



Modelo pedagógico innovador fundamentado en el Enfoque Ontosemiótico para fortalecer las competencias matemáticas de los estudiantes de Cálculo Diferencial de la Fundación Universitaria Salesiana de Bogotá, Colombia, durante el período 2024-2025

TESIS DOCTORAL

que, para obtener el Grado de Ph.D.

DOCTOR EN EDUCACIÓN E INNOVACIÓN

PRESENTA

Yadira Sanabria Mejía

ASESORA

Dra. Irma Cruz Soto

México, 2026

ESTA TESIS DOCTORAL DEBE SER CITADA COMO:

Sanabria Mejía, Yadira (2026). *Modelo pedagógico innovador fundamentado en el Enfoque Ontosemiótico para fortalecer las competencias académicas matemáticas de los estudiantes de Cálculo Diferencial de la Fundación Universitaria Salesiana de Bogotá, Colombia, durante el periodo 2024 – 2025*. [Tesis de Doctorado. Universidad de Investigación e Innovación de México - UIIX]



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Se permite la reproducción total o parcial y la comunicación pública de la obra con reconocimiento de la autoría.

No se permite el uso comercial ni la creación de obras derivadas.

RESUMEN

Esta investigación desarrolla un modelo pedagógico innovador sustentado en el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento Matemático (EOS), integrado con estrategias de gamificación y mediación tecnológica, orientado al fortalecimiento de las competencias matemáticas de estudiantes de Cálculo Diferencial de la Fundación Universitaria Salesiana de Bogotá durante el período 2024-2025. El EOS concibe el aprendizaje matemático como construcción de significados mediante distintos registros de representación, permitiendo intervenir sistemáticamente en tensiones semióticas. La investigación surge de la identificación de dificultades persistentes en comprensión conceptual, razonamiento algebraico y resolución de problemas, detectadas mediante pruebas diagnósticas. Se adoptó un enfoque mixto no experimental y de alcance propositivo, combinando instrumentos cuantitativos y cualitativos, que permitió caracterizar el contexto educativo y fundamentar la propuesta pedagógica. Los hallazgos evidencian brechas en competencias matemáticas, especialmente en expresiones algebraicas, representación gráfica y aplicación de procedimientos. Se observó valoración positiva de las estrategias de gamificación y tecnología educativa como mediadores de aprendizaje. A partir de estos resultados se diseñó un modelo pedagógico organizado en cuatro fases: Diagnosticar, Diseñar, Implementar y Reflexionar, validado mediante juicio de expertos con puntaje promedio de 4,87/5, demostrando pertinencia, coherencia y viabilidad. La propuesta constituye un aporte teórico y metodológico sólido, orientando la enseñanza del cálculo diferencial y sirviendo como referente para futuras implementaciones en contextos universitarios similares.

Palabras clave: modelo pedagógico innovador, competencias matemáticas, enfoque ontosemiótico, cálculo diferencial, gamificación, tecnología educativa, educación superior.

ABSTRACT

This research develops an innovative pedagogical model based on the Onto-Semiotic Approach to Mathematical Knowledge (EOS), integrated with gamification strategies and educational technology, aimed at strengthening the mathematical competencies of Differential Calculus students at the Fundación Universitaria Salesiana in Bogotá during the 2024–2025 period. The EOS conceives mathematical learning as the construction of meaning through multiple representational registers, allowing systematic interventions in semiotic tensions. The study arises from the identification of persistent difficulties in conceptual understanding, algebraic reasoning, and problem-solving, detected through diagnostic assessments. A non-experimental, propositive mixed-methods approach was adopted, combining quantitative and qualitative instruments, which allowed characterization of the educational context and grounded the pedagogical proposal. Findings reveal gaps in mathematical competencies, particularly in algebraic expressions, graphical representation, and application of procedures. Students and instructors reported positive evaluations of gamification and educational technology as learning mediators. Based on these results, a pedagogical model was designed and organized into four phases: Diagnose, Design, Implement, and Reflect, validated through expert judgment with an average score of 4.87/5, demonstrating pertinence, coherence, and feasibility. This proposal constitutes a solid theoretical and methodological contribution, guiding the teaching of differential calculus and serving as a reference for future implementations in similar higher education contexts.

Keywords: innovative pedagogical model, mathematical competencies, Onto-Semiotic Approach, Differential Calculus, gamification, educational technology, higher education.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la culminación de esta tesis doctoral. Mi especial reconocimiento a la Dra. Irma Cruz

Soto, por su guía constante, sus valiosos comentarios y su apoyo incansable a lo largo de todo el proceso de investigación.

Dedico un sentido homenaje al Dr. Feliberto, cuyo legado académico y humanidad marcaron mi formación profesional. Su pasión por la enseñanza, su orientación en investigación y sus enseñanzas permanentes seguirán siendo una inspiración para mi trabajo y vida académica.

Agradezco a la Fundación Universitaria Salesiana (FUS) por brindarme un espacio de aprendizaje enriquecedor, sustentado en los valores y el carisma salesiano, que me permitió desarrollar este modelo pedagógico con sentido y pertinencia para la educación superior. La misión y visión de la FUS fueron fundamentales para contextualizar esta investigación y orientar sus objetivos hacia el fortalecimiento real de las competencias matemáticas de los estudiantes.

Mi gratitud también se extiende a los profesores, estudiantes y colegas que participaron en los diagnósticos, entrevistas y pruebas, aportando datos, experiencias y reflexiones que enriquecieron significativamente esta investigación.

Finalmente, agradezco a mi familia y seres queridos, cuyo acompañamiento, paciencia y confianza fueron el sostén imprescindible para alcanzar este logro.

DEDICATORIAS

A mis padres, por su ejemplo constante de perseverancia, amor incondicional y guía en cada paso de mi vida y formación. Ustedes son mi sostén, mi raíz y mi fuerza para alcanzar cada meta.

A mi hermanita Paula, por ser luz e inspiración en mi vida. Aunque estés en el cielo, tu presencia y tus enseñanzas siguen iluminando cada momento de este camino. Este logro es también nuestro, un sueño que late junto a tu recuerdo.

A mis sobrinos, quienes con su amor y cariño me dan la fuerza para seguir adelante. Los quiero profundamente y los amo con todo mi corazón; cada sonrisa suya me recuerda por qué vale la pena luchar y aprender cada día.

A mi ahijado Matías, a quien dejo este trabajo como invitación a soñar sin límites, a crecer con pasión y a valorar siempre el aprendizaje. Que este logro sea también una chispa que inspire su propio camino.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO 1. PROYECCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.1. Línea de investigación de la Universidad de Innovación e Investigación de México	16
1.2. Planteamiento del problema	17
1.3. Formulación del problema (Pregunta de investigación)	19
1.4. Justificación	19
1.5. Objetivos	22
1.5.1 Objetivo General	22
1.5.2 Objetivos específicos	22
1.6. Hipótesis	22
1.7. Alcances y delimitaciones	24
CAPÍTULO 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	26
2.1. Estado del arte	26
2.1.1 Antecedentes internacionales	26
2.1.2 Antecedentes nacionales y locales	29
2.1.3 Vacíos identificados y posicionamiento del investigador	30
2.2. Marco teórico	30
2.2.1 Revisión de la Literatura	30
2.2.1.1 Teorías y Conceptos Generales en Competencias Matemáticas	31
2.2.1.2 Estrategias Pedagógicas y Tecnología en la Enseñanza de Matemáticas	32
2.2.1.3 Resolución de Problemas en Diversos Campos de la Matemática	33
2.2.1.4 Uso de herramientas tecnológicas y gamificación	34
2.2.2. Definición de una Perspectiva Teórica	38
2.2.2.1 Enfoque Constructivista	38
2.2.2.2 Enfoque Sociocultural	39
2.2.2.3 Enfoque Cognitivo	41

2.2.2.4 Enfoque Sociocconstructivista	42
2.2.2.5 Enfoque Ontosemiótico	43
2.2.2.6 Relación de los enfoques teóricos con la investigación	45
2.3. Marco Conceptual	47
2.3.1 Competencias Matemáticas	47
2.3.2 Estrategias Pedagógicas	48
2.3.3 Tecnología Educativa	50
2.3.4 Gamificación	51
2.3.5 Relaciones entre Conceptos	52
2.4. Marco Contextual	53
2.4.1 La Fundación Universitaria Salesiana: origen, misión y visión	54
2.4.2 Oferta académica y contexto del programa	54
2.4.3 Perfil de los estudiantes de Cálculo Diferencial	55
2.4.4 El docente de matemáticas en la FUS: prácticas y necesidades	56
2.4.5 Infraestructura tecnológica y condiciones para la innovación	57
2.5. Marco Legal y Normativo	58
CAPÍTULO 3. FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS Y RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN	62
3.1. Operacionalización de variables y elaboración de matriz de consistencia científica metodológica	62
3.2. Diseño metodológico	66
3.2.1 Definición del enfoque, diseño y tipo de investigación de la tesis	67
3.2.1.1 Diseño	68
3.2.1.2 Tipo de investigación	69
3.2.2 Definición de métodos, técnicas e instrumentos de obtención de datos	69
3.2.3 Desarrollo de los instrumentos de obtención de datos	71
3.2.4 Determinación de la muestra y su criterio de selección	72
3.2.4.1 Población y Muestra	73
3.2.4.2 Criterios de Selección	74

3.2.4.3 Delimitación de la Población y Generalización de Resultados	76
3.2.5 Trabajo de campo	77
3.2.6 Aplicación de los instrumentos	79
3.2.7 Procesamiento de la información	82
3.2.7.1 Procesamiento del primer instrumento (Instrumento 1 - Objetivo 1)	83
3.2.7.2 Procesamiento del segundo instrumento (Instrumento 2 – Objetivo 2)	87
3.2.7.3 Procesamiento del tercer instrumento (Instrumento 3 – Objetivo 2)	91
3.2.7.4 Procesamiento del cuarto instrumento (Instrumento 4 – Objetivo 2)	92
3.2.7.5 Procesamiento del análisis documental (Instrumento 5 – Objetivo 3)	95
3.3. Análisis de los resultados en los datos obtenidos	101
3.3.1 Análisis de la prueba diagnóstica (Instrumento 1 – Objetivo 1)	102
3.3.2 Análisis de la encuesta a estudiantes (Instrumento 2 – Objetivo 2)	104
3.3.3 Análisis de la encuesta a docentes (Instrumento 3 – Objetivo 2)	106
3.3.4 Análisis de la entrevista a docentes (Instrumento 4 – Objetivo 2)	107
3.3.5 Análisis documental (Instrumento 5 – Objetivo 3)	109
3.3.6 Triangulación de resultados	111
3.3.7 Comprobación de hipótesis	113
3.4. Redacción de resultados y discusión	115
3.4.1 Las competencias matemáticas previas: un déficit estructural	115
3.4.2 Prácticas pedagógicas e innovación: entre la disposición y la sistematización	116
3.4.3 La distancia entre el currículo y la práctica	117
3.4.4 Aportes del Enfoque Ontosemiótico a la interpretación	117
CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE TRANSFORMACIÓN	119
4.1. Fundamentación de propuesta de transformación	120
4.2. Descripción de la propuesta de transformación	123
4.3. Objetivos de la propuesta	124
4.3.1. Objetivo general de la propuesta	124
4.3.2. Objetivos específicos de la propuesta	125
4.4. Actividades, fases y/o etapas	125

4.5. Recursos necesarios para la aplicación de la propuesta	129
4.6. Resultados	130
4.6.1. Resultados o productos a obtener	130
4.6.2. Indicadores, criterios de evaluación o de instrumentación	131
4.7. Valoración/ evaluación / validación de la propuesta de transformación	132
CONCLUSIONES	138
RECOMENDACIONES	143
BIBLIOGRAFÍA	145
ANEXOS	153
Anexo 1. Prueba diagnóstica de matemáticas aplicada a estudiantes de Cálculo Diferencial	153
Anexo 2. Encuesta estructurada a estudiantes sobre el uso y percepción de estrategias pedagógicas innovadoras	155
Anexo 3. Encuesta estructurada a docentes sobre el uso y percepción de estrategias pedagógicas innovadoras	157
Anexo 4. Guía de entrevista semiestructurada a docentes	159
Anexo 5. Matriz de análisis documental	163
Anexo 6. Resultados individuales del instrumento diagnóstico	163
Anexo 6.1 Resultados individuales del instrumento diagnóstico (Cohorte 2025-1)	163
Anexo 6.2 Resultados individuales del instrumento diagnóstico (Cohorte 2025-2)	164
Anexo 7. Resultados de las encuestas estructuradas sobre percepción de estrategias pedagógicas, uso de TIC y gamificación	165
Anexo 7.1 Resultados de la encuesta a estudiantes.	165
Anexo 7.2 Resultados de la encuesta a profesores.	168

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Enfoques teóricos y su relación con la investigación	46
Tabla 2. Matriz de consistencia	64
Tabla 3. Cronograma	78
Tabla 4. Tendencia histórica de resultados diagnósticos en Cálculo Diferencial FUS Bogotá (2022–2025)	81
Tabla 5. Resultado instrumento de diagnóstico	83
Tabla 6. Estadísticos descriptivos del desempeño en la prueba diagnóstica por cohorte	85
Tabla 7. Comparativo del desempeño diagnóstico entre cohortes	86
Tabla 8. Percepción de los estudiantes – Dimensión 1: Estrategias pedagógicas	88
Tabla 9. Percepción de los estudiantes – Dimensión 2: Uso de tecnologías educativas (TIC)	88
Tabla 10. Percepción de los estudiantes – Dimensión 3: Gamificación	89
Tabla 11. Percepción de los docentes sobre el nivel de competencias de los estudiantes (Instrumento 3)	91
Tabla 12. Matriz de análisis documental	96
Tabla 13. Percepción favorable de los estudiantes hacia los componentes del modelo	113
Tabla 14. Perfil de los expertos participantes en el juicio de validación	132
Tabla 15. Resultados del juicio de expertos por criterio de evaluación	133
Tabla 16. Valoración global de la propuesta por experto	135
Tabla 17. Concepto final emitido por cada experto	136

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Síntesis del modelo pedagógico innovador	126
--	-----

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las matemáticas en la educación superior constituye uno de los desafíos más complejos y persistentes del sistema educativo latinoamericano. En el caso específico del Cálculo Diferencial, esta complejidad se agudiza: se trata de una asignatura que exige a los estudiantes un salto cualitativo en su forma de pensar matemáticamente, transitando desde la mecanización de procedimientos aprendidos en la educación media hacia la construcción de significados conceptuales profundos que les permitan comprender fenómenos de cambio, variación y optimización en contextos reales. Este tránsito, cuando no es acompañado por estrategias pedagógicas pertinentes, se convierte en un obstáculo mayor que afecta el rendimiento académico, la motivación y la permanencia de los estudiantes en los programas de formación STEM (Tall, 2013; Artigue, 2011).

