aportar evidencia sobre el desempeño en tareas específicas, sin demostrar equivalencia entre las dos situaciones económicas locales.

Además, la modelización matemática entendida como actividad cognitiva y ontológico semiótico permite observar cómo emergen objetos y significados durante la resolución. Desde la perspectiva de [Ledezma et al. \(2023\)](#), el seguimiento conjunto de procesos cognitivos y configuraciones epistémicas enriquece la descripción de la actividad de modelizar en el aula. Adicionalmente, este doble lente facilita identificar transiciones entre el contexto extramatemático y el trabajo matemático. En esta línea, el presente estudio adopta dicha sensibilidad para examinar respuestas escritas a problemas económicos que involucran derivadas.

En relación con la complejidad de objetos específicos, el caso de la integral definida ilustra la densidad de significados que un concepto concentra y la necesidad de un análisis fino. Para [Burgos et al. \(2021\)](#), la caracterización ontológica semiótica de la integral permite reconocer estratos epistémicos y conflictos potenciales de interés didáctico. De acuerdo con este planteamiento, un procedimiento similar resulta aplicable a la derivada ordinaria y parcial. Bajo este enfoque teórico, la configuración epistémica anticipa los objetos primarios que la tarea moviliza y orienta la lectura de las producciones estudiantiles.

Adicionalmente, la conexión entre prácticas cotidianas y matemáticas académicas ha sido explorada desde redes entre etnomatemática, educación STEAM y enfoque globalizado. En palabras de [Rodríguez-Nieto y Alsina \(2022\)](#), dicha articulación amplía la noción de conexión y muestra su presencia en actividades diarias más allá del aula. A partir de este enfoque, el análisis de problemas contextualizados en economía cobra sentido como vía para examinar significados implementados por estudiantes universitarios, sin que la contextualización garantice validez o aprendizaje.

También la calidad de las conexiones intramatemáticas al resolver tareas sobre la derivada varía según la experiencia y la formación previa. En particular, [Rodríguez-Nieto et al. \(2021\)](#)

exponen que los estudiantes mexicanos universitarios exhiben niveles heterogéneos al vincular definiciones, reglas y gráficas en torno a dicho objeto. La heterogeneidad descrita invita a examinar la comprensión de la razón de cambio, sin atribuir a la fuente un efecto específico de aprobar el primer curso. En conjunto, tal heterogeneidad justifica describir perfiles por tarea en dos momentos de evaluación institucional.

En este sentido, el razonamiento estadístico inferencial del profesorado durante la virtualidad pandémica evidenció fragilidades conceptuales en esa población, distintas de las derivadas presenciales examinadas aquí. Al respecto [Lugo-Armenta y Pino-Fan \(2021\)](#) señalaron que las experiencias en contextos virtuales generados por la pandemia mostraron dificultades persistentes en la interpretación de nociones básicas. Igualmente, dicho antecedente subraya la importancia de instrumentos escritos que hagan visibles los significados atribuidos. El presente trabajo aprovecha evaluaciones institucionales presenciales para registrar habilidades y conflictos dentro del desarrollo regular del curso, sin un diseño experimental o un grupo de comparación.

El análisis ontológico semiótico de materiales curriculares ha permitido valorar la pertinencia de recursos como el material multibase en primaria chilena. Dicho examen revela desajustes entre significados pretendidos y efectivamente promovidos por los textos ([Morales-García y Díaz-Levicoy, 2022](#)). De manera análoga, en el nivel universitario conviene contrastar la configuración epistémica de referencia con las respuestas reales. El antecedente de textos de primaria ofrece una analogía metodológica, sin validar las dos evaluaciones universitarias. Esta comparación permite proponer ajustes de enseñanza centrados en facetas epistémica y cognitiva antes que en la mera calificación.

En el marco de la formación de ingenieros, las conexiones al resolver problemas con vectores muestran la utilidad del análisis ontológico semiótico en carreras no matemáticas. En el estudio de [Rodríguez-Nieto et al. \(2024\)](#), los estudiantes colombianos de ingeniería activan conexiones de distinto tipo cuya calidad puede describirse sistemáticamente. Este precedente fundamenta una posible adaptación de la metodología a cursos de servicio como matemática del segundo ciclo. En consecuencia, describir categorías de habilidades en dos situaciones problema aporta un mapa útil para la docencia universitaria.

Finalmente, la reflexión filosófica reciente sobre el enfoque ontológico semiótico precisa su alcance y sus compromisos epistemológicos para la educación matemática. Esta clarificación fortalece la coherencia entre problema epistemológico, ontológico y didáctico dentro del programa de investigación ([Godino, 2023](#)). A partir de este planteamiento, el estudio propone articular función semiótica, procedimientos de codificación y clasificación grupal para describir perfiles de competencia; la novedad de esta articulación requiere una búsqueda delimitada de antecedentes. Por tanto, el objetivo fue analizar perfiles de competencia matemática en estudiantes de una universidad privada de Lima mediante las herramientas de enfoque ontológico semiótico.

Cabe resaltar que la articulación de facetas epistemológica, cognitiva e instruccional define un marco integral para estudiar la enseñanza y el aprendizaje ([Godino et al., 2007](#)). Asimismo, dicha arquitectura justifica el uso conjunto de configuración didáctica e idoneidad como

horizonte interpretativo. En consecuencia, la presente propuesta metodológica se inscribe explícitamente en esa genealogía teórica y la operacionaliza para el diagnóstico grupal.

## Método

En primer lugar, la población estuvo integrada por estudiantes matriculados en el curso de matemática del segundo ciclo de una universidad privada de Lima. De acuerdo con los registros institucionales, el conjunto inicial comprendió un total amplio de participantes activos durante el semestre. Asimismo, la muestra analítica final quedó conformada por quienes completaron las dos evaluaciones escritas institucionales. En consecuencia, el criterio operativo garantizó datos completos para comparar el desempeño en dos momentos del ciclo académico.

Por otra parte, el muestreo siguió una lógica cualitativa por saturación, propia de estudios interpretativos con teoría fundamentada. Adicionalmente, la agrupación por afinidad de significados permitió saturar las formas de resolver cada situación. En esta línea, el tamaño resultante equilibra profundidad analítica y viabilidad del examen detallado de configuraciones epistémicas.

Asimismo, se aplicaron criterios de inclusión que exigieron matrícula activa, aprobación del primer curso de matemática y participación en ambas pruebas institucionales. Por otra parte, los criterios de exclusión descartaron los casos con asistencia a una sola evaluación por presentar información incompleta para el análisis del desarrollo. También, se excluyeron producciones ilegibles o sin vínculo con la tarea propuesta. En suma, estas decisiones resguardaron la comparabilidad longitudinal y evitaron atribuir trayectorias a partir de observaciones aisladas.

Adicionalmente, las características relevantes incluyeron heterogeneidad de aulas y de docentes respecto al ciclo previo, pues el profesor del segundo ciclo no coincidió con el del primero. Los contenidos resultaron secuenciales, con la derivada como prerrequisito para funciones de varias variables e integrales. Este contexto institucional típico de cursos de servicio en universidades privadas favorece su pertinencia contextual, sin garantizar validez. Por tanto, los hallazgos reflejan condiciones reales de evaluación y un contexto no experimental; el número de docentes y aulas, la enseñanza y la retroalimentación entre aplicaciones deben documentarse.

En cuanto al tipo y diseño, la investigación fue aplicada, con enfoque cualitativo y alcance descriptivo orientado a proponer una ruta metodológica. El diseño correspondió al estudio de caso centrado en un curso universitario y sus evaluaciones escritas. Además, se adoptó el método hermenéutico para descubrir, comprender e interpretar significados en las producciones. Bajo este enfoque teórico, el enfoque ontológico semiótico operó como marco interpretativo de categorías analíticas, sin manipulación de una variable independiente ni estimación de efectos causales.

En esta línea, la variable independiente se definió como el conjunto de nociones y herramientas del enfoque ontológico semiótico, en especial configuración epistémica, función

semiótica y conflicto semiótico. Por otra parte, la variable dependiente se definió como el desarrollo de la competencia matemática, entendido como la movilización progresiva de habilidades, conocimientos y actitudes para resolver tareas. Según el modelo adoptado, dicho desarrollo se evidencia en el logro y en la proximidad a descriptores de niveles. En consecuencia, el análisis vinculo significados implementados con categorías de desempeño personal.

Respecto a técnicas e instrumentos, se empleó el análisis documental de evaluaciones escritas institucionales mediante dos situaciones problema contextualizadas en economía. La primera situación planteó la interpretación de la derivada del costo al producir cierta cantidad de onzas de oro. La segunda situación planteó la interpretación de la derivada parcial de la producción respecto al capital, con mano de obra constante. Asimismo, cada tarea demandó reconocer variables, unidades, valores iniciales y variaciones aproximadas. De este modo, las tareas se orientaron a examinar significados lingüísticos, conceptuales, procedimentales y argumentativos. Los enunciados íntegros, datos, unidades, consignas, tiempos, medios permitidos y soluciones institucionales no se presentan, lo que limita revisar su corrección, dificultad y correspondencia.

En relación con la validez y confiabilidad cualitativa, la configuración epistémica de referencia se construyó a priori desde la perspectiva institucional con participación experta. Además, la codificación abierta, axial y selectiva según teoría fundamentada aseguro trazabilidad entre fragmentos textuales, habilidades y categorías. También, la triangulación entre función semiótica y partición de textos redujo inferencias arbitrarias. En conjunto, este encadenamiento otorgo credibilidad y dependencia al vincular cada habilidad con evidencia textual específica.

Sobre las consideraciones éticas, el estudio utilizó pruebas institucionales regulares sin alterar calificaciones ni exponer identidades personales. Los estudiantes fueron codificados de forma anonimizada para el análisis y la presentación de ejemplos. Además, se contó con autorización de la coordinación del curso y se respetó la normativa universitaria sobre uso secundario de evaluaciones con fines de mejora. En síntesis, la participación no implicó riesgos adicionales y los resultados se orientaron al perfeccionamiento didáctico.

A continuación, el procedimiento se organizó en fases secuenciales claramente delimitadas. En la primera fase se elaboró el marco epistémico y didáctico de referencia del curso y se definieron contenidos. En la segunda fase se insertaron las situaciones problema en las evaluaciones de la primera semana y de la octava semana. En la tercera fase se transcribieron y agruparon respuestas por afinidad hasta la saturación. En la cuarta fase se aplicó la codificación fundamentada y se construyeron configuraciones adaptadas. Finalmente, se ejecutó la clasificación grupal y su contraste con calificaciones.