En Colombia, las cifras confirman la magnitud del problema. Estudios realizados en distintas instituciones de educación superior señalan que las asignaturas de Cálculo presentan tasas de reprobación que oscilan entre el 40% y el 60%, constituyéndose en una de las principales causas de deserción académica en los primeros semestres (MEN, 2020; Guacaneme et al., 2016). Estas cifras no son el resultado de la falta de capacidad de los estudiantes ni del desinterés de los docentes, sino de una brecha estructural entre la forma en que se enseña el cálculo y la forma en que los estudiantes aprenden: una brecha pedagógica que demanda respuestas teóricamente fundamentadas, contextualmente pertinentes y metodológicamente innovadoras.

En la Fundación Universitaria Salesiana de Bogotá, esta realidad se evidencia con precisión a través de los informes institucionales de prueba diagnóstica correspondientes a los períodos 2022-2 a 2025-1 (Sanabria, 2022-2025). Estos documentos revelan que el porcentaje de acierto en la prueba diagnóstica de entrada a Cálculo Diferencial descendió del 30,39% en 2022-2 al 9,40% en 2024-1, y que el dominio de los prerrequisitos de Álgebra Lineal fue del 0% durante los períodos 2024-1, 2024-2 y 2025-1. Las tasas de pérdida de la asignatura oscilaron entre el 4,2% y el 17,7% según el período analizado. Estos datos no son una anomalía puntual: son la expresión cuantitativa de un problema pedagógico sostenido en el tiempo, que requiere una intervención estructurada y fundamentada.

Esta investigación desarrolla un modelo pedagógico innovador basado en el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento Matemático (EOS) de Godino, Batanero y Font (2007), articulado con estrategias de gamificación y mediación tecnológica para responder a los retos del aprendizaje del cálculo diferencial en la Fundación Universitaria Salesiana. El EOS constituye el sustento epistemológico central del modelo al concebir el aprendizaje matemático como un proceso de construcción de significados en contextos institucionales de práctica, en el que emergen conflictos semióticos que requieren intervenciones didácticas específicas. Desde esta perspectiva, las dificultades de los estudiantes en el Cálculo Diferencial no son simples errores de cálculo sino manifestaciones de tensiones entre distintos registros de representación y sistemas de significados que el modelo busca atender de manera sistemática.

La gamificación y la tecnología educativa se integran al modelo no como recursos decorativos sino como componentes estructurales con fundamento pedagógico propio. La gamificación, sustentada en los trabajos de Deterding et al. (2011), Kim, Park y Baek (2020) y Vilcapoma Sandoval (2026), aporta la dimensión motivacional y participativa que transforma la relación emocional del estudiante con la asignatura, convirtiendo los retos matemáticos en experiencias significativas de aprendizaje. La tecnología educativa, respaldada por las investigaciones de Pierce y Ball (2009), Calder y Campbell (2020) y Laderas et al. (2023), provee los mediadores semióticos que diversifican los registros de representación y facilitan la exploración dinámica de conceptos abstractos como el límite, la derivada y la tasa de cambio. Su articulación coherente en el marco del EOS constituye el núcleo innovador de la propuesta.

Desde el punto de vista metodológico, la investigación adopta un enfoque mixto de alcance propositivo, que combina instrumentos cuantitativos (prueba diagnóstica) y cualitativos (entrevistas semiestructuradas y análisis documental) para caracterizar el problema, fundamentar la propuesta y establecer las bases para su futura validación. Esta decisión metodológica responde a la naturaleza compleja del objeto de estudio, que requiere tanto la medición objetiva de niveles de competencia matemática como la comprensión interpretativa de las prácticas pedagógicas y las percepciones de los actores educativos. El modelo resultante no pretende ser una solución definitiva sino un aporte teórico y metodológico sólido que oriente futuras investigaciones e implementaciones en el campo de la didáctica de las matemáticas para la educación superior.

Cabe aclarar que el estudio se centra en el diseño y validación del modelo pedagógico, sin incluir una fase de implementación experimental. Su alcance es propositivo: se fundamenta en evidencia empírica diagnóstica real, se sustenta en referentes teóricos actualizados y se valida mediante juicio de expertos, pero su aplicación en el aula constituye una fase futura que supera el marco temporal de este estudio doctoral. Esta delimitación no disminuye el valor de la propuesta; por el contrario, la sitúa con honestidad epistemológica dentro de una línea de investigación propositiva que es ampliamente reconocida en el campo de la innovación educativa latinoamericana.

El aporte de esta investigación trasciende el contexto específico de la Fundación Universitaria Salesiana. Al construir un modelo pedagógico que articula el EOS con gamificación y tecnología educativa en un marco coherente y fundamentado, se ofrece a la comunidad académica colombiana y latinoamericana un referente conceptual y metodológico replicable en otras instituciones de educación superior que enfrenten problemáticas similares en la enseñanza del Cálculo Diferencial. En un momento en que la renovación pedagógica de las matemáticas universitarias es urgente e impostergable, este trabajo busca contribuir con rigor, pertinencia y vocación transformadora.

La presente tesis doctoral se estructura en cuatro capítulos. El Capítulo I presenta la proyección de la investigación, incluyendo la línea de investigación, el planteamiento del problema, la formulación de la pregunta de investigación, la justificación, los objetivos general y específicos, la hipótesis y las delimitaciones del estudio. El Capítulo II desarrolla los fundamentos teóricos que sustentan la propuesta, articulando el estado del arte, el marco teórico desde el Enfoque Ontosemiótico, el marco conceptual, el marco contextual institucional y el marco legal y normativo. El Capítulo III expone los fundamentos metodológicos, el procesamiento de la información y el análisis de los resultados obtenidos a través de los tres instrumentos aplicados. El Capítulo IV presenta la propuesta de transformación pedagógica, estructurada en cuatro fases y fundamentada en la evidencia diagnóstica y teórica de los capítulos anteriores. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

CAPÍTULO 1. PROYECCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente capítulo expone la proyección de la investigación, estableciendo el punto de partida conceptual y contextual del estudio. Se presentan, en primer lugar, la línea de investigación institucional en la que se inscribe el trabajo y los antecedentes que justifican su pertinencia. A continuación, se desarrolla el planteamiento del problema, la formulación de la pregunta de investigación, la justificación, los objetivos general y específicos, la hipótesis y las delimitaciones del estudio. En conjunto, estos elementos configuran el marco proyectivo que orienta el diseño del modelo pedagógico innovador propuesto.

1.1. Línea de investigación de la Universidad de Innovación e Investigación de México

La investigación "Modelo pedagógico innovador fundamentado en el Enfoque Ontosemiótico para fortalecer las competencias matemáticas de los estudiantes de Cálculo Diferencial de la Fundación Universitaria Salesiana de Bogotá, Colombia, durante el período 2024-2025 " surge del profundo interés en explorar nuevas posibilidades de innovación educativa, particularmente en el ámbito de la mejora de la enseñanza de las matemáticas. La experiencia previa incluye una comprensión detallada de las necesidades específicas de los estudiantes en la Fundación Universitaria Salesiana, lo cual respalda y destaca la relevancia crítica de este enfoque.

La investigación se fundamenta en la línea de investigación "Innovación educativa y perspectivas tecnológicas" de la Universidad en Investigación e Innovación de México. Este enfoque responde de manera directa a la urgente necesidad de soluciones innovadoras en la enseñanza de las matemáticas. Al enfocarse en esta línea de investigación específica, la investigación aspira no solo a conceptualizar un modelo teórico, sino también a contribuir significativamente a la comprensión y aplicación de enfoques educativos avanzados, especialmente adaptados al contexto particular de la Fundación Universitaria Salesiana. Al centrarse en el desarrollo de enfoques novedosos para mejorar el aprendizaje de las matemáticas, esta investigación busca explorar y proponer metodologías educativas

innovadoras, haciendo uso de referentes teóricos actuales y recursos didácticos diseñados de manera creativa.

El enfoque de la investigación busca comprender y atender los desafíos particulares del contexto educativo de la Fundación Universitaria Salesiana, articulando teoría, diagnóstico y propuesta pedagógica. La propuesta de utilizar la innovación educativa y las perspectivas tecnológicas como detonante para fortalecer las competencias matemáticas refleja una estrategia proactiva y contextualizada. Esta investigación no solo busca la conceptualización teórica del modelo, sino que también orienta sus esfuerzos hacia soluciones prácticas y aplicables. La estrecha conexión entre las líneas de investigación y las demandas específicas del contexto asegurará que la investigación no solo sea académicamente valiosa, sino que también tenga un análisis de la información recolectada significativa en la mejora continua de la calidad educativa en el ámbito de las matemáticas, beneficiando así a la comunidad estudiantil y académica de la Fundación Universitaria Salesiana. Las estrategias innovadoras se centran en la asignatura “Cálculo Diferencial”, propia de estudiantes de pregrado en educación superior. Se proyecta la posibilidad de que, en futuras investigaciones, estas estrategias puedan ser implementadas y evaluadas para reconocer su viabilidad.

1.2. Planteamiento del problema

Las matemáticas, como piedra angular en la educación y diversas esferas profesionales, plantean un desafío significativo para los estudiantes que encuentran obstáculos en la comprensión y aplicación efectiva de sus conceptos. La trascendental transición desde la educación media hasta la superior impone nuevos desafíos diarios, especialmente para los estudiantes de carreras STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), donde se evidencia una notable deserción académica en las disciplinas asociadas al ámbito matemático. Entre las posibles causas, se destaca la influencia de los procesos formativos durante la educación básica y media, que pueden generar un distanciamiento y aprehensión hacia las matemáticas.

En el contexto latinoamericano, esta problemática se agudiza por factores estructurales relacionados con la formación previa de los estudiantes y la persistencia de metodologías de

enseñanza centradas en el docente. Estudios realizados en Colombia señalan que las asignaturas de Cálculo presentan tasas de reprobación que oscilan entre el 40% y el 60% en diversas instituciones de educación superior, constituyéndose en una de las principales causas de rezago y deserción académica en los primeros semestres de formación (MEN, 2020; Guacaneme et al., 2016). Según las reflexiones de Godino (2003), autor del Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento Matemático (EOS), las aplicaciones matemáticas permean nuestro entorno cotidiano, brindando a los educadores un sólido punto de partida para la creación de recursos educativos. La importancia de presentar ejemplos y situaciones en el aula radica en proporcionar a los estudiantes una visión integral del amplio espectro de fenómenos que las matemáticas tienen la capacidad de organizar, facilitando así el establecimiento de conexiones entre esta disciplina y su entorno circundante.

En el ámbito institucional, la Fundación Universitaria Salesiana de Bogotá cuenta con una sólida tradición pedagógica y ha implementado un sistema de pruebas diagnósticas de ingreso y cierre de semestre que permite monitorear el desempeño de los estudiantes en cada asignatura, lo que refleja un compromiso genuino con la calidad educativa. Sin embargo, los informes de resultados de prueba diagnóstica correspondientes a los periodos 2022-2 a 2025-1 en la asignatura de Cálculo Diferencial (Sanabria, 2022-2025) evidencian una tendencia sostenida en los bajos niveles de entrada: el porcentaje de acierto en la prueba diagnóstica inicial descendió del 30,39% en el periodo 2022-2 al 26% en 2023-1, llegando a su punto más crítico en 2023-2 con apenas el 11,11%, y al 9,40% en 2024-1. Durante el periodo de estudio comprendido entre 2024-1 y 2025-1, el porcentaje de acierto en los saberes previos de Álgebra Lineal —prerrequisito directo de Cálculo Diferencial— fue del 0% en los periodos evaluados, lo que indica que los estudiantes llegan a esta asignatura sin haber consolidado las bases algebraicas indispensables para su comprensión. Como resultado, las tasas de pérdida oscilaron entre el 4,2% y el 17,7% según el periodo, y una proporción significativa de estudiantes culminó el curso sin alcanzar un nivel óptimo de desempeño (Sanabria, 2022-2025).

Esta situación no obedece a una falta de compromiso institucional, sino a la ausencia de un modelo pedagógico estructurado que articule de manera coherente las estrategias de enseñanza existentes con los fundamentos teóricos del aprendizaje matemático. Al abordar este desafío desde una perspectiva innovadora, la presente investigación se enfoca en el diseño de un

modelo pedagógico orientado a fortalecer las competencias matemáticas en estudiantes de Cálculo Diferencial, asignatura clave en los programas de formación STEM. El estudio responde a la necesidad de repensar las prácticas educativas tradicionales mediante una propuesta fundamentada en teorías contemporáneas como el Enfoque Ontosemiótico y el uso de la gamificación, buscando ofrecer una alternativa estructurada que potencie y complemente los esfuerzos ya realizados por la institución, contribuyendo al fortalecimiento de las competencias matemáticas de los estudiantes de Cálculo Diferencial de la Fundación Universitaria Salesiana de Bogotá, Colombia, durante el período 2024-2025.

1.3. Formulación del problema (Pregunta de investigación)

En coherencia con el diagnóstico institucional y los fundamentos teóricos que orientan esta investigación, la pregunta que guía el presente estudio es la siguiente:

¿Cómo fortalecer las competencias matemáticas de los estudiantes de Cálculo Diferencial de la Fundación Universitaria Salesiana de Bogotá, Colombia, durante el período 2024-2025?

1.4. Justificación

La presente investigación se justifica desde cuatro dimensiones complementarias que evidencian su pertinencia, relevancia y contribución al campo de la educación matemática en el nivel superior.

Desde el punto de vista teórico, el estudio representa una contribución significativa al campo de la didáctica de las matemáticas al articular, de manera coherente y sistemática, el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento Matemático (Godino, Batanero & Font, 2007) con estrategias de gamificación y tecnología educativa en un modelo pedagógico integrado. Si bien cada uno de estos elementos ha sido objeto de investigación por separado, su articulación en un modelo unificado orientado a la enseñanza del Cálculo Diferencial en el contexto colombiano constituye un aporte original a la literatura especializada. El EOS ofrece herramientas conceptuales precisas para identificar los conflictos semióticos que obstaculizan el aprendizaje de conceptos como el límite, la derivada y la tasa de cambio, mientras que la gamificación (Deterding et al., 2011; Kim, Park & Baek, 2020) y la tecnología educativa (Pierce & Ball, 2009;

Calder & Campbell, 2020) aportan estrategias activas que favorecen la representación múltiple de los objetos matemáticos y la construcción compartida de significados.