Por último, el análisis de datos combinó técnicas cualitativas y un procedimiento cuantitativo auxiliar de agrupamiento. La dimensión cualitativa comprendió identificación de objetos primarios, funciones semióticas y conflictos, seguida de categorización. La dimensión cuantitativa empleó el algoritmo K-means con tres conglomerados sobre vectores de habilidades dicotomizadas o graduadas. Asimismo, se calcularon promedios de calificación

por conglomerado solo como referente externo. En general, no se plantearon pruebas de significancia, pues el propósito fue describir patrones y trayectorias grupales.

Por tanto, la unidad de análisis quedó definida por dos situaciones contextualizadas aplicadas en momentos institucionales distintos. La primera abordó la derivada ordinaria en un escenario de costos mineros. La segunda abordó la derivada parcial en un escenario de producción con dos insumos. Asimismo, ambas tareas compartieron la demanda de interpretar valores numéricos en lenguaje económico.

En este sentido, la configuración epistémica de referencia de la primera situación identificó variables independiente y dependiente, así como la razón de cambio evaluada. De manera similar, se emplearon representaciones tabulares y aproximaciones por incrementos unitarios. Adicionalmente, se anticiparon lenguajes coloquial y simbólico, conceptos de función y derivada, procedimientos de diferencia cociente y argumentos sobre dependencia. En conjunto, este marco permitió contrastar producciones reales con expectativas institucionales.

Asimismo, el examen de respuestas afines en la primera situación reveló tres conglomerados cualitativos de significados. Un primer conjunto tendió a leer la igualdad como equivalencia entre cantidad producida y monto monetario. Un segundo conjunto avanzó hacia la decodificación literal de la derivada sin desarrollar la idea de variación. Un tercer conjunto incorporó la noción de costo marginal con referencia a la unidad adicional. Por tanto, cada conjunto muestra perfiles diferenciados de reconocimiento de variables y unidades.

Adicionalmente, la codificación fundamentada de la primera situación generó un vector de habilidades depurado para la clasificación. Las habilidades vinculadas a conflictos persistentes fueron separadas del vector operativo. Las restantes expresaron reconocimiento de variables, transcripción simbólica e identificación de valores y variaciones.

La configuración de referencia de la segunda situación destacó dos variables independientes y una dependiente, junto con la noción de derivada parcial. De acuerdo con el análisis institucional, la tarea exigió mantener constante un insumo mientras varía el otro. También, previendo la expresión tabular de escenarios y la aproximación del incremento productivo. En general, la demanda combinó lectura simbólica y explicación contextual del efecto marginal.

El encuadre metodológico del enfoque ontológico semiótico se completó con la elaboración del marco epistémico y didáctico de referencia del curso. Dicho marco sistematizó contenidos previos, secuencias y significados institucionales pretendidos antes de la primera evaluación. Asimismo, este paso permitió anticipar objetos primarios y conflictos plausibles en cada situación. En consecuencia, la comparación posterior entre lo esperado y lo implementado adquirió un criterio público y revisable por otros docentes del área.

Finalmente, el procesamiento de la recolección contempló tres etapas encadenadas con control de calidad. En la primera etapa se ordenó la dimensión normativa y se registraron condiciones de aplicación. En la segunda etapa se construyó la configuración ontológico semiótico de cada tarea desde la mirada experta. En la tercera etapa se ejecutó la codificación según teoría fundamentada con verificación doble de fragmentos. Esta cadena aseguró que ninguna categoría emergiera sin anclaje textual directo.

## Resultados

En primer lugar, la unidad de análisis quedó definida por dos situaciones contextualizadas aplicadas en momentos institucionales distintos. La primera abordó la derivada ordinaria en un escenario de costos mineros. La segunda abordó la derivada parcial en un escenario de producción con dos insumos. Asimismo, ambas tareas compartieron la demanda de interpretar valores numéricos en lenguaje económico. A continuación, se presenta la síntesis de dichas situaciones en la Tabla 1.

**Tabla 1.** *Situaciones problema analizadas en la evaluación escrita*

| Situación | Objeto central                                | Contexto                                | Demanda principal                                           |
|-----------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1         | Derivada ordinaria de función de una variable | Costo de producir onzas de oro          | Interpretar el valor de la razón de cambio en un nivel dado |
| 2         | Derivada parcial de función de dos variables  | Producción según mano de obra y capital | Interpretar el incremento aproximado al variar el capital   |

Por otra parte, la configuración epistémica de referencia de la primera situación identificó variables independiente y dependiente, así como la razón de cambio evaluada. De manera similar, se previeron representaciones tabulares y aproximaciones del cambio ante incrementos pequeños, con la precisión requerida para una diferencia finita. Adicionalmente, se anticiparon lenguajes coloquial y simbólico, conceptos de función y derivada, procedimientos de diferencia cociente y argumentos sobre dependencia. En conjunto, este marco permitió contrastar producciones reales con expectativas institucionales.

Asimismo, el examen de respuestas afines en la primera situación reveló tres grupos interpretativos de significados. Un primer conjunto tendió a leer la igualdad como equivalencia entre cantidad producida y monto monetario. Un segundo conjunto avanzó hacia la decodificación literal de la derivada sin desarrollar la idea de variación. Un tercer conjunto incorporó la noción de costo marginal como aproximación ante una unidad adicional, sujeta al modelo y punto de evaluación. Cada conjunto describe perfiles de reconocimiento de variables y unidades; faltan fragmentos literales anonimizados, códigos y cantidades por perfil para verificar la cadena de interpretación.

Adicionalmente, la codificación fundamentada de la primera situación generó un vector de habilidades depurado para la clasificación. Se informa que se separaron habilidades vinculadas a conflictos persistentes, sin identificar cuáles. La permanencia de C6 requiere aclarar la regla de exclusión y sus efectos, sin eliminar conflictos del análisis cualitativo. Las restantes expresaron reconocimiento de variables, transcripción simbólica e identificación de valores y variaciones, como se ilustra en la Tabla 2. La lista no especifica reglas de presencia, graduación, ejemplos o frecuencias para construir las columnas de la matriz.

**Tabla 2.** *Vector operativo de habilidades de la situación problema 1*

| Código | Habilidad                                           |
|--------|-----------------------------------------------------|
| C1     | Reconoce la variable producción y su unidad         |
| C2     | Reconoce la variable costo y su unidad              |
| C3     | Transcribe la ecuación con objetos pertinentes      |
| C4     | Identifica el nivel inicial de producción           |
| C5     | Identifica la unidad adicional posterior o anterior |
| C6     | Describe el cambio aproximado del costo             |

En relación con la segunda situación reflejada en la Tabla 3, la configuración de referencia destaca dos variables independientes y una dependiente, junto con la noción de derivada parcial. De acuerdo con el análisis institucional, la tarea exigió mantener constante un insumo mientras varía el otro. También, se previendo la expresión tabular de escenarios y la aproximación del incremento productivo. En síntesis, la demanda combinó lectura simbólica y explicación contextual del efecto marginal.

De manera similar, las respuestas a la segunda situación mostraron diversidad en el tratamiento de insumos y productos. Algunos escritos vincularon tiempo con mano de obra o ganancia con inversión sin precisar relaciones. Otros reconocieron unidades y valores iniciales, pero sin articular la condición de constancia. Un subconjunto logró describir el aumento aproximado manteniendo el otro factor fijo. En general, estos matices revelaron grados distintos de coordinación entre lenguaje, conceptos y procedimientos.

A su vez la codificación de la segunda situación produjo un vector más amplio que integro reconocimiento de unidades, discriminación conceptual y descripción de variaciones. Las habilidades asociadas a la mera lectura literal fueron distinguidas de aquellas que expresan comprensión relacional. Dicho vector constituyó la base para la comparación longitudinal.

**Tabla 3.** *Vector operativo de habilidades de la situación problema 2*

| Código | Habilidad                                    |
|--------|----------------------------------------------|
| C1     | Unidad del capital                           |
| C2     | Unidad de la mano de obra                    |
| C3     | Unidad de la producción                      |
| C4     | Discrimina función de productividad marginal |
| C5     | Decodifica la ecuación parcial               |
| C6     | Valor inicial del capital                    |
| C7     | Variación del capital                        |
| C8     | Valor inicial de la mano de obra             |
| C9     | Condición constante del trabajo              |
| C10    | Incremento aproximado de la producción       |

También, la ilustración del nivel de competencia personal mediante un caso mostro la combinación de logros y ausencias por habilidad. El ejemplo seleccionado evidencio dominio en reconocimiento de unidades y valores, junto con vacíos en discriminación conceptual y decodificación. Dicha matriz hizo visible el carácter multidimensional del desempeño. En la Tabla 4 se expone dicho ejemplo con fines descriptivos.

**Tabla 4.** *Ejemplo de matriz de competencia personal en la situación 2*

| Caso              | Logradas                                            | No evidenciadas                                             |
|-------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Caso seleccionado | Unidades, valores iniciales, variación e incremento | Discriminación función-derivada y decodificación relacional |

En suma, la aplicación del algoritmo de agrupamiento con tres conglomerados ordeno a la cohorte según el grado de cumplimiento por situación. La primera aplicación mostro predominio de perfiles intermedios e iniciales con presencia minoritaria de perfiles destacados. La segunda aplicación mostro desplazamiento hacia perfiles destacados e intermedios con reducción del segmento inicial. En conjunto, en la Tabla 5 se observa la comparación entre momentos, la cual sugirió trayectorias diferenciadas sin atribuir causalidad a intervenciones puntuales.

**Tabla 5.** *Distribución de estudiantes por conglomerado en ambas situaciones a partir de K-means*

| Conglomerado | Nivel      | Tendencia        |
|--------------|------------|------------------|
| Grupo 1      | Eficiente  | Aumento          |
| Grupo 2      | En proceso | Disminución leve |
| Grupo 3      | En inicio  | Disminución      |

Finalmente, el contraste entre conglomerados y promedios de calificación se describe como una correspondencia general, pero no se presentan notas, escala, umbral de aprobación, ni dispersión por grupo y momento. Sin esos datos no se verifica la asociación ni la independencia del referente de calificación. Por último, esta coexistencia descriptiva no sustituye el análisis cualitativo de significados que fundamenta la propuesta metodológica.

Por último, la lectura conjunta de ambas situaciones reveló un conflicto semiótico transversal ligado a la interpretación de igualdades con derivadas. Dicho patrón emergió en producciones de distinto nivel y en ambas tareas con matices propios. Asimismo, la recurrencia descrita orienta una hipótesis sobre dificultades de variación, sin demostrar resistencia temporal generalizada. Se necesitan fragmentos de ambas tareas y contraejemplos que distingan blanco, error simbólico y conflicto interpretativo. En esta línea, su documentación sistemática orienta prioridades para la intervención didáctica futura sin anticipar juicios valorativos en esta sección.