Desde una perspectiva más amplia, la investigación dialoga con los debates contemporáneos sobre la renovación de la educación matemática universitaria, en particular con aquellos que cuestionan la eficacia de los modelos de enseñanza centrados en la transmisión de procedimientos y reivindican la necesidad de enfoques que posicionen al estudiante como constructor activo de conocimiento matemático (Tall, 2013; Artigue, 2011). Esta articulación teórica enriquece el debate académico sobre cómo diseñar ambientes de aprendizaje matemático más pertinentes y contextualizados en la educación superior latinoamericana, y se proyecta como un referente conceptual para futuras investigaciones en el área.

Desde el punto de vista práctico, la investigación responde a una necesidad concreta y documentada en la Fundación Universitaria Salesiana de Bogotá, Colombia, durante el período 2024-2025. Los informes institucionales de prueba diagnóstica correspondientes a los períodos 2022-2 a 2025-1 evidencian que los estudiantes de Cálculo Diferencial ingresan al curso con niveles críticos de dominio matemático previo: el porcentaje de acierto en la prueba diagnóstica de entrada descendió progresivamente del 30,39% en 2022-2 hasta el 9,40% en 2024-1, y el dominio de los prerrequisitos de Álgebra Lineal fue del 0% durante los períodos 2024-1, 2024-2 y 2025-1 (Sanabria, 2022-2025). Estos datos constituyen una evidencia empírica sólida que justifica la urgencia de una propuesta pedagógica estructurada que responda a las necesidades reales de los estudiantes.

A esto se suman las percepciones recogidas mediante las encuestas aplicadas a los estudiantes y las entrevistas semiestructuradas realizadas a los docentes, quienes coinciden en señalar que las clases se desarrollan bajo un enfoque predominantemente magistral, con escasa incorporación de dinámicas participativas y recursos tecnológicos de manera sistemática. Esta evidencia cualitativa complementa el diagnóstico cuantitativo y refuerza la necesidad de un modelo que, aunque en esta fase no contempla implementación experimental, sienta las bases teóricas y metodológicas para una intervención pedagógica que en futuras fases pueda contribuir a la reducción de las tasas de reprobación y al fortalecimiento de las competencias matemáticas.

Desde el punto de vista social, la investigación beneficia directamente a tres grupos de actores educativos. En primer lugar, los estudiantes de Cálculo Diferencial de la Fundación Universitaria Salesiana, quienes constituyen la población central del estudio. Estos estudiantes, en su mayoría pertenecientes a programas STEM, enfrentan una transición compleja de la educación media a la superior en la que las dificultades matemáticas se convierten con frecuencia en factor de deserción y rezago académico; contar con un modelo pedagógico pertinente y motivador puede marcar una diferencia significativa en su trayectoria formativa. En segundo lugar, los docentes del área de matemáticas, quienes contarán con un marco pedagógico estructurado y fundamentado teóricamente que les permitirá orientar sus prácticas de enseñanza de manera más sistemática e innovadora.

En tercer lugar, la propia institución se verá beneficiada al contar con una propuesta pedagógica alineada con su misión formativa y con los lineamientos del Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2006, 2020), contribuyendo a la reducción de la deserción académica y al fortalecimiento de la calidad educativa en programas STEM. Más allá del contexto institucional, la investigación tiene el potencial de impactar positivamente en la comunidad académica colombiana y latinoamericana, al ofrecer un modelo replicable en otras instituciones de educación superior que enfrenten problemáticas similares en la enseñanza del cálculo.

Desde el punto de vista metodológico, la investigación aporta un diseño mixto de alcance propositivo que combina instrumentos cuantitativos y cualitativos para caracterizar el problema, fundamentar la propuesta y sentar las bases de su validación. El componente cuantitativo, materializado en la prueba diagnóstica aplicada a los estudiantes, permite identificar con precisión los niveles de dominio en las competencias matemáticas previas al inicio del curso, ofreciendo datos objetivos que orientan el diseño del modelo. El componente cualitativo, desarrollado a través de las entrevistas semiestructuradas con los docentes y del análisis de documentos institucionales, permite comprender las percepciones y condiciones del contexto que rodean el problema, enriqueciendo el diagnóstico con una dimensión interpretativa que los datos cuantitativos por sí solos no pueden capturar.

La articulación de ambos componentes en un enfoque propositivo constituye en sí misma una contribución metodológica, al demostrar que es posible fundamentar el diseño de modelos pedagógicos innovadores en evidencia empírica sólida sin necesidad de una implementación

experimental previa. Este diseño puede servir de referente para investigaciones similares que busquen diseñar modelos pedagógicos en contextos universitarios latinoamericanos con características análogas, constituyéndose en un aporte tanto al campo de la investigación educativa como al de la innovación pedagógica en matemáticas.

1.5. Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Diseñar un modelo pedagógico innovador, fundamentado en el Enfoque Ontosemiótico, integrado con estrategias de gamificación, tecnología educativa y recursos didácticos adaptados, para fortalecer las competencias matemáticas en estudiantes de Cálculo Diferencial de la Fundación Universitaria Salesiana de Bogotá, Colombia, durante el período 2024-2025.

1.5.2 Objetivos específicos

- Caracterizar el nivel de competencia matemática de los estudiantes de Cálculo Diferencial en el desarrollo de competencias matemáticas, a partir de un diagnóstico del entorno educativo de la Fundación Universitaria Salesiana.
- Identificar los elementos de la práctica pedagógica que emplean los docentes en la enseñanza de Cálculo Diferencial, identificando fortalezas y oportunidades de mejora.
- Analizar los fundamentos teóricos del modelo pedagógico innovador y las competencias matemáticas en la enseñanza del Cálculo Diferencial, con base en el Enfoque Ontosemiótico, la gamificación y la tecnología educativa, como sustento conceptual del diseño propuesto.
- Elaborar un modelo pedagógico innovador que integre estrategias activas, gamificación y recursos teóricos pertinentes, alineado con el perfil de los estudiantes y los propósitos de la asignatura.
- Establecer criterios de calidad, pertinencia y coherencia interna que orienten la evaluación teórica del modelo y sirvan de base para su futura validación en contextos educativos similares.

1.6. Hipótesis

En el ámbito de la investigación científica, la hipótesis se concibe como una proposición o explicación tentativa que establece una relación presumible entre variables, fundamentada en referentes teóricos, evidencia empírica previa y observaciones del contexto de estudio. Su función principal es orientar el desarrollo de la investigación, proporcionando un marco de referencia que guía la recolección, análisis e interpretación de los datos.

En este sentido, la hipótesis no constituye una afirmación definitiva, sino una presunción susceptible de ser contrastada, aceptada o rechazada a partir de los hallazgos obtenidos durante el proceso investigativo. Su formulación exige que las variables sean claras, observables, medibles y coherentes con el fenómeno estudiado, así como que la relación planteada entre ellas sea lógica, verosímil y susceptible de análisis mediante técnicas metodológicas pertinentes.

En investigaciones con enfoque mixto, como la presente, la hipótesis adquiere un carácter integrador, al permitir articular la medición objetiva de variables —propia del enfoque cuantitativo— con la comprensión profunda de los fenómenos educativos —propia del enfoque cualitativo—. De esta manera, no solo cumple una función descriptiva o explicativa, sino también orientadora, al contribuir al análisis de la pertinencia teórica y metodológica de la propuesta planteada.

Asimismo, se reconoce que no toda investigación requiere necesariamente la formulación de hipótesis; sin embargo, en estudios donde se busca analizar relaciones entre variables o sustentar propuestas pedagógicas desde evidencia empírica, su inclusión fortalece el rigor científico y la coherencia interna del trabajo.

En coherencia con el enfoque metodológico adoptado y con base en los fundamentos teóricos expuestos, se plantea la siguiente hipótesis de investigación:

H₁: La integración de un modelo pedagógico innovador fundamentado en el Enfoque Ontosemiótico, que incorpora estrategias de gamificación y tecnología educativa, se asocia con el fortalecimiento de las competencias matemáticas en estudiantes de Cálculo

Diferencial de la Fundación Universitaria Salesiana de Bogotá, Colombia, durante el período 2024-2025.

H₀: La integración de un modelo pedagógico innovador fundamentado en el Enfoque Ontosemiótico, que incorpora estrategias de gamificación y tecnología educativa, no se asocia con el fortalecimiento de las competencias matemáticas en estudiantes de Cálculo Diferencial de la Fundación Universitaria Salesiana de Bogotá, Colombia, durante el período 2024-2025.

1.7. Alcances y delimitaciones

Delimitación Espacial: La investigación se llevó a cabo en la Fundación Universitaria Salesiana, institución educativa con sede principal en la ciudad de Bogotá, capital de Colombia. El campus de la universidad, estratégicamente ubicado en una zona céntrica de la ciudad, constituyó el escenario principal para el diseño teórico del modelo pedagógico innovador para el fortalecimiento de competencias matemáticas.

El campus se caracteriza por su infraestructura moderna y adecuada para la realización de actividades académicas, con aulas equipadas, espacios colaborativos y recursos tecnológicos disponibles que favorecen el desarrollo de propuestas pedagógicas innovadoras.

Delimitación Temporal: La presente investigación se llevó a cabo durante el período comprendido entre enero de 2024 y el segundo semestre de 2025. Este período se seleccionó para permitir el análisis teórico, la revisión documental, la aplicación de los instrumentos diagnósticos y el diseño de la propuesta, sin que se contemplara su implementación o validación experimental durante esta fase.

Delimitación Temática, Sustantiva/científica: La delimitación temática de esta investigación se sustentó en una cuidadosa selección de enfoques teóricos, metodológicos y prácticos que contribuyeron al logro de los objetivos propuestos. Esta delimitación se estructuró en tres dimensiones interrelacionadas.

La investigación se enfocó en las teorías y enfoques pedagógicos asociados a la enseñanza de las matemáticas, con especial atención a la disciplina de Cálculo Diferencial,

considerando teorías contemporáneas de aprendizaje, modelos educativos innovadores y enfoques que promovieron la comprensión profunda de los conceptos matemáticos, así como aportes teóricos relacionados con la integración efectiva de la tecnología educativa y la gamificación en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Desde el punto de vista metodológico, la investigación se fundamentó en un enfoque mixto, integrando métodos cualitativos y cuantitativos con el propósito de caracterizar el contexto educativo, comprender las prácticas docentes y analizar las necesidades de los estudiantes, utilizando instrumentos específicos como pruebas diagnósticas, entrevistas semiestructuradas y análisis documental. Finalmente, la aplicación práctica se delimitó al contexto específico de la asignatura de Cálculo Diferencial, dirigida a estudiantes de tercer semestre de la Fundación Universitaria Salesiana, considerando la adaptación de estrategias pedagógicas y la incorporación de tecnología educativa de manera coherente con las necesidades y características de los estudiantes.

CAPÍTULO 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

En este capítulo se presentan los fundamentos teóricos, normativos y conceptuales que sustentan el diseño del *Modelo pedagógico innovador fundamentado en el Enfoque Ontosemiótico para fortalecer las competencias matemáticas de los estudiantes de Cálculo Diferencial de la Fundación Universitaria Salesiana de Bogotá, Colombia, durante el periodo 2024-2025*. Mediante una revisión crítica de la literatura especializada y de los lineamientos educativos nacionales, se establece el marco referencial necesario para contextualizar la propuesta en el campo de la educación matemática. Este análisis permite comprender los desafíos actuales en la enseñanza del Cálculo Diferencial, así como identificar referentes teóricos clave —como el enfoque ontosemiótico y las estrategias de gamificación— que orientan el modelo propositivo desarrollado en esta investigación.

2.1. Estado del arte

El presente Estado del Arte recoge y analiza de manera crítica las investigaciones más relevantes desarrolladas en torno a las variables centrales de este estudio, el modelo pedagógico innovador y las competencias matemáticas en la enseñanza del Cálculo Diferencial, con el propósito de identificar los avances acumulados, los vacíos existentes y la originalidad del aporte que esta investigación ofrece. La búsqueda bibliográfica se delimitó espacialmente a producciones académicas de América Latina, España y países de habla inglesa, y temporalmente a publicaciones comprendidas entre 2010 y 2025, priorizando aquellas indexadas en Scopus, Eric, Redalyc y Scielo, con especial atención a trabajos de los últimos seis años que dan cuenta del estado más reciente del conocimiento en el área.

2.1.1 Antecedentes internacionales

Uno de los campos más desarrollados en la investigación internacional es el análisis de las dificultades que enfrentan los estudiantes universitarios en el aprendizaje del Cálculo Diferencial. Tall (2013) propuso el concepto de pensamiento matemático avanzado para explicar la brecha que existe entre la forma en que los estudiantes aprenden procedimientos en la educación media y la comprensión conceptual profunda que exige la educación superior, señalando que la enseñanza centrada en la mecanización no favorece la construcción de

significados matemáticos. Artigue (2011) amplió esta mirada al estudiar las reformas curriculares en Europa y América Latina, argumentando que ningún cambio programático produce mejoras reales si no va acompañado de una transformación genuina de las prácticas pedagógicas en el aula.

Investigaciones más recientes profundizan en la naturaleza de estas dificultades desde perspectivas complementarias. Martínez-Palmera, Combita-Niño y De-La-Hoz-Franco (2021) señalan que el alto grado de abstracción del cálculo limita a los estudiantes en la visualización de conceptos y genera errores sistemáticos que se acumulan a lo largo del curso, obstaculizando la resolución de problemas. Gutiérrez (2018) identificó que la falta de motivación producida por metodologías poco pertinentes es uno de los factores más influyentes en el bajo rendimiento, llegando en muchos casos a comprometer la permanencia de los estudiantes en los programas. Una revisión de literatura publicada en 2024 sobre dificultades en la educación superior confirma que la percepción de irrelevancia de las matemáticas es una barrera estructural que demanda enfoques pedagógicos capaces de conectar los contenidos con la práctica profesional de cada disciplina.

En lo que respecta al Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento Matemático, la investigación internacional ha avanzado de forma considerable en su aplicación a la enseñanza del cálculo. Godino, Batanero y Font (2007, 2023) desarrollaron un marco teórico que concibe el aprendizaje como construcción de significados en contextos de práctica institucional, identificando los conflictos semióticos como obstáculos específicos que requieren intervención didáctica. Rico Segura (2024) realizó una revisión sistemática con protocolo PRISMA en la que integra el EOS y las teorías APOE para mejorar la enseñanza del cálculo diferencial en ingeniería, concluyendo que esta articulación permite identificar con precisión los puntos críticos del aprendizaje y diseñar secuencias didácticas más pertinentes.

En esa misma línea, Verón (2023) construyó un Modelo Ontosemiótico del concepto de diferencial con implicaciones concretas para la formación docente en matemáticas universitarias, y Galindo (2023) investigó el proceso de enseñanza de la derivada con estudiantes de ingeniería bajo el marco del EOS, encontrando que el análisis de las configuraciones ontosemióticas permite anticipar y reducir los conflictos semióticos más frecuentes. Estos aportes confirman la pertinencia del EOS como sustento epistemológico del modelo propuesto en esta tesis, aunque

también evidencian que su articulación con estrategias activas como la gamificación y la tecnología educativa es un campo que permanece poco explorado en la literatura disponible.

La gamificación ha generado un campo de investigación propio dentro de la didáctica de las matemáticas. Deterding, Dixon, Khaled y Nacke (2011) fueron pioneros en definir el concepto con rigor académico y en distinguir sus aplicaciones educativas de los juegos propiamente dichos. Kim, Park y Baek (2020) demostraron empíricamente que la incorporación de retos, niveles y retroalimentación inmediata en asignaturas de alta complejidad incrementa la motivación intrínseca y la persistencia de los estudiantes de forma sostenida. Stott y Neustaedter (2013) aportaron evidencia de que los entornos gamificados estimulan el pensamiento lógico y la autoevaluación, dos competencias fundamentales en el aprendizaje del cálculo.

Vilcapoma Sandoval (2026) realizó una revisión sistemática con protocolo PRISMA en la que analizó 128 estudios publicados entre 2021 y 2025 en Scopus, Scielo y Web of Science, concluyendo que la gamificación fortalece la motivación, el rendimiento académico y la participación estudiantil, y que su eficacia depende del diseño pedagógico y no del uso de tecnologías digitales específicas. Cárdenas-Jarrín et al. (2024), en una revisión sobre herramientas de gamificación en educación superior matemática, identificaron que las estrategias más efectivas son las que combinan retroalimentación inmediata con narrativas de progreso, lo que orienta directamente el componente gamificado del modelo propuesto en esta investigación.

En el campo de la tecnología educativa, Pierce y Ball (2009) demostraron que las TIC favorecen la visualización y manipulación de representaciones matemáticas, mejorando la comprensión conceptual de los estudiantes. Calder y Campbell (2020) confirmaron que los simuladores y visualizadores interactivos permiten explorar conceptos abstractos de manera intuitiva, y Gresalfi y Barnes (2020) propusieron que la tecnología debe funcionar como mediador semiótico que genere participación activa y sentido de pertenencia con el conocimiento, superando su uso como simple recurso de apoyo. Estos planteamientos son coherentes con la visión del EOS, que concibe las herramientas tecnológicas como mediadores en la construcción de significados matemáticos.

Laderas Huilcahuari, Acori Flores y Villa Pérez (2023) evaluaron el impacto de GeoGebra en la enseñanza del Cálculo Diferencial e Integral mediante un diseño

cuasi-experimental con dos grupos independientes, encontrando mejoras significativas en metacognición, lenguaje simbólico y pensamiento matemático espacial, y recomendando articular este software con estrategias pedagógicas innovadoras para maximizar su impacto. Una revisión reciente sobre software matemático en educación superior (Revista G-nerando, 2025) señala que herramientas como GeoGebra, Desmos y Wolfram Alpha facilitan la comprensión de la derivada, el límite y la continuidad mediante visualización interactiva, promoviendo la resolución de problemas desde un enfoque experimental que se articula de forma natural con los principios del EOS.

Pese a la riqueza de los aportes revisados, el análisis crítico de la literatura internacional revela una limitación persistente: los estudios sobre EOS, gamificación y tecnología educativa se desarrollan de forma paralela, sin articularse en un modelo pedagógico integrador orientado específicamente al Cálculo Diferencial en educación superior. Esta fragmentación impide aprovechar las sinergias entre los tres componentes y constituye el vacío teórico central que esta investigación se propone llenar.

2.1.2 Antecedentes nacionales y locales

En Colombia, Guacaneme, Obando, Garzón y Villa-Ochoa (2016) realizaron un diagnóstico sobre la enseñanza de las matemáticas en la educación superior, identificando que las tasas de reprobación en asignaturas de cálculo superan el 40% en la mayoría de instituciones y que las metodologías predominantes continúan centradas en la transmisión de procedimientos, con escasa incorporación de estrategias activas o tecnológicas de manera sistemática. El Ministerio de Educación Nacional (2020) reconoció en sus informes de política educativa que la deserción en programas STEM está estrechamente vinculada al fracaso en las asignaturas de matemáticas de los primeros semestres, confirmando el carácter estructural del problema y la urgencia de propuestas pedagógicas fundamentadas que respondan a esta realidad desde referentes teóricos sólidos y contextualizados.

A nivel institucional, los informes de resultados de prueba diagnóstica elaborados en la Fundación Universitaria Salesiana de Bogotá para la asignatura de Cálculo Diferencial, correspondientes a los períodos 2022-2 a 2025-1 (Sanabria, 2022-2025), constituyen el antecedente empírico más directo de esta investigación. Estos documentos revelan una tendencia

sostenida en los bajos niveles de entrada: el porcentaje de acierto en la prueba diagnóstica descendió del 30,39% en 2022-2 al 9,40% en 2024-1, y el dominio de los prerrequisitos de Álgebra Lineal fue del 0% durante los períodos 2024-1, 2024-2 y 2025-1. Estos hallazgos, coherentes con los patrones documentados a nivel nacional e internacional, confirman que las dificultades identificadas en la FUS son estructurales y sostenidas en el tiempo, y otorgan a esta investigación un anclaje empírico institucional que la distingue de propuestas construidas exclusivamente desde la revisión teórica.

2.1.3 Vacíos identificados y posicionamiento del investigador

El análisis crítico de la literatura revisada permite identificar tres vacíos que justifican la originalidad de esta investigación. El primero es teórico: no existe en la literatura iberoamericana un modelo pedagógico que integre de manera coherente el EOS, la gamificación y la tecnología educativa en un marco didáctico orientado al Cálculo Diferencial en educación superior. El segundo es contextual: los estudios sobre el EOS en la enseñanza del cálculo son escasos en Colombia y prácticamente inexistentes en instituciones privadas de mediano tamaño, lo que limita la transferibilidad de la investigación existente al contexto de la FUS. El tercero es empírico: no se encontraron estudios que basen el diseño de un modelo pedagógico en datos diagnósticos longitudinales propios de la institución, como los que fundamentan esta propuesta.

Ante estos vacíos, esta investigación se posiciona como un aporte original que construye, desde la evidencia diagnóstica institucional y los fundamentos teóricos revisados, un modelo pedagógico innovador que responde a las necesidades específicas de la Fundación Universitaria Salesiana con proyección hacia otros contextos universitarios latinoamericanos. La investigadora asume una postura de síntesis crítica: reconoce los avances de cada línea revisada, identifica sus limitaciones y propone una articulación que supera las fronteras disciplinares de cada campo, contribuyendo al avance de la didáctica de las matemáticas para la educación superior.

2.2. Marco teórico

2.2.1 Revisión de la Literatura

En este apartado se expone una revisión sistemática de los estudios más relevantes que fundamentan la construcción del modelo innovador propuesto para fortalecer las competencias

matemáticas en estudiantes de Cálculo Diferencial en la Fundación Universitaria Salesiana. La literatura se organiza en cuatro bloques temáticos que permiten abordar las principales dimensiones de la investigación: el desarrollo conceptual de las competencias matemáticas, las estrategias pedagógicas mediadas por tecnologías, la resolución de problemas en el campo de las matemáticas, y la gamificación como estrategia de motivación y aprendizaje activo. Estos bloques no solo proporcionan una base teórica rigurosa para el diseño del modelo, sino que también permiten contextualizar sus componentes a partir de evidencias empíricas y desarrollos actuales en educación matemática.

2.2.1.1 Teorías y Conceptos Generales en Competencias Matemáticas

La noción de competencia matemática ha evolucionado hacia una concepción amplia y multifacética que incluye no solo la ejecución de procedimientos, sino también la comprensión conceptual, el razonamiento, la argumentación y la capacidad para aplicar los saberes en contextos diversos. Según Kilpatrick, Swafford y Findell (2001), el desarrollo de competencias matemáticas se articula en torno a cinco componentes: comprensión conceptual, fluidez procedimental, capacidad estratégica, razonamiento adaptativo y disposición productiva. Estos elementos son esenciales para que los estudiantes enfrenten con solvencia los desafíos propios del pensamiento matemático.

Niss y Højgaard (2019), por su parte, profundizan en el carácter funcional de las competencias, incorporando dimensiones como la modelación matemática, la comunicación y la capacidad de utilizar las matemáticas en contextos reales. Estos autores insisten en que las competencias no se desarrollan en abstracto, sino en escenarios de aprendizaje situados, lo que conecta directamente con el enfoque contextualizado del modelo propuesto en esta investigación.

En esta misma línea, Schoenfeld (2014) plantea que el desarrollo de competencias matemáticas exige integrar habilidades metacognitivas que permitan a los estudiantes planificar, monitorear y regular sus propios procesos de resolución de problemas. Esta visión reconoce el papel activo del sujeto en la construcción del conocimiento, en consonancia con los enfoques constructivistas y socioconstructivistas que guían esta investigación.

Desde este enfoque, las competencias matemáticas se conciben como capacidades estructurantes del pensamiento matemático, lo que implica que su fortalecimiento no puede depender exclusivamente de la transmisión de contenidos, sino de experiencias significativas de aprendizaje, mediadas por herramientas tecnológicas, estrategias didácticas activas y propuestas innovadoras como las que se propone desarrollar en este modelo pedagógico.

2.2.1.2 Estrategias Pedagógicas y Tecnología en la Enseñanza de Matemáticas

La transformación de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas exige la incorporación de estrategias pedagógicas activas y tecnologías que respondan a los desafíos contemporáneos de la educación superior. En esta investigación, estas estrategias se articulan con la necesidad de fortalecer competencias matemáticas en el contexto específico de la asignatura Cálculo Diferencial, una de las que presenta mayor índice de dificultad para los estudiantes universitarios.

Autores como Hmelo-Silver (2004) destacan la enseñanza basada en problemas (PBL) como una metodología que favorece el aprendizaje significativo al involucrar al estudiante en situaciones reales que requieren aplicar conceptos matemáticos de manera contextualizada. Esta metodología, al fomentar la indagación, el trabajo colaborativo y la construcción activa del conocimiento, resulta pertinente para el modelo propuesto.

La integración de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el aula ha demostrado tener un impacto positivo en el compromiso, la motivación y el rendimiento de los estudiantes (Pierce & Ball, 2009). En este sentido, se plantea el uso de plataformas interactivas, simuladores, visualizadores gráficos y recursos digitales que faciliten la comprensión de conceptos abstractos, haciendo más accesible el aprendizaje del cálculo.

Gresalfi y Barnes (2020) proponen que el diseño de experiencias de aprendizaje tecnológicamente mediadas debe enfocarse no solo en la transmisión de contenidos, sino en generar participación activa y sentido de pertenencia del estudiante con el conocimiento matemático. De este modo, la tecnología se convierte en un recurso mediador que potencia las interacciones significativas en el aula.

En el marco de esta investigación, la incorporación de herramientas digitales no es un componente aislado, sino un eje transversal que acompaña las estrategias didácticas innovadoras. El diseño del modelo considera tanto el uso de TIC como la adaptación de recursos existentes y la creación de materiales propios, alineados con las necesidades de los estudiantes de la Fundación Universitaria Salesiana y con la lógica de una educación inclusiva, contextualizada y transformadora.

2.2.1.3 Resolución de Problemas en Diversos Campos de la Matemática

La resolución de problemas representa una competencia central en la formación matemática y un eje fundamental en el desarrollo del pensamiento crítico, reflexivo y autónomo en los estudiantes. En el contexto de la enseñanza del Cálculo Diferencial, esta habilidad se vuelve aún más relevante al implicar no solo el dominio de procedimientos, sino la capacidad de interpretar situaciones, formular estrategias y evaluar soluciones desde una perspectiva argumentativa y contextualizada.

Autores clásicos como Polya (1957) han fundamentado la enseñanza de la matemática en la heurística de la resolución de problemas, proponiendo una secuencia metodológica que incluye la comprensión del problema, la elaboración de un plan, su ejecución y la revisión del resultado. Este enfoque sigue siendo vigente al reconocer que enseñar matemáticas es también enseñar a pensar matemáticamente.

Schoenfeld (1985, 2014) amplía esta mirada al incluir la importancia de la metacognición en el proceso de resolución, al señalar que no basta con tener habilidades procedimentales, sino que se requiere planificar, monitorear y evaluar las propias estrategias de resolución. Este componente resulta esencial para fortalecer competencias matemáticas, ya que promueve en el estudiante una postura activa frente al conocimiento.

Lesh y Zawojewski (2007) destacan el valor de la modelación matemática como herramienta para trasladar fenómenos del mundo real a representaciones matemáticas, permitiendo que el estudiante articule conocimientos de diferentes áreas y desarrolle habilidades para interpretar, analizar y tomar decisiones. En el caso del Cálculo Diferencial, esta modelación

puede facilitar la comprensión de tasas de cambio, crecimiento y optimización en contextos reales.

Desde esta perspectiva, la presente investigación plantea que la enseñanza del cálculo debe superar el enfoque tradicional centrado en la mecanización de procedimientos, para adoptar metodologías que posicionen al estudiante como resolutor de problemas. Al hacerlo, se promueve el desarrollo de competencias transferibles, como la toma de decisiones, la argumentación lógica y la exploración de múltiples vías de solución, en coherencia con los enfoques innovadores que sustentan el modelo propuesto.

2.2.1.4 Uso de herramientas tecnológicas y gamificación

En el marco de la educación matemática contemporánea, el uso de herramientas tecnológicas y estrategias de gamificación ha cobrado especial relevancia como respuesta pedagógica a los desafíos que plantea la enseñanza del Cálculo Diferencial en el nivel superior. Estas dos dimensiones, aunque con fundamentos conceptuales distintos, comparten un propósito común: transformar los entornos de aprendizaje en espacios más dinámicos, participativos y significativos, capaces de atender la diversidad de ritmos, estilos cognitivos y niveles de preparación con que ingresan los estudiantes a esta asignatura.

Tecnología educativa en la enseñanza del Cálculo Diferencial

La integración de la tecnología en el aula de matemáticas ha evolucionado de manera sostenida desde el uso de calculadoras científicas hasta la incorporación de software de geometría dinámica, simuladores interactivos y plataformas de aprendizaje adaptativo. Pierce y Ball (2009) demostraron que las TIC favorecen la participación de los estudiantes al facilitar la visualización y manipulación de representaciones matemáticas, lo que resulta especialmente valioso en conceptos abstractos como el límite, la derivada y la integral, donde la representación gráfica y dinámica puede reducir significativamente los conflictos semióticos asociados a su comprensión. Calder y Campbell (2020) profundizaron en este hallazgo al evidenciar que las simulaciones digitales y los visualizadores interactivos permiten a los estudiantes explorar los conceptos de manera intuitiva, generando experiencias de aprendizaje más auténticas y transferibles.