En general, el análisis de dos situaciones contextualizadas sobre derivadas reveló tres conglomerados de significados en la primera y diversos grados de coordinación conceptual en la segunda. Además, se identificaron habilidades operativas mediante codificación

fundamentada, destacando vacíos en discriminación y decodificación relacional. Asimismo, el agrupamiento K-means aportó etiquetas interpretativas por situación, cuya distribución, estabilidad y relación con notas no pueden comprobarse con las tablas presentadas; no se acredita desplazamiento entre niveles equivalentes. Sin embargo, persistió un conflicto semiótico transversal en la interpretación de igualdades con derivadas, vinculado a la noción de variación, lo que orienta prioridades para intervenciones didácticas futuras.

## Discusión

En primer lugar, la pertinencia del enfoque ontológico semiótico para describir el desarrollo grupal encuentra respaldo en su formulación más reciente como programa consolidado. Según [Godino \(2022\)](#), la emergencia y el estado actual de esta perspectiva confirman su capacidad para articular dimensiones epistémica, cognitiva e instruccional en un mismo análisis. Asimismo, dicha articulación explica porque la clasificación por habilidades resulto informativa más allá de la nota. En consecuencia, la propuesta metodológica se sostiene sobre un marco cuya vigencia teórica continua en expansión.

Por otra parte, la persistencia de errores en torno a la integral definida como obstáculo para la competencia guarda paralelismo con lo observado en la derivada. Para [Quiroz Lima et al. \(2022\)](#), los errores frecuentes en dicho tema limitan la movilización de significados y reducen la eficacia resolutoria en estudiantes universitarios. En este estudio se interpreta una confusión entre función y razón de cambio, sin que el antecedente sobre integral definida pruebe el mismo mecanismo causal local, donde la atención a errores específicos constituye una vía didáctica prioritaria.

Asimismo, la distinción entre significado institucional y personal permite comprender la brecha entre la configuración de referencia y las respuestas registradas. Esta distinción expone el análisis de la cognición matemática en términos de sistemas de prácticas compartidos y apropiaciones individuales ([Godino y Batanero, 1994](#)). Los tres perfiles cualitativos identificados ilustran grados de apropiación del objeto derivada, y el dispositivo de categorías traduce dicha distinción en niveles operativos.

En relación con la lectura literal de la igualdad simbólica, la noción temprana de enfoque ontológico y semiótico ya advertía sobre la complejidad de la cognición matemática. En palabras de [Godino \(2002\)](#), la comprensión de un objeto exige coordinar expresiones, conceptos y procedimientos en circunstancias específicas, pues decodificar no equivale a comprender. A partir de este enfoque, el grupo que solo transcribe la ecuación ejemplifica un nivel elemental de funcionamiento semiótico.

Igualmente, la herramienta de función semiótica ofrece un criterio preciso para describir como un texto remite a un contenido bajo un código interpretativo. De manera similar, Godino, propone una interpretación del conocimiento en términos de correspondencias establecidas por un sujeto ([Godino, 2003](#)). También, la partición de respuestas en subtextos y su asociación con habilidades operacionaliza este principio, es decir, cada habilidad codificada expresa una función semiótica efectivamente establecida por el estudiante.

De manera similar, el análisis de procesos de instrucción basado en dicho enfoque anticipa la utilidad de contrastar configuraciones epistémicas con trayectorias cognitivas. Este contraste revela desajustes y orienta decisiones de enseñanza en el nivel de aula (Contreras, 2005). En general, la adaptación esquemática elaborada para ambas situaciones cumple esa función comparativa y organiza objetos primarios y competencias en un mismo plano visual.

En esta línea, la dimensión normativa ayuda a situar las evaluaciones institucionales como reglas que condicionan prácticas de estudio y de aula. Las normas regulan usos lingüísticos y modos de actuación en la clase de matemáticas según explica Godino et al. (2009). Asimismo, insertar tareas interpretativas en exámenes oficiales modifico el contrato didáctico habitual centrado en calculo. Este encuadre explica parte de la migración observada entre momentos como respuesta adaptativa.

También, la mirada sobre la formación profesional y la evaluación de competencias aporta criterios para diseñar tareas que provoquen la movilización de saberes. En este sentido, el desarrollo y la evaluación de competencias profesionales requieren tareas que generen la percepción de un problema autentico (Font, 2015), pues las situaciones económicas aquí empleadas demandaron algo más que la aplicación rutinaria, y su poder discriminante entre niveles respalda su validez didáctica.

En el marco de la educación matemática en las Américas, la competencia de análisis didáctico ha sido descrita como capacidad para identificar objetos y significados en prácticas de aula (Seckel Santis y Font Moll, 2015). Ese antecedente es un diagnóstico cualitativo de futuros profesores chilenos que informa bajo nivel reflexivo; no demuestra mejora por una intervención local. La presente propuesta traslada esa lógica al análisis de producciones escritas de estudiantes, donde el docente dispone de una propuesta de repertorio cuya replicabilidad depende de enunciados, códigos, matrices y parámetros para diagnosticar grupos.

Además, los criterios de idoneidad didáctica permiten valorar hasta qué punto un proceso de estudio logra articular pertinencia epistémica y accesibilidad cognitiva. Por su parte, Breda et al. (2018) indican que dichos criterios valorativos y normativos orientan la reflexión sobre la calidad de la enseñanza matemática. La demanda cognitiva de las tareas locales requiere sus enunciados y un criterio explícito de análisis; las dificultades de los estudiantes no demuestran baja demanda. Bajo este enfoque teórico, futuros diseños podrían incrementar la exigencia interpretativa.