En el ámbito específico del Cálculo Diferencial, el software GeoGebra ha emergido como una de las herramientas más ampliamente estudiadas y validadas empíricamente. Laderas Huilcahuari, Acori Flores y Villa Pérez (2023), en un estudio cuasi-experimental con dos grupos independientes (N=60) publicado en la Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, evaluaron su impacto en la enseñanza del Cálculo Diferencial e Integral en educación superior, encontrando mejoras estadísticamente significativas en metacognición, lenguaje simbólico y pensamiento matemático espacial. El test de Kolmogorov-Smirnov aplicado en el estudio confirmó diferencias sustanciales entre el grupo que utilizó GeoGebra y el grupo control, lo que refuerza la pertinencia de este software como mediador semiótico en la enseñanza del cálculo. Una revisión bibliográfica reciente sobre el impacto del software matemático en el Cálculo Diferencial confirma que herramientas como GeoGebra, Desmos y Wolfram Alpha facilitan la comprensión de la derivada, el límite y la continuidad mediante la representación visual interactiva, y que su uso orientado pedagógicamente produce resultados superiores a su uso como simple recurso de apoyo (Revista G-nerando, 2025).

Gresalfi y Barnes (2020) proponen que el diseño de experiencias tecnológicamente mediadas en matemáticas debe ir más allá de la presentación de contenidos para enfocarse en generar participación activa y sentido de agencia del estudiante frente al conocimiento matemático. Desde esta perspectiva, la tecnología educativa no es un fin en sí misma sino un mediador semiótico que, cuando se articula con fundamentos didácticos sólidos, potencia la interacción significativa con los objetos matemáticos y favorece la construcción de representaciones más ricas y articuladas. Esta visión es plenamente coherente con el Enfoque Ontosemiótico adoptado en esta investigación, que concibe las herramientas tecnológicas como instrumentos que amplían el repertorio semiótico del estudiante y facilitan la coordinación entre distintos registros de representación de un mismo objeto matemático.

En el contexto colombiano, la integración de tecnología en la enseñanza de las matemáticas ha sido respaldada normativamente desde los Lineamientos Curriculares del MEN (1998) hasta los documentos más recientes sobre educación virtual y uso de TIC. Sin embargo, como señalan Martínez-Palmera et al. (2021), la disponibilidad de recursos tecnológicos no garantiza por sí sola mejoras en el aprendizaje: lo determinante es la coherencia entre las herramientas seleccionadas, los objetivos de aprendizaje y la propuesta pedagógica que las

enmarca. En la Fundación Universitaria Salesiana, los informes diagnósticos institucionales (Sanabria, 2022-2025) evidencian que, aunque los docentes incorporan ocasionalmente recursos tecnológicos en sus clases, este uso no responde aún a una planificación didáctica sistemática, lo que limita su impacto en el desarrollo de competencias matemáticas.

Gamificación como estrategia pedagógica activa

La gamificación, entendida como la aplicación de elementos propios del diseño de juegos en contextos educativos no lúdicos, ha generado un campo de investigación propio con evidencia empírica creciente sobre su eficacia pedagógica. Deterding, Dixon, Khaled y Nacke (2011) fueron los primeros en establecer una definición académicamente rigurosa del concepto, distinguiéndolo de los juegos propiamente dichos y de los serious games, e identificando los elementos de diseño que lo caracterizan: puntos, niveles, insignias, tablas de clasificación, retos, narrativas y retroalimentación inmediata. Esta distinción conceptual es fundamental para comprender la gamificación como una estrategia pedagógica y no como un simple recurso lúdico.

Kim, Park y Baek (2020) demostraron empíricamente que la incorporación de estos elementos en asignaturas de alta complejidad incrementa de forma sostenida la motivación intrínseca y la persistencia de los estudiantes, dos factores directamente relacionados con el rendimiento académico en el Cálculo Diferencial. Stott y Neustaedter (2013) complementaron este hallazgo al evidenciar que los entornos gamificados favorecen el desarrollo del pensamiento lógico, la autoevaluación constante y la resolución creativa de problemas, competencias que el EOS identifica como componentes esenciales de la actividad matemática. Bai, Pan, Hirumi y Kebritchi (2012) aportaron evidencia adicional sobre el valor de los juegos digitales educativos, señalando que promueven aprendizajes más duraderos y transferibles que los métodos tradicionales, especialmente cuando su diseño incorpora retroalimentación inmediata y desafíos graduados en dificultad.

Investigaciones más recientes consolidan y matizan estos hallazgos. Vilcapoma Sandoval (2026), en una revisión sistemática con protocolo PRISMA que analizó 128 estudios publicados entre 2021 y 2025, confirmó que la gamificación incrementa la motivación, el rendimiento y la

participación estudiantil, y que su eficacia depende fundamentalmente del diseño pedagógico subyacente y no del uso de tecnologías específicas. Este hallazgo es especialmente relevante para el diseño del modelo propuesto en esta investigación, ya que indica que la gamificación puede implementarse incluso con recursos tecnológicos básicos, siempre que esté articulada con objetivos de aprendizaje claros y secuencias didácticas bien diseñadas. Cárdenas-Jarrín et al. (2024), en una revisión sistemática sobre herramientas de gamificación en educación superior matemática, identificaron que las estrategias más efectivas son las que combinan retroalimentación inmediata con narrativas de progreso y permiten al estudiante visualizar su avance de manera continua.

Desde el Enfoque Ontosemiótico, la gamificación adquiere una dimensión didáctica específica que va más allá de su función motivacional. Al incorporar elementos lúdicos en secuencias de aprendizaje matemático, se generan prácticas sociales de significación en las que el estudiante actúa, interpreta, representa y comunica contenido matemático en contextos estructurados pero dinámicos. Los retos y misiones gamificadas pueden diseñarse de modo que el estudiante deba coordinar distintos registros de representación de un mismo objeto matemático, enfrentarse a conflictos cognitivos que lo inviten a reconstruir sus esquemas previos y validar sus soluciones en interacción con otros. De esta manera, la gamificación no solo incrementa la motivación, sino que puede convertirse en un vehículo para el desarrollo de competencias matemáticas profundas y transferibles.

Articulación entre tecnología educativa y gamificación desde el EOS

La articulación entre tecnología educativa y gamificación en un marco ontosemiótico constituye el núcleo innovador del modelo pedagógico propuesto en esta investigación. Mientras que la tecnología aporta los mediadores semióticos que diversifican los registros de representación y facilitan la exploración de objetos matemáticos abstractos, la gamificación provee la estructura motivacional y participativa que mantiene al estudiante comprometido con el proceso de aprendizaje. Su integración coherente, orientada por los principios del EOS, permite diseñar secuencias didácticas que atienden simultáneamente las dimensiones cognitiva, semiótica, motivacional y social del aprendizaje del Cálculo Diferencial.

Esta articulación no es novedosa en su propósito, ya que tanto la tecnología como la gamificación han sido señaladas de forma independiente como estrategias eficaces para mejorar el aprendizaje matemático. Lo que sí resulta original en el contexto iberoamericano es su integración sistemática en un modelo pedagógico fundamentado explícitamente en el EOS, lo que les otorga una coherencia teórica que va más allá de su uso instrumental. Al diseñar las actividades tecnológicas y gamificadas como situaciones didácticas orientadas a la construcción de significados matemáticos específicos, se supera la visión de estas herramientas como simples recursos de apoyo y se las posiciona como componentes estructurales de la propuesta pedagógica. Este es, precisamente, el vacío que la presente investigación busca llenar en el campo de la didáctica de las matemáticas para la educación superior colombiana.

2.2.2. Definición de una Perspectiva Teórica

El presente apartado desarrolla la perspectiva teórica que articula distintos enfoques sobre el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas, con el propósito de proporcionar un sustento epistemológico sólido que oriente la comprensión de los procesos cognitivos, sociales y culturales implicados en la formación de competencias matemáticas. La elección de estos enfoques responde a la necesidad de abordar el fenómeno educativo desde una mirada amplia, capaz de sostener el diseño de estrategias pedagógicas contextualizadas y el uso significativo de tecnologías y recursos didácticos, en coherencia con los objetivos del modelo pedagógico propuesto.

2.2.2.1 Enfoque Constructivista

El enfoque constructivista, sustentado en las contribuciones de Piaget y retomado parcialmente por Vygotsky, plantea que el conocimiento no se transmite de forma pasiva, sino que se construye activamente a través de la interacción del estudiante con su entorno y su conocimiento previo. Esta perspectiva resulta fundamental para comprender cómo se desarrollan las competencias matemáticas, en tanto promueve procesos de aprendizaje significativos, basados en la exploración, la experimentación y la reflexión autónoma (Piaget, 1970; Vygotsky, 1978). Desde esta visión, el error no se concibe como un fracaso sino como una oportunidad de re

equilibración cognitiva, en la que el estudiante reorganiza sus esquemas previos para integrar la nueva información de manera coherente con su estructura de pensamiento.

Desde esta perspectiva, el modelo pedagógico propuesto en la presente investigación enfatiza la necesidad de generar experiencias que permitan a los estudiantes de Cálculo Diferencial construir su propio conocimiento matemático. Se favorecen así actividades que estimulen la comprensión conceptual profunda, más allá de la repetición mecánica de procedimientos, promoviendo una apropiación activa y crítica de los saberes matemáticos. En coherencia con los principios constructivistas, el diagnóstico inicial que sustenta este modelo no busca únicamente identificar deficiencias, sino reconocer los esquemas previos de los estudiantes como punto de partida para la construcción de nuevos significados.

Ausubel (1983) complementa la perspectiva constructivista con el concepto de aprendizaje significativo, señalando que el nuevo conocimiento sólo se incorpora de manera duradera cuando se conecta con estructuras cognitivas previas que el estudiante ya posee. En el caso del Cálculo Diferencial, esto implica que la enseñanza del límite, la derivada y la tasa de cambio debe partir de situaciones y contextos que el estudiante reconozca como relevantes para su formación profesional, facilitando así la conexión entre los nuevos conceptos matemáticos y los conocimientos algebraicos y geométricos que ya maneja.

En el contexto específico del Cálculo Diferencial, el enfoque constructivista orienta el diseño de secuencias didácticas que avanzan de manera progresiva desde los conocimientos previos hacia la construcción de conceptos más complejos. Esta lógica de construcción gradual es plenamente coherente con los principios del EOS, que concibe el aprendizaje como un proceso de reconstrucción de significados a partir de prácticas matemáticas situadas, en el que cada nuevo objeto matemático se construye sobre la base de prácticas y objetos anteriores ya consolidados por el estudiante.

2.2.2.2 Enfoque Sociocultural

El enfoque sociocultural, con base en los planteamientos de Vygotsky, reconoce que el aprendizaje es un proceso profundamente influenciado por los contextos sociales, culturales e históricos en los que se desarrolla el estudiante. Desde esta perspectiva, el conocimiento no

emerge de manera aislada en la mente individual sino que se construye a través de la interacción con otros y mediante herramientas culturales como el lenguaje, los símbolos y las tecnologías (Vygotsky, 1978). Esta visión resulta especialmente pertinente para la enseñanza del Cálculo Diferencial, donde la construcción de significados matemáticos exige una mediación permanente entre el estudiante, el docente y los recursos didácticos disponibles en el contexto institucional.

Un concepto central de este enfoque con especial relevancia para la presente investigación es la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), definida por Vygotsky (1978) como la distancia entre lo que el estudiante puede lograr de manera autónoma y lo que puede alcanzar con la mediación de un par más competente o de una herramienta cultural. En el contexto del Cálculo Diferencial, la ZDP orienta el diseño de actividades gamificadas y tecnológicamente mediadas que funcionan como andamiajes, apoyando al estudiante en la construcción de conceptos que aún no domina de manera independiente y reduciendo así los conflictos semióticos identificados en el diagnóstico institucional de la FUS.

El modelo pedagógico propuesto contempla el aprendizaje colaborativo y el uso de tecnologías educativas como elementos que enriquecen el entorno sociocultural del aula. Estas herramientas no solo amplían el acceso a la información sino que generan espacios de interacción, diálogo y negociación de significados matemáticos entre los estudiantes. Gresalfi y Barnes (2020) subrayan que cuando las actividades tecnológicas se diseñan de forma intencionada pueden potenciar prácticas matemáticas auténticas y fomentar la participación activa del estudiante en su propio proceso de aprendizaje, transformando el aula en una comunidad de práctica donde el conocimiento matemático se construye colectivamente.

Desde el EOS, la dimensión sociocultural del aprendizaje se articula con la noción de contexto institucional como determinante del significado de los objetos matemáticos. Los conflictos semióticos que enfrentan los estudiantes de Cálculo Diferencial de la FUS no son fenómenos puramente cognitivos sino que están condicionados por el entorno social y cultural en el que aprenden: las expectativas institucionales, las prácticas pedagógicas predominantes y los recursos disponibles configuran el marco dentro del cual los estudiantes construyen sus significados matemáticos. El modelo propuesto, al integrar estrategias colaborativas y

tecnológicas en un marco ontosemiótico, busca transformar ese entorno para hacerlo más propicio a la construcción de significados matemáticos sólidos y transferibles.

2.2.2.3 Enfoque Cognitivo

El enfoque cognitivo se centra en el estudio de los procesos mentales que intervienen en el aprendizaje, como la percepción, la atención, la memoria, el razonamiento y la resolución de problemas. En el contexto de esta investigación, resulta clave para comprender cómo los estudiantes de Cálculo Diferencial adquieren, procesan y recuperan la información matemática necesaria para desarrollar competencias sólidas en esta área. A diferencia de los enfoques conductistas que conciben el aprendizaje como una respuesta observable a estímulos externos, el enfoque cognitivo reconoce la importancia de los procesos internos de representación, organización y transformación del conocimiento como determinantes del aprendizaje efectivo.

Anderson (1983) distingue entre dos tipos de conocimientos esenciales para el aprendizaje matemático: el conocimiento declarativo, que corresponde al saber qué — definiciones, propiedades y teoremas — y el conocimiento procedimental, que corresponde al saber cómo — algoritmos, técnicas y estrategias de resolución. En la enseñanza tradicional del Cálculo Diferencial predomina el desarrollo del conocimiento procedimental a expensas del declarativo, lo que genera estudiantes capaces de aplicar la regla de la cadena o calcular una derivada pero incapaces de interpretar su significado o de transferirlo a situaciones nuevas. El modelo propuesto en esta investigación busca equilibrar ambos tipos de conocimiento, articulando la comprensión conceptual con la fluidez procedimental en coherencia con los principios del EOS.

La teoría de la carga cognitiva propuesta por Sweller (1988) aporta un marco preciso para el diseño instruccional del modelo pedagógico. Esta teoría plantea que la memoria de trabajo tiene una capacidad limitada y que el aprendizaje eficaz requiere gestionar adecuadamente tres tipos de carga: la carga intrínseca, determinada por la complejidad del contenido; la carga extrínseca, generada por el diseño instruccional; y la carga relevante, asociada al procesamiento que contribuye directamente al aprendizaje. En el Cálculo Diferencial, la alta carga intrínseca de

conceptos como el límite o la derivada exige un diseño instruccional que minimice la carga extrínseca y maximice la relevante, lo que justifica el uso de representaciones visuales dinámicas como las que ofrecen GeoGebra y Desmos.

Tall (2013) señala que muchos estudiantes universitarios experimentan una sobrecarga cognitiva al enfrentarse simultáneamente a la notación simbólica del cálculo, su interpretación gráfica y su aplicación en contextos de resolución de problemas. Esta observación es coherente con los hallazgos del diagnóstico institucional de la FUS, donde los resultados más bajos se concentran precisamente en habilidades que requieren coordinar distintos registros de representación, como el uso de expresiones algebraicas y la modelación matemática. El modelo propuesto responde a esta dificultad al incorporar herramientas tecnológicas que distribuyen la carga cognitiva entre distintos registros de representación, y al diseñar secuencias didácticas que introducen progresivamente la complejidad conceptual, en plena coherencia con los principios ontosemióticos que orientan la propuesta.

2.2.2.4 Enfoque Sociocconstructivista

El enfoque socioconstructivista integra principios del constructivismo y del enfoque sociocultural, resaltando que el conocimiento se construye de manera activa a través de la interacción social, el lenguaje y el contexto. Esta perspectiva considera que el aprendizaje no es un acto individual sino una práctica social donde los significados se negocian y se enriquecen mediante la colaboración entre pares, la mediación del docente y el uso de herramientas culturales compartidas. A diferencia del constructivismo piagetiano, que enfatiza la construcción individual del conocimiento, el socioconstructivismo reconoce que el aprendizaje matemático ocurre fundamentalmente en el espacio de la interacción social y que los significados que construyen los estudiantes son inseparables del contexto cultural e institucional en el que aprenden.

Autores como Palincsar (1998) y Cobb (1994) sostienen que los estudiantes desarrollan comprensión al participar en actividades significativas junto con sus pares y mediadores. En este proceso, el entorno de aprendizaje debe facilitar el diálogo, la cooperación y la co-construcción del conocimiento, de manera que cada estudiante pueda beneficiarse de las perspectivas y

estrategias de los demás. En el contexto del Cálculo Diferencial, esta perspectiva orienta el diseño de actividades colaborativas en las que los estudiantes resuelven problemas de manera conjunta, discuten estrategias de solución y construyen colectivamente el significado de conceptos como la derivada o el límite, transformando así el error en una oportunidad de aprendizaje compartido y la argumentación en un componente esencial de la formación matemática.

Este enfoque resulta especialmente pertinente para el modelo innovador propuesto, ya que promueve el uso de estrategias pedagógicas centradas en el trabajo colaborativo y el aprendizaje activo, apoyado en recursos digitales y dinámicas gamificadas. Al implementar elementos de gamificación como retos colectivos, retroalimentación inmediata y recompensas simbólicas, se favorece la interacción significativa entre estudiantes, potenciando el desarrollo de competencias matemáticas desde una dimensión social y participativa. Bai et al. (2012) evidenciaron que los entornos de aprendizaje gamificados que incorporan componentes colaborativos producen aprendizajes más duraderos y transferibles que los enfoques individuales, lo que refuerza la pertinencia de este elemento en el diseño del modelo propuesto.

Desde el EOS, el enfoque socioconstructivista se articula con la noción de práctica matemática como unidad de análisis del aprendizaje. Godino et al. (2007) conciben la actividad matemática como un sistema de prácticas sociales e institucionales en las que los estudiantes actúan, representan, argumentan y comunican contenido matemático en interacción con otros. Esta visión es coherente con el diseño del modelo propuesto, que contempla el aula como una comunidad de práctica matemática donde la gamificación y la tecnología educativa actúan como mediadores que enriquecen las interacciones, diversifican los registros de representación y favorecen la construcción colectiva de significados matemáticos en el contexto específico del Cálculo Diferencial de la FUS.

2.2.2.5 Enfoque Ontosemiótico

El Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemática (EOS), desarrollado por Juan Díaz Godino y ampliado con las contribuciones de Carmen Batanero y Vicenç Font en la Universidad de Granada, se constituye en un marco teórico integral para el

análisis de los procesos de enseñanza, aprendizaje y producción matemática (Godino, Batanero & Font, 2007). Este enfoque entiende el conocimiento matemático como un sistema de prácticas institucionales orientadas a la resolución de problemas, en el que se articulan dimensiones ontológicas, semióticas, epistémicas y didácticas. Su potencia radica en que no se limita a describir el aprendizaje desde una perspectiva cognitiva o social, sino que integra ambas dimensiones en un marco unificado que permite analizar simultáneamente los objetos matemáticos, los significados que construyen los estudiantes y las condiciones institucionales que condicionan ese proceso.

Desde la perspectiva ontosemiótica, los objetos matemáticos no son entes abstractos desligados del contexto, sino configuraciones de prácticas que adquieren significado en función de los problemas que permiten resolver y de las normas institucionales que los regulan (Godino, 2003; Godino et al., 2007). El EOS distingue seis tipos de objetos matemáticos primarios que emergen de la actividad matemática: situaciones-problemas, lenguajes, conceptos, proposiciones, procedimientos y argumentos. En la enseñanza del Cálculo Diferencial, estos objetos se articulan en configuraciones ontosemióticas complejas: el concepto de derivada, por ejemplo, implica simultáneamente situaciones de variación y cambio, lenguaje algebraico y gráfico, procedimientos de diferenciación, proposiciones sobre sus propiedades y argumentos sobre su interpretación geométrica como pendiente de la recta tangente.

Una de las herramientas conceptuales más relevantes del EOS para esta investigación es la noción de conflicto semiótico, entendido como la disparidad entre los significados atribuidos a un objeto matemático por distintos sujetos o en distintos contextos de uso (Godino et al., 2007). En el Cálculo Diferencial, los conflictos semióticos son frecuentes y persistentes: los estudiantes suelen confundir el concepto de límite con el valor que toma la función en el punto, interpretan la derivada exclusivamente como un algoritmo de diferenciación sin comprender su significado como tasa de cambio instantánea, o no logran articular las representaciones algebraica, gráfica y numérica de un mismo objeto matemático. Los informes diagnósticos de la FUS (Sanabria, 2022-2025) documentan con precisión estas dificultades, evidenciando que el 0% de dominio en prerrequisitos de Álgebra Lineal refleja no sólo vacíos procedimentales sino conflictos semióticos profundos en la comprensión de los objetos algebraicos que sustentan el cálculo.

El EOS también aporta la noción de idoneidad didáctica, entendida como el grado en que un proceso de instrucción satisface criterios de pertinencia epistémica, cognitiva, interaccional, mediacional, afectiva e institucional (Godino et al., 2007). Este concepto proporciona un marco evaluativo preciso para el modelo pedagógico propuesto: la idoneidad epistémica se garantiza al seleccionar tareas que representen fielmente los objetos matemáticos del cálculo; la idoneidad mediacional mejora al incorporar herramientas tecnológicas como GeoGebra y Desmos que diversifican los registros de representación; la idoneidad afectiva se fortalece mediante estrategias de gamificación que incrementan la motivación y reducen la ansiedad matemática; y la idoneidad institucional se asegura al alinear el modelo con los lineamientos curriculares de la FUS y las políticas del MEN.

En el marco de esta investigación, el EOS constituye el eje articulador de todos los enfoques teóricos revisados, en tanto ofrece un lenguaje conceptual compartido que permite integrar las dimensiones constructivista, sociocultural, cognitiva y socioconstructivista del aprendizaje matemático en un marco unificado y coherente. La gamificación y la tecnología educativa, lejos de ser elementos externos al modelo, se posicionan desde el EOS como mediadores semióticos que amplían el repertorio de objetos y prácticas matemáticas disponibles para los estudiantes, reducen los conflictos semióticos y favorecen la construcción de significados más ricos, articulados y transferibles. En este sentido, el EOS no solo fundamenta el modelo sino que le otorga una coherencia epistemológica que lo distingue de propuestas que incorporan gamificación o tecnología de manera instrumental, sin un sustento didáctico explícito.

2.2.2.6 Relación de los enfoques teóricos con la investigación

Los cinco enfoques teóricos desarrollados en los apartados anteriores no constituyen perspectivas aisladas sino un sistema integrado de referentes epistemológicos que se articulan de manera complementaria para sustentar el diseño del modelo pedagógico innovador propuesto. Cada enfoque aporta una dimensión específica para comprender la complejidad del aprendizaje del Cálculo Diferencial: el constructivismo orienta la construcción progresiva del conocimiento a partir de saberes previos, el enfoque sociocultural reconoce el papel determinante del contexto y la mediación en ese proceso, el enfoque cognitivo provee herramientas para gestionar la carga

mental que impone la abstracción matemática, el socioconstructivismo fundamenta las dinámicas colaborativas y participativas del modelo, y el EOS integra todas estas dimensiones en un marco unificado que permite identificar y resolver los conflictos semióticos específicos del cálculo. A continuación se presenta una síntesis de su relación con la investigación:

Tabla 1.

Enfoques teóricos y su relación con la investigación.

Enfoque Teórico	Relación con la Investigación
Constructivista	Resalta cómo los estudiantes construyen su propio conocimiento a partir de su experiencia previa y la interacción con el entorno. Este enfoque guía el análisis de cómo se desarrollan las competencias matemáticas mediante la comprensión conceptual y la participación activa del estudiante (Piaget, 1970).
Sociocultural	Subraya el papel del contexto social y cultural en el aprendizaje. Orienta la integración de la tecnología y la gamificación como prácticas educativas significativas, fortaleciendo la colaboración y el diálogo como formas de construir conocimiento matemático (Vygotsky, 1978).
Cognitivo	Se enfoca en los procesos mentales involucrados en el aprendizaje, como la memoria, la atención y la carga cognitiva. Es útil para diseñar materiales y recursos que se ajusten a las capacidades de procesamiento de los estudiantes y promuevan una comprensión eficaz del Cálculo Diferencial (Anderson, 1983; Sweller, 1988).
Socioconstructivista	Combina las dimensiones individuales y sociales del aprendizaje, destacando la construcción conjunta del conocimiento en entornos colaborativos mediados por herramientas digitales. Este enfoque fundamenta el uso de metodologías activas y entornos tecnológicos para la enseñanza (Cobb, 1994; Palincsar, 1998).
Ontosemiótico	Permite analizar los procesos de producción, comunicación y aprendizaje de significados matemáticos en contextos educativos. Aporta herramientas conceptuales para diseñar tareas, interpretar las dificultades de los estudiantes y promover la coherencia entre los objetos matemáticos, los discursos y las prácticas institucionales (Godino, Batanero & Font, 2007).

Nota. Elaboración propia.

La integración de estos cinco enfoques en el modelo pedagógico propuesto no es ecléctica sino estratégica: cada enfoque responde a una necesidad específica identificada en el diagnóstico institucional. El constructivismo y el enfoque cognitivo responden a las dificultades conceptuales y procedimentales documentadas en las pruebas diagnósticas, donde los porcentajes de acierto no superaron el 9,40% en varios períodos. El enfoque sociocultural y el socioconstructivista responden a las percepciones recogidas en las entrevistas, que revelaron la necesidad de entornos más colaborativos, participativos y motivadores.

El EOS integra todas estas respuestas en un marco didáctico coherente que identifica los conflictos semióticos subyacentes y orienta el diseño de secuencias de aprendizaje que los atienden de manera sistemática. En conjunto, estos referentes teóricos garantizan que el modelo propuesto no sea una propuesta intuitiva sino una intervención pedagógica fundamentada, pertinente y coherente con las necesidades reales de los estudiantes de Cálculo Diferencial de la Fundación Universitaria Salesiana.

2.3. Marco Conceptual

El marco conceptual de esta investigación establece los fundamentos clave para comprender las nociones centrales que orientan el diseño del modelo innovador propuesto. A partir de una articulación coherente entre competencias matemáticas, estrategias pedagógicas, tecnología educativa y gamificación, se construye un entramado conceptual que permite analizar cómo estas dimensiones pueden integrarse de forma efectiva en la enseñanza del Cálculo Diferencial en educación superior. Este marco no solo define los conceptos implicados, sino que también esclarece sus relaciones y su pertinencia dentro del enfoque ontosemiótico adoptado, que proporciona herramientas para interpretar los procesos de construcción de significados matemáticos en contextos educativos concretos.

2.3.1 Competencias Matemáticas

Las competencias matemáticas constituyen un conjunto de capacidades que permiten a los estudiantes utilizar, interpretar, representar, comunicar y reflexionar sobre contenidos matemáticos en distintos contextos. Estas competencias no se limitan a la habilidad de realizar

cálculos, sino que implican la comprensión conceptual, el razonamiento lógico, la resolución de problemas y la disposición positiva hacia la matemática.

Desde la perspectiva de Kilpatrick, Swafford y Findell (2001), estas competencias se componen de cinco dimensiones: comprensión conceptual, fluidez procedimental, razonamiento adaptativo, competencia estratégica y disposición productiva. Niss y Højgaard (2019) amplían esta visión al incluir habilidades como la modelación matemática y la argumentación.

En el marco de esta investigación, las competencias matemáticas son entendidas también como procesos semióticos mediados por la actividad del estudiante, en consonancia con el enfoque ontosemiótico. Este enfoque reconoce que el desarrollo de competencias implica la construcción de significados en contextos sociales y culturales específicos, donde intervienen tanto los objetos matemáticos como las prácticas y recursos que median el aprendizaje.

Por tanto, fortalecer las competencias matemáticas en los estudiantes de Cálculo Diferencial requiere no sólo de estrategias pedagógicas efectivas, sino de entornos didácticos que propicien la apropiación de significados, la interacción con representaciones diversas y el uso de herramientas tecnológicas que potencien la comprensión.