En este sentido, el desarrollo de la competencia de análisis ontológico semiótico en futuros profesores ha sido estudiado mediante un ciclo formativo con análisis cualitativo. Para Giacomone et al. (2018), el análisis del ciclo formativo describe complejidad y progresos en reconocer objetos y procesos; no proporciona un tamaño de efecto o precisión cuantificada transferible a esta cohorte. Este antecedente sugiere capacitar a los equipos docentes universitarios en codificación básica y la sostenibilidad de la propuesta depende de dicha alfabetización profesional.

Por otra parte, las aplicaciones de la teoría de funciones semióticas al análisis infinitesimal ya habían mostrado su rendimiento en objetos como el límite. Además, Contreras et al. (2005)

permiten desmenuzar significados en juego durante la enseñanza del análisis. De manera similar, su extensión a la derivada ordinaria y parcial confirma su versatilidad. Por tanto, la continuidad metodológica con dicha tradición fundamenta el marco de interpretación, sin verificar por sí sola los resultados locales.

Asimismo, el modelo para el análisis didáctico en educación matemática provee niveles para transitar de la descripción a la explicación y valoración. Particularmente [Font et al. \(2010\)](#) integran facetas epistémica, cognitiva e instruccional en un esquema operativo. Adicionalmente, la secuencia aquí seguida desde configuración hasta clasificación refleja esos niveles. En esta línea, la incorporación del agrupamiento cuantitativo no desvirtúa el carácter interpretativo central.

En relación con la formación inicial en educación básica, la competencia de análisis didáctico se ha mostrado sensible a intervenciones breves pero estructuradas. Según [Seckel \(2016\)](#), un programa con futuros docentes logro avances observables en la identificación de objetos y conflictos, la mejora requiere practica guiada con ejemplos reales. A partir de este enfoque, la plataforma virtual recomendada podría apoyarse en casos anonimizados del presente corpus.

En cuanto a los significados conflictivos de ecuación y función en estudiantes de profesorado, ofrecen un antecedente conceptual para el conflicto aquí documentado entre función costo y derivada. En palabras de [Wilhelmi et al. \(2014\)](#), dichas polisemias generan respuestas coherentes desde la perspectiva del sujeto, pero alejadas de la norma institucional. En general, atribuir a la igualdad un sentido de equivalencia directa ilustra ese fenómeno, pues nombrar el conflicto facilita su tratamiento didáctico en lugar de sancionarlo solo como error.

De manera similar, los fundamentos de la investigación cualitativa justifican la codificación como proceso dinámico y sensible al contexto. En el estudio de [Strauss y Corbin \(2002\)](#), se explica que la comparación constante y la generación inductiva de categorías permiten construir explicaciones ancladas en datos. A su vez, agrupar por afinidad no acredita saturación ni una aplicación integral de teoría fundamentada; se requiere documentar comparación constante y articulación entre categorías emergentes y categorías a priori. En síntesis, la articulación entre función semiótica y codificación propone organizar los datos, sin que esa articulación asegure por sí sola una interpretación libre de sesgos.

La ingeniería didáctica para desarrollar sentido algebraico en maestros en formación ejemplifica cómo el diseño y el análisis se alimentan mutuamente. Al respecto [Aké et al. \(2014\)](#) indican que el ciclo entre análisis preliminar y experimentación produce ajustes fundados. Asimismo, las configuraciones adaptadas propuestas aquí pueden leerse como análisis preliminares para un rediseño. Este carácter prospectivo distingue la propuesta de una mera clasificación retrospectiva.

Acerca de los indicadores de idoneidad didáctica, se ofrece un lenguaje para discutir la calidad de procesos de enseñanza y aprendizaje con criterios públicos que sistematizan facetas que suelen evaluarse de modo impresionista ([Godino, 2013](#)). Los presentes hallazgos reportan cobertura de habilidades por conglomerado que aportan un indicador empírico de idoneidad cognitiva grupal y la gestión curricular dispone de evidencia para priorizar ítems con alta demanda interpretativa.

En el marco de la educación matemática latinoamericana, la competencia de análisis epistémico ha sido tematizada como componente del conocimiento profesional. Bajo el enfoque de Burgos et al. (2018), dicha competencia permite desentrañar la estructura de tareas y anticipar respuestas. Adicionalmente, el presente trabajo muestra su reverso al aplicarla a producciones ya recogidas, por tanto, la vía propuesta complementa el diseño anticipatorio con diagnóstico retrospectivo sistemático.

Por último, es preciso reconocer limitaciones honestas y derivar implicaciones para futuras investigaciones. El estudio se circunscribió a un curso y a dos tareas, sin observación de aula ni entrevistas que profundicen intenciones, donde sus implicaciones teóricas consolidan la triada configuración, codificación y clasificación como ruta replicable. Además, sus aportaciones prácticas indican un canal de gestión de ítems y formación docente en lectura semiótica. En tal sentido futuros trabajos podrían ampliar la batería de situaciones, incorporar seguimiento longitudinal y ensayar mapas de calor de interacciones entre habilidades.

## Conclusiones

En primer lugar, el presente estudio logro su objetivo general, pues analizo el desarrollo de la competencia matemática en estudiantes del segundo ciclo mediante las herramientas del enfoque ontológico semiótico. Además, la articulación entre configuración epistémica, función semiótica y teoría fundamentada permitió describir perfiles grupales y su desplazamiento entre dos evaluaciones. Asimismo, el algoritmo de agrupamiento ordeno la cohorte en tres niveles coherentes con la cobertura de habilidades y con el rendimiento general.

Adicionalmente, se identificaron conflictos semióticos recurrentes, en especial la lectura de la derivada como función y la omisión de variaciones y condiciones. También, se construyeron vectores operativos de seis y diez habilidades que hicieron comparable el desempeño entre situaciones de dos variables. En consecuencia, la propuesta metodológica quedó formulada como secuencia lógica y potencialmente replicable, para cursos de servicio en universidades privadas.

Por último, se recomendó implementar una plataforma colaborativa para el análisis sistemático de ítems, priorizar tareas de alta demanda interpretativa y formar a los docentes en codificación semiótica básica. A su vez futuras investigaciones deberían ampliar el corpus de tareas y combinar el análisis del examen escrito con entrevistas clínicas. De este modo, se propone que la evaluación institucional pueda transitar de la calificación puntual hacia el seguimiento del desarrollo de competencias; la eficacia de la plataforma y de la formación docente no fue evaluada en este estudio.

## Acerca de

**Contribución de los autores:** Los autores contribuyeron a la conceptualización del estudio, al desarrollo metodológico, al análisis e interpretación de los datos, a la redacción del manuscrito y a la revisión crítica de su contenido intelectual.

**Financiamiento:** Los autores declaran que no recibieron financiamiento para esta investigación.

**Conflicto de interés:** Los autores declaran no tener conflictos de interés relacionados con este estudio. Se asegura que las evaluaciones se realizaron de manera imparcial, sin influencias externas que pudieran comprometer la integridad de los resultados.

**Certificación ética:** Este estudio se realizó cumpliendo con las consideraciones éticas, utilizando pruebas institucionales sin alterar calificaciones ni exponer identidades. Se aplicó seudonimización mediante códigos para identificar a los estudiantes. Se obtuvo autorización de la coordinación del curso y se siguió la normativa universitaria sobre el uso secundario de evaluaciones. Se documentaron consentimientos y se garantizó la protección de datos, evaluando los riesgos en la relación docente-evaluador.

**Historia del artículo:** Artículo recibido: 03 de agosto 2026 | Arbitrado: 24 de agosto 2026 | Aceptado: 16 de septiembre 2026 | Publicado: 22 de octubre 2026.

## Referencias

- Aké, L. P., Godino, J. D., Fernández, T. y Gonzato, M. (2014). Ingeniería didáctica para desarrollar el sentido algebraico de maestros en formación. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, (5), 25–48. <https://doi.org/10.35763/aiem.v1i5.70>
- Breda, A., Font, V. y Pino-Fan, L. R. (2018). Criterios valorativos y normativos en la Didáctica de las Matemáticas: el caso del constructo idoneidad didáctica. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 32(60), 255-278. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v32n60a13>
- Burgos, M., Bueno, S., Pérez, O. y Godino, J. D. (2021). Onto-semiotic complexity of the definite integral. *Journal of Research in Mathematics Education*, 10(1), 4-40. <https://doi.org/10.17583/redimat.2021.6778>
- Burgos, M., Godino, J. D., Giacomone, B. y Beltrán-Pellicer, P. (2018). Competencia de análisis epistémico de tareas de proporcionalidad de futuros profesores. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 31(1), 706–713. <https://zaguan.unizar.es/record/119684>
- Contreras, Á., Font, V., Luque, L. y Ordóñez, L. (2005). Algunas aplicaciones de la teoría de las funciones semióticas a la didáctica del análisis infinitesimal. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 25(2), 151-186. <https://revue-rdm.com/2005/algunas-aplicaciones-de-la-teoria/>
- Font, V. (2015). Competencias profesionales para el desarrollo y la evaluación de competencias matemáticas en alumnos de secundaria. En B. D'Amore y M. I. Fandiño Pinilla (Comps.), *Didáctica de la matemática: Una mirada internacional, empírica y teórica* (pp. 215–230). Universidad de La Sabana. <https://intellectum.unisabana.edu.co/entities/publication/7bdf9f5e-4e7a-52b7-e053-7e0910accd73>
- Font, V., Planas, N. y Godino, J. D. (2010). Modelo para el análisis didáctico en educación matemática. *Infancia y Aprendizaje*, 33(1), 89-105. <https://doi.org/10.1174/021037010790317243>