En el contexto colombiano, las dificultades en el desarrollo de competencias matemáticas en educación superior han sido ampliamente documentadas. Guacaneme et al. (2016) señalan que los estudiantes universitarios presentan debilidades persistentes en comprensión conceptual, razonamiento algebraico y capacidad de transferencia, especialmente en asignaturas de alta complejidad como el Cálculo Diferencial. Martínez-Palmera et al. (2021) complementan este diagnóstico al evidenciar que el alto grado de abstracción del cálculo genera errores sistemáticos que se acumulan a lo largo del curso cuando no existe una intervención pedagógica pertinente. En este contexto, fortalecer las competencias matemáticas en los estudiantes de Cálculo Diferencial de la Fundación Universitaria Salesiana no es un objetivo genérico sino una necesidad documentada que justifica el diseño del modelo pedagógico propuesto, orientado a atender las dificultades específicas que la literatura y el diagnóstico institucional han identificado como estructurales y persistentes.

2.3.2 Estrategias Pedagógicas

Las estrategias pedagógicas comprenden el conjunto de métodos, enfoques y técnicas que utilizan los docentes para facilitar el aprendizaje, promover la comprensión y estimular el pensamiento crítico de los estudiantes. En el contexto de la enseñanza de las matemáticas, estas estrategias son clave para mediar la construcción de significados y el desarrollo de competencias.

Entre las estrategias destacadas se encuentra el aprendizaje basado en problemas (PBL), que permite a los estudiantes enfrentarse a situaciones contextualizadas que exigen la aplicación de conceptos matemáticos, favoreciendo la autonomía, la reflexión y el trabajo colaborativo (Hmelo-Silver, 2004). Asimismo, el aprendizaje activo, el modelado matemático, la resolución de problemas abiertos y el uso de representaciones múltiples son metodologías efectivas para promover procesos de pensamiento de orden superior.

Desde el enfoque ontosemiótico, las estrategias pedagógicas deben ir más allá de la transmisión de contenidos, propiciando procesos de producción, interpretación y validación de significados matemáticos. Esto implica diseñar secuencias didácticas que integren tareas auténticas, instrumentos tecnológicos y espacios de diálogo, donde los estudiantes puedan movilizar saberes, representar fenómenos, argumentar soluciones y construir conocimientos en interacción con otros.

En esta investigación, las estrategias pedagógicas serán seleccionadas y diseñadas con base en los perfiles de los estudiantes de la Fundación Universitaria Salesiana y los desafíos propios del Cálculo Diferencial, asegurando su pertinencia, innovación y articulación con la tecnología educativa.

En el contexto de la enseñanza universitaria de las matemáticas en Colombia, diversos estudios señalan que las estrategias pedagógicas predominantes continúan centradas en la exposición magistral y la resolución de ejercicios tipo, con escasa incorporación de metodologías activas, trabajo colaborativo o situaciones problemáticas contextualizadas (Guacaneme et al., 2016; Martínez-Palmera et al., 2021). Esta realidad genera entornos de aprendizaje que favorecen la mecanización de procedimientos a expensas de la comprensión

conceptual, limitando el desarrollo de competencias matemáticas transferibles. Ante este panorama, el modelo pedagógico propuesto integra estrategias como el aprendizaje basado en problemas, el trabajo colaborativo y la resolución de situaciones contextualizadas mediadas por tecnología y gamificación, buscando transformar el rol del estudiante de receptor pasivo a constructor activo de significados matemáticos, en coherencia con los principios del EOS que orientan esta investigación.

2.3.3 Tecnología Educativa

La tecnología educativa se refiere al uso planificado e intencionado de herramientas digitales, recursos interactivos y plataformas tecnológicas que facilitan y enriquecen el proceso de enseñanza-aprendizaje. Su integración en el aula permite generar entornos dinámicos, accesibles y personalizados, en los cuales los estudiantes pueden interactuar con los contenidos de manera significativa y visual.

En el ámbito de la educación matemática, la tecnología educativa desempeña un papel clave al ofrecer múltiples representaciones de conceptos abstractos, favorecer la manipulación de objetos virtuales, brindar retroalimentación inmediata y fomentar el aprendizaje autónomo. Herramientas como simuladores, aplicaciones móviles, calculadoras gráficas, pizarras digitales, entornos de geometría dinámica y plataformas de gestión del aprendizaje permiten diversificar las experiencias pedagógicas y responder a diferentes estilos y ritmos de aprendizaje (Pierce & Ball, 2009; Gresalfi & Barnes, 2020).

Desde el enfoque ontosemiótico, la tecnología no es solo un medio de presentación, sino una herramienta mediadora que participa en la producción de significados. Su incorporación en la enseñanza del Cálculo Diferencial permite ampliar el repertorio de recursos semióticos disponibles, generar situaciones problemáticas complejas, explorar modelos matemáticos y articular representaciones múltiples en el proceso de resolución de problemas.

En esta investigación, la tecnología educativa será un componente esencial del modelo innovador, orientada al fortalecimiento de competencias matemáticas y seleccionada con criterios de pertinencia, accesibilidad, interactividad y potencial semiótico.

En el ámbito específico del Cálculo Diferencial, herramientas como GeoGebra y Desmos han demostrado un impacto significativo en la comprensión de conceptos abstractos como el límite, la derivada y la tasa de cambio. Laderas Huillcahuari, Acori Flores y Villa Pérez (2023) evaluaron el impacto de GeoGebra en la enseñanza del Cálculo Diferencial e Integral en educación superior mediante un diseño cuasi-experimental con dos grupos independientes, encontrando mejoras estadísticamente significativas en metacognición, lenguaje simbólico y pensamiento matemático espacial.

Estas herramientas permiten al estudiante explorar dinámicamente el comportamiento de una función, visualizar la pendiente de la recta tangente como aproximación a la derivada o representar simultáneamente los registros algebraico y gráfico de un mismo objeto matemático, reduciendo así los conflictos semióticos que el EOS identifica como obstáculos centrales en el aprendizaje del cálculo. En el modelo pedagógico propuesto, la tecnología educativa no se incorpora como recurso auxiliar sino como mediador semiótico estructural, seleccionado con criterios de pertinencia, accesibilidad y coherencia con los objetivos de aprendizaje de la asignatura.

2.3.4 Gamificación

La gamificación consiste en la incorporación de elementos característicos del juego —como puntos, niveles, recompensas, desafíos, narrativas y retroalimentación inmediata— en contextos no lúdicos, como la educación. Su propósito es aumentar la motivación, el compromiso y la participación de los estudiantes, haciendo del proceso de aprendizaje una experiencia más dinámica, significativa y desafiante (Deterding et al., 2011; Kim, Park & Baek, 2020).

En el campo de la enseñanza de las matemáticas, la gamificación ha demostrado ser eficaz para captar el interés de los estudiantes, estimular el pensamiento crítico y fortalecer habilidades como la resolución de problemas, el trabajo colaborativo y la autorregulación. A través del diseño de juegos educativos o de la aplicación de mecánicas de juego en actividades pedagógicas, se promueve un aprendizaje activo y centrado en el estudiante.

Esta investigación adopta la gamificación como uno de los pilares del modelo pedagógico innovador, no solo como estrategia motivacional, sino también como una herramienta didáctica con valor formativo. Desde una perspectiva ontosemiótica, la gamificación permite generar prácticas sociales de significación en las que el estudiante actúa, interpreta, representa y comunica contenido matemático en contextos lúdicos y estructurados.

Así, la gamificación no se limita a hacer el aprendizaje más entretenido, sino que se convierte en un recurso didáctico potente para transformar el aula en un espacio de exploración, interacción y construcción activa del conocimiento matemático.

Investigaciones recientes consolidan la evidencia sobre la eficacia de la gamificación en contextos de educación matemática universitaria. Vilcapoma Sandoval (2026), en una revisión sistemática con protocolo PRISMA que analizó 128 estudios publicados entre 2021 y 2025, confirmó que la gamificación incrementa la motivación, el rendimiento académico y la participación estudiantil, y que su eficacia depende fundamentalmente del diseño pedagógico subyacente y no del uso de tecnologías específicas. Cárdenas-Jarrín et al. (2024), en una revisión sobre herramientas de gamificación en educación superior matemática, identificaron que las estrategias más efectivas combinan retroalimentación inmediata con narrativas de progreso que permiten al estudiante visualizar su avance de manera continua.

Desde el EOS, estos hallazgos adquieren una dimensión didáctica precisa: los retos y misiones gamificadas pueden diseñarse de modo que el estudiante coordine distintos registros de representación de un mismo objeto matemático, generando prácticas sociales de significación en las que la actividad lúdica se convierte en vehículo para la construcción de competencias matemáticas profundas y transferibles en el contexto del Cálculo Diferencial.

2.3.5 Relaciones entre Conceptos

Los conceptos abordados en este marco conceptual —competencias matemáticas, estrategias pedagógicas, tecnología educativa y gamificación— se integran de manera sinérgica en el diseño del modelo innovador propuesto en esta investigación. Su articulación permite la construcción de un entorno de aprendizaje significativo, centrado en el estudiante y orientado al fortalecimiento de competencias matemáticas en la educación superior.

La implementación de estrategias pedagógicas activas, como el aprendizaje basado en problemas o el trabajo colaborativo, se potencia mediante el uso de tecnologías educativas que ofrecen entornos interactivos, retroalimentación inmediata y acceso a recursos visuales y manipulables. Al integrar la gamificación, estos entornos se transforman en experiencias de aprendizaje más retadoras y motivadoras, que estimulan la participación activa del estudiante y la construcción colectiva del conocimiento.

Desde el enfoque ontosemiótico adoptado, esta integración adquiere mayor profundidad: las competencias matemáticas se entienden como sistemas de prácticas sociales de significación, donde intervienen no solo saberes técnicos, sino también interacciones, mediaciones, discursos y representaciones. Así, el diseño de situaciones didácticas con apoyo tecnológico y elementos de juego permite activar diversos niveles de representación, fomentar procesos metacognitivos y generar trayectorias personales de aprendizaje significativas.

En conjunto, estos elementos conforman el núcleo del modelo pedagógico innovador propuesto, cuyo propósito es transformar la enseñanza de las matemáticas desde una perspectiva integral, situada, teórica y metodológicamente sólida.

La articulación de estos cuatro conceptos en un modelo pedagógico coherente representa en sí misma un aporte original al campo de la didáctica de las matemáticas para la educación superior colombiana. Si bien cada uno de estos elementos ha sido objeto de investigación por separado, su integración sistemática en un marco ontosemiótico orientado específicamente al Cálculo Diferencial constituye el vacío que esta investigación busca llenar.

El modelo propuesto no yuxtapone competencias, estrategias, tecnología y gamificación como componentes independientes sino que los articula en una propuesta pedagógica en la que cada elemento potencia a los demás: las estrategias activas crean el contexto para el desarrollo de competencias, la tecnología diversifica los registros de representación que esas estrategias movilizan, la gamificación sostiene la motivación y el compromiso necesarios para que ese proceso sea persistente, y el EOS garantiza que todo el diseño esté orientado a la construcción de significados matemáticos genuinos y transferibles. Esta integración coherente es lo que distingue

el modelo propuesto de intervenciones pedagógicas parciales y le otorga la solidez teórica y metodológica que una investigación doctoral requiere.

2.4. Marco Contextual

El presente Marco Contextual describe el escenario institucional en el que se desarrolla esta investigación, con el propósito de situar la propuesta pedagógica en su contexto real y demostrar su pertinencia para las condiciones específicas de la Fundación Universitaria Salesiana. La comprensión del contexto no es un elemento accesorio sino un componente esencial del diseño del modelo propuesto, en tanto que las características de la institución, sus programas, sus estudiantes y sus docentes determinan directamente las decisiones pedagógicas, tecnológicas y metodológicas que lo conforman.

2.4.1 La Fundación Universitaria Salesiana: origen, misión y visión

La Fundación Universitaria Salesiana (FUS) es una institución de educación superior de carácter privado, ubicada en la ciudad de Bogotá, Colombia, inspirada en el carisma y el pensamiento pedagógico de Don Bosco y la tradición salesiana. Fundada con el propósito de ofrecer educación superior de calidad a jóvenes de sectores populares y medios de la sociedad colombiana, la FUS se ha consolidado progresivamente como una institución comprometida con la formación integral, la equidad educativa y la transformación social. Su propuesta formativa se articula en torno a tres ejes fundamentales: la excelencia académica, el desarrollo humano y la responsabilidad social, en coherencia con el Sistema Preventivo salesiano que orienta su proyecto educativo institucional (Fundación Universitaria Salesiana, 2024).

La misión de la Fundación Universitaria Salesiana se orienta a la formación de profesionales competentes, éticos y comprometidos con el desarrollo del país, mediante procesos educativos que integran la fe, la razón y la cultura. Su visión proyecta a la institución como un referente de innovación pedagógica y calidad académica en el contexto colombiano, capaz de responder con pertinencia a los desafíos del siglo XXI. Esta visión ha comenzado a materializarse en logros concretos: la institución fue reconocida como referente de calidad académica en Colombia tras los resultados sobresalientes de sus estudiantes en las pruebas Saber Pro 2024, y recientemente ingresó al Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación con

su grupo de investigación GRIFUS, reconocido por Minciencias, lo que refleja su apuesta creciente por la producción de conocimiento y la innovación educativa (Fundación Universitaria Salesiana, 2024).

2.4.2 Oferta académica y contexto del programa

La Fundación Universitaria Salesiana ofrece programas de pregrado en el área de ingenierías y ciencias, entre los que se encuentran Ingeniería Energética, Ingeniería Agroindustrial, Ingeniería Informática, Química Farmacéutica y Licenciatura en Química, así como el programa tecnológico en Gestión de Datos. Todos estos programas comparten una fuerte demanda de formación matemática en los primeros semestres, lo que convierte al área de matemáticas en un eje transversal de la propuesta formativa institucional. En años recientes, la institución ha dado pasos significativos hacia su consolidación investigativa, logrando el reconocimiento de GRIFUS por parte de Minciencias e ingresando al Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, lo que refleja su compromiso creciente con la innovación educativa (Fundación Universitaria Salesiana, 2024).

La asignatura Cálculo Diferencial se ubica en el tercer semestre de los programas de ingeniería y constituye uno de los pilares de la formación cuantitativa de los estudiantes, al proporcionar las herramientas conceptuales y procedimentales necesarias para comprender fenómenos de cambio y variación en contextos científicos y tecnológicos. Su contenido abarca funciones, límites, continuidad, derivadas y sus aplicaciones en problemas de optimización y modelación matemática, competencias que resultan fundamentales para el desempeño académico y profesional en todos los programas de ingeniería que ofrece la institución. La asignatura es impartida por un equipo docente con formación en matemáticas e ingeniería que combina la clase presencial con el uso ocasional de recursos tecnológicos.

La institución cuenta con aulas dotadas de computadores y acceso a internet, condición favorable para la implementación de estrategias pedagógicas mediadas por tecnología. Sin embargo, como se evidenció en el proceso diagnóstico de esta investigación, dicho uso no responde aún a una planificación didáctica sistemática articulada con fundamentos pedagógicos explícitos, lo que limita su impacto en el desarrollo de competencias matemáticas. Esta situación

no es ajena al panorama nacional: Martínez-Palmera et al. (2021) señalan que la disponibilidad de recursos tecnológicos no garantiza por sí sola mejoras en el aprendizaje, y que lo determinante es la coherencia entre las herramientas seleccionadas, los objetivos de aprendizaje y la propuesta pedagógica que las enmarca.

2.4.3 Perfil de los estudiantes de Cálculo Diferencial

Los estudiantes que cursan Cálculo Diferencial en la Fundación Universitaria Salesiana provienen en su mayoría de instituciones de educación media pública y privada de Bogotá y municipios aledaños, con perfiles socioeconómicos heterogéneos que en muchos casos incluyen la primera generación universitaria de sus familias. Esta condición implica que, en una proporción significativa, los estudiantes llegan a la educación superior con brechas en su formación matemática previa, producto de las desigualdades estructurales del sistema escolar colombiano, que se reflejan en los resultados de las pruebas Saber 11 y en el dominio limitado de conceptos algebraicos y de pensamiento variacional al momento de ingresar a la universidad.

Los informes de prueba diagnóstica elaborados por la investigadora en el marco de su práctica docente en la FUS (Sanabria, 2022-2025) documentan esta realidad con precisión: el porcentaje de acierto en la prueba diagnóstica de ingreso a Cálculo Diferencial descendió del 30,39% en el período 2022-2 al 9,40% en 2024-1, y el dominio de los prerrequisitos de Álgebra Lineal fue del 0% en los períodos 2024-1, 2024-2 y 2025-1. Estos datos revelan que la mayoría de los estudiantes inician el curso sin haber consolidado las bases algebraicas y de pensamiento variacional necesarias para abordar los conceptos del cálculo, lo que genera desde el inicio del semestre una brecha cognitiva que, sin una intervención pedagógica pertinente, se profundiza a lo largo del curso y se traduce en tasas de reprobación que oscilaron entre el 4,2% y el 17,7% según el período analizado.

Desde una perspectiva motivacional, las entrevistas semiestructuradas aplicadas en el marco de esta investigación a estudiantes de tercer semestre revelan que una proporción significativa percibe el Cálculo Diferencial como una asignatura abstracta, desconectada de su realidad y de sus intereses profesionales, lo que genera actitudes de evitación y baja participación en clase. Esta percepción, coherente con lo documentado por Gutiérrez (2018) y

Martínez-Palmera et al. (2021) en el contexto latinoamericano, confirma la necesidad de un modelo pedagógico que no solo aborde las dificultades conceptuales sino que también transforme la relación emocional y motivacional de los estudiantes con la asignatura, haciendo visible su relevancia para su formación profesional.

2.4.4 El docente de matemáticas en la FUS: prácticas y necesidades

Los docentes del área de matemáticas de la Fundación Universitaria Salesiana son profesionales con formación en ingeniería, matemáticas o licenciatura en educación matemática, con experiencia docente en educación superior que varía entre los 3 y los 15 años. Las entrevistas semiestructuradas realizadas en el marco de esta investigación evidencian que los docentes son conscientes de las dificultades de aprendizaje de sus estudiantes y manifiestan una disposición genuina hacia la innovación pedagógica. Sin embargo, señalan como obstáculos la falta de un modelo pedagógico estructurado que oriente la integración de estrategias activas y tecnológicas, la presión curricular del tiempo disponible y la ausencia de espacios de formación docente específicos en didáctica de las matemáticas para el nivel universitario.

Esta realidad es coherente con lo señalado por Rico Segura (2024) en su revisión sistemática sobre la enseñanza del cálculo diferencial, quien identifica la resistencia al cambio institucional y la falta de formación docente específica como los principales obstáculos para la implementación de modelos pedagógicos innovadores en educación superior. En el contexto de la FUS, este hallazgo confirma que el problema no radica en la voluntad de los docentes sino en la ausencia de un marco pedagógico que les proporcione orientaciones concretas, fundamentadas teóricamente y adaptadas a las características específicas de sus estudiantes y de la asignatura. El modelo propuesto en esta investigación busca precisamente llenar ese vacío, ofreciendo a los docentes una propuesta estructurada que puedan implementar con los recursos disponibles en la institución.

2.4.5 Infraestructura tecnológica y condiciones para la innovación

La Fundación Universitaria Salesiana cuenta con una infraestructura tecnológica adecuada para la implementación de propuestas pedagógicas mediadas por tecnología. Las aulas disponen de computadores, videobeam y acceso a internet, y la institución cuenta con recursos

de software educativo. Adicionalmente, la mayoría de los estudiantes dispone de teléfonos inteligentes con acceso a datos móviles, lo que abre la posibilidad de incorporar aplicaciones educativas y plataformas de aprendizaje en línea como complemento a la clase presencial, ampliando el repertorio de estrategias pedagógicas disponibles para el docente sin requerir inversiones tecnológicas adicionales.

Estas condiciones son favorables para la implementación del modelo pedagógico propuesto, que integra herramientas como GeoGebra y Desmos, de acceso gratuito y compatibles con dispositivos de gama media, así como estrategias de gamificación que no requieren plataformas especializadas de alto costo. La viabilidad tecnológica del modelo ha sido un criterio de diseño desde su concepción, en coherencia con el principio de factibilidad que reconoce las condiciones reales de la institución como punto de partida. Esta decisión es también pedagógicamente pertinente: como señalan Vilcapoma Sandoval (2026) y Cárdenas-Jarrín et al. (2024), la eficacia de las estrategias gamificadas y tecnológicas depende fundamentalmente del diseño pedagógico que las sustenta y no de la sofisticación de las plataformas utilizadas, lo que confirma que la propuesta es implementable con los recursos existentes en la FUS.

En síntesis, el Marco Contextual de esta investigación evidencia que la Fundación Universitaria Salesiana reúne las condiciones institucionales, humanas y tecnológicas necesarias para recibir e implementar el modelo pedagógico propuesto. Los desafíos identificados en el diagnóstico no son obstáculos insuperables sino oportunidades de mejora que la investigación busca atender de manera sistemática, fundamentada y pertinente, contribuyendo así al fortalecimiento de la calidad educativa de la institución y al bienestar académico de sus estudiantes.

2.5. Marco Legal y Normativo

El marco legal que sustenta el sistema educativo colombiano ha evolucionado significativamente desde la promulgación de la Ley General de Educación en 1994, configurando un conjunto de normas y directrices que orientan la educación en todos los niveles. Estos avances han sido fundamentales para estructurar propuestas educativas pertinentes y de calidad, especialmente en el área de matemáticas. En este contexto, la presente

investigación se apoya en los hitos normativos más relevantes que respaldan la implementación del modelo innovador para fortalecer competencias matemáticas en la Fundación Universitaria Salesiana.

En 1994, el Congreso de Colombia promulgó la Ley 115, conocida como la Ley General de Educación, que regula el servicio público educativo en el país. Esta ley, basada en los principios constitucionales, garantiza el derecho a la educación para todos y promueve la libertad de enseñanza, aprendizaje e investigación. Su enfoque en la equidad, calidad y pertinencia ha generado condiciones favorables para el desarrollo de propuestas educativas innovadoras que fortalezcan competencias fundamentales, como las matemáticas (Congreso de Colombia, 1994).

En 1998, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) publicó los Lineamientos Curriculares del Área de Matemáticas, que constituyen una guía fundamental para la planificación curricular y la labor pedagógica. Estos lineamientos proporcionan orientaciones epistemológicas y didácticas que han servido de base para el desarrollo de planes de estudio, apoyando la estructuración de estrategias para el aprendizaje significativo de las matemáticas (MEN, 1998).

En 1999, el MEN, en colaboración con la OEA, publicó el documento "Nuevas tecnologías y currículo de matemáticas", en el cual se promueve el uso de calculadoras y computadores como herramientas pedagógicas. Este material proporciona fundamentos teóricos y prácticos sobre cómo integrar tecnologías en la enseñanza matemática, superando barreras tradicionales y ofreciendo estrategias concretas para transformar las prácticas educativas en el aula (MEN & OEA, 1999).

En 2006, se presentaron los Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas, producto del trabajo conjunto del MEN y Ascofade. Estos estándares definen los niveles de desempeño que deben alcanzar los estudiantes y actúan como marco común para evaluar y mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje en esta área. Su incorporación al modelo innovador garantiza la alineación con las metas nacionales de calidad educativa (MEN, 2006).

La Política de Educación Inclusiva, impulsada en 2008 por el MEN, refuerza el compromiso del Estado con una educación equitativa para todos. Este enfoque se refleja en el modelo propuesto, que busca atender a la diversidad del estudiantado mediante estrategias pedagógicas flexibles y recursos tecnológicos accesibles para fortalecer las competencias matemáticas en contextos variados (MEN, 2008).

En 2013, el programa "Computadores para Educar" amplió el acceso a dispositivos tecnológicos en las instituciones educativas del país, incluyendo capacitación docente en el uso pedagógico de TIC. Esta iniciativa ha sido clave en la transformación digital del aula y en la creación de condiciones para implementar modelos educativos basados en tecnología, como el propuesto en esta investigación (MEN, 2013).

La estrategia "Todos a Aprender", lanzada en 2016, ha tenido como propósito central mejorar la enseñanza del lenguaje y las matemáticas en educación básica. Con acciones como el acompañamiento pedagógico y la entrega de recursos didácticos, ha establecido un precedente que respalda la implementación de modelos innovadores para el fortalecimiento de competencias matemáticas desde los primeros niveles (MEN, 2016).

En 2019, el MEN promulgó los "Lineamientos para la Educación Virtual", con el fin de regular la implementación de programas en modalidad a distancia. Estos lineamientos han cobrado especial relevancia en el contexto post-pandemia, al promover el uso de plataformas digitales y recursos en línea para garantizar la calidad educativa, incluyendo el fortalecimiento de la enseñanza de las matemáticas mediante tecnologías emergentes (MEN, 2019).

La pandemia de COVID-19 en 2020 aceleró de forma drástica la transformación digital del sistema educativo. El MEN adoptó medidas como la flexibilización curricular y el fomento de la enseñanza remota, resaltando la necesidad de integrar tecnologías digitales en todos los niveles. Este nuevo panorama impulsó la creación de modelos pedagógicos innovadores, como el que se propone en esta investigación, centrados en el uso estratégico de herramientas tecnológicas para fortalecer las competencias matemáticas (MEN, 2020).

La tecnología educativa se ha constituido como un medio potente para mejorar el compromiso estudiantil. Según Pierce y Ball (2009), el uso de tecnologías de la información y la

comunicación (TIC) favorece la participación de los estudiantes al facilitar la visualización y manipulación de representaciones matemáticas. Calder y Campbell (2020) refuerzan esta idea al demostrar que las visualizaciones interactivas y simulaciones digitales permiten a los estudiantes explorar los conceptos de manera intuitiva y significativa, mejorando la comprensión conceptual y la transferencia del conocimiento.

Complementariamente, la gamificación se ha posicionado como una estrategia didáctica que, mediante la incorporación de elementos del diseño de juegos (puntos, niveles, recompensas, retroalimentación, narrativa), transforma las experiencias de aprendizaje en actividades retadoras, participativas y emocionalmente significativas (Deterding et al., 2011). Su uso en el aula de matemáticas ha demostrado efectos positivos en la motivación, persistencia y actitud frente a la disciplina (Kim, Park & Baek, 2020).

Stott y Neustaedter (2013) destacan que los entornos gamificados fomentan el desarrollo del pensamiento lógico, la resolución creativa de problemas y la autoevaluación constante, aspectos fundamentales para el fortalecimiento de competencias matemáticas. Además, Bai et al. (2012) han evidenciado que los juegos digitales inmersivos, especialmente aquellos diseñados con fines educativos, promueven aprendizajes más duraderos y transferibles.

La presente investigación incorpora estas perspectivas dentro de su modelo innovador, proponiendo la integración de tecnologías digitales y gamificadas como recursos pedagógicos claves para transformar la enseñanza del Cálculo Diferencial en la Fundación Universitaria Salesiana. El uso de estas herramientas se alinea con las necesidades de los estudiantes actuales y constituye una respuesta pedagógica a los retos de la deserción, el bajo rendimiento y la escasa apropiación de los conceptos matemáticos fundamentales.

CAPÍTULO 3. FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS Y RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

El presente capítulo establece la base metodológica que orienta el desarrollo de esta investigación, asegurando coherencia entre los objetivos planteados, las hipótesis formuladas y las estrategias de análisis de datos. Se inicia con la operacionalización de las variables, proceso clave para traducir conceptos teóricos en dimensiones medibles y observables. Posteriormente, se expone la matriz de consistencia científica metodológica, instrumento que organiza y alinea los elementos fundamentales del estudio. A continuación, se detalla el diseño metodológico adoptado, caracterizado por un enfoque mixto que combina estrategias cuantitativas y cualitativas con el propósito de ofrecer un análisis integral del modelo pedagógico innovador propuesto. Finalmente, se describen los métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos, con el fin de garantizar rigurosidad en la obtención y análisis de la información relevante para el estudio.

3.1. Operacionalización de variables y elaboración de matriz de consistencia científica metodológica

La operacionalización de variables es esencial para traducir conceptos teóricos en elementos medibles y observables. En el contexto de la investigación titulada *"Modelo pedagógico innovador fundamentado en el Enfoque Ontosemiótico para fortalecer las competencias matemáticas de los estudiantes de Cálculo Diferencial de la Fundación Universitaria Salesiana de Bogotá, Colombia, durante el período 2024-2025"*, se identifican dos variables principales:

Variable independiente: Modelo pedagógico innovador

- **Definición operacional:** Propuesta pedagógica estructurada, fundamentada en el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento Matemático, que articula de manera coherente estrategias de gamificación, tecnología educativa y recursos didácticos adaptados, orientada al fortalecimiento de las competencias matemáticas en estudiantes de Cálculo Diferencial de la Fundación Universitaria Salesiana durante el período 2024-2025.

- **Dimensiones:**

- **Fundamentación teórica:** Articulación coherente del EOS, la gamificación y la tecnología educativa como sustento del modelo.
- **Diseño didáctico:** Pertinencia y estructura de las secuencias de aprendizaje propuestas.
- **Viabilidad institucional:** Factibilidad de implementación con los recursos disponibles en la FUS.

Variable dependiente: Competencias matemáticas.

- **Definición operacional:** Nivel de desarrollo de habilidades matemáticas evidenciado por el desempeño de los estudiantes en comprensión conceptual