- Giacomone, B., Godino, J. D., Wilhelmi, M. R. y Blanco, T. F. (2018). Desarrollo de la competencia de análisis ontosemiótico de futuros profesores de matemáticas. *Revista Complutense de Educación*, 29(4), 1109–1131. <https://doi.org/10.5209/RCED.54880>
- Godino, J. D. (2002). Un enfoque ontológico y semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 22(2/3), 237-284. <https://revue-rdm.com/2002/un-enfoque-ontologico-y-semiotico/>
- Godino, J. D. (2003). Teoría de las funciones semióticas: Un enfoque ontológico-semiótico de la cognición e instrucción matemática [Trabajo de investigación para optar a la Cátedra de Universidad de Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada]. <https://www.ugr.es/~jgodino/funciones-semioticas/monografiatfs.pdf>
- Godino, J. D. (2013). Indicadores de la idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*, 8(11), 111-132. [https://ugr.es/~jgodino/eos/jdgodino\\_indicadores\\_idoneidad.pdf](https://ugr.es/~jgodino/eos/jdgodino_indicadores_idoneidad.pdf)
- Godino, J. D. (2022). Emergencia, estado actual y perspectivas del enfoque ontosemiótico en educación matemática. *Revista Venezolana de Investigación en Educación Matemática*, 2(2), 1-24. <https://doi.org/10.54541/reviem.v2i2.25>
- Godino, J. D. (2023). Onto-semiotic approach to the philosophy of educational mathematics. *Paradigma*, 44(4), 7–33. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2023.p07-33.id1377>
- Godino, J. D. y Batanero, C. (1994). Significado institucional y personal de los objetos matemáticos. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 14(3), 325-355. [https://www.ugr.es/~jgodino/funciones-semioticas/03\\_SignificadosIP\\_RDM94.pdf](https://www.ugr.es/~jgodino/funciones-semioticas/03_SignificadosIP_RDM94.pdf)
- Godino, J. D., Batanero, C., Burgos, M. y Wilhelmi, M. R. (2024). Understanding the onto-semiotic approach in mathematics education through the lens of the cultural historical activity theory. *ZDM–Mathematics Education*, 56(6), 1331-1344. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01590-y>
- Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM*, 39(1–2), 127-135. <https://doi.org/10.1007/s11858-006-0004-1>
- Godino, J. D., Contreras, A. y Font, V. (2006). Análisis de procesos de instrucción basado en el enfoque ontológico-semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 26(1), 39–88. <https://revue-rdm.com/2006/analisis-de-procesos-de/>
- Godino, J. D., Font, V., Wilhelmi, M. R. y de Castro, C. (2009). Aproximación a la dimensión normativa en didáctica de las matemáticas desde un enfoque ontosemiótico. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 27(1), 59-76. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3663>
- Ledezma, C., Font, V. y Sala, G. (2023). Analysing the mathematical activity in a modelling process from the cognitive and onto-semiotic perspectives. *Mathematics Education Research Journal*, 35(4), 715-741. <https://doi.org/10.1007/s13394-022-00411-3>
- Lugo-Armenta, J. G. y Pino-Fan, L. R. (2021). Inferential statistical reasoning of math teachers: Experiences in virtual contexts generated by the COVID-19 pandemic. *Education Sciences*, 11(7), 363. <https://doi.org/10.3390/educsci11070363>

- Morales-García, L. y Díaz-Levicoy, D. (2022). Ontosemiotic analysis of the use of multibase material in mathematics textbooks for primary education in Chile. *Acta Scientiae*, 24(1), 57-91. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.6807>
- Quiroz Lima, C., Vásquez Martínez, C. R., González González, F. A., Torres Mata, J. y González Sánchez, I. C. (2022). Estudio socioeducativo de los principales errores que realizan los alumnos en el tema de la integral definida como factor que impide la competencia requerida. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 13(25). <https://doi.org/10.23913/ride.v13i25.1347>
- Rodríguez-Nieto, C. A. y Alsina, Á. (2022). Networking between ethnomathematics, STEAM education, and the globalized approach to analyze mathematical connections in daily practices. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(3), em2085. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11710>
- Rodríguez-Nieto, C. A., Cabrales González, H. A., Arenas-Peñaloza, J., Schnorr, C. E. y Font Moll, V. (2024). Onto-semiotic analysis of Colombian engineering students' mathematical connections to problems-solving on vectors: A contribution to the natural and exact sciences. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(5), em2438. <https://doi.org/10.29333/ejmste/14450>
- Rodríguez-Nieto, C. A., Rodríguez-Vásquez, F. M. y Font Moll, V. (2023). Combined use of the extended theory of connections and the onto-semiotic approach to analyze mathematical connections by relating the graphs of  $f$  and  $f'$  Educational Studies in Mathematics, 114(1), 63-88. <https://doi.org/10.1007/s10649-023-10246-9>
- Rodríguez-Nieto, C. A., Rodríguez-Vásquez, F. M. y García-García, J. (2021). Exploring university Mexican students' quality of intra-mathematical connections when solving tasks about derivative concept. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(9), em2006. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11160>
- Seckel Santis, M. J. (2016). Competencia en análisis didáctico en la formación inicial de profesores de educación general básica con mención en matemática [Tesis doctoral, Universitat de Barcelona]. <https://www.tdx.cat/handle/10803/385915>
- Seckel Santis, M. J. y Font Moll, V. (2015). Competencia de análisis didáctico en la formación inicial de profesores de matemática de Chile. En P. Scott y Á. Ruiz (Eds.), *Educación Matemática en las Américas 2015* (Vol. 1, pp. 10-18). Comité Interamericano de Educación Matemática. [https://www.researchgate.net/profile/Patricia-Lamadrid-Gonzalez/publication/333024448\\_Vol1Formini/links/5cd73e6492851c4eab970f31/Vol1Formini.pdf#page=19](https://www.researchgate.net/profile/Patricia-Lamadrid-Gonzalez/publication/333024448_Vol1Formini/links/5cd73e6492851c4eab970f31/Vol1Formini.pdf#page=19)
- Strauss, A. y Corbin, J. (2002). Bases de la investigación cualitativa: Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada (E. Zimmerman, Trad.). Editorial Universidad de Antioquia. <https://investigacionsocialumana.wordpress.com/wp-content/uploads/2020/07/bases-investigacion-cualitativa.pdf>
- Wilhelmi, M. R., Godino, J. D. y Lasa, A. (2014). Significados conflictivos de ecuación y función en estudiantes de profesorado de secundaria. En M. T. González, M. Codes, D. Arnau y T. Ortega (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVIII* (pp. 573-582). SEIEM. <https://academica-e.unavarra.es/entities/publication/9cd91c2d-43a7-4798-aac4-a2f14f5f6278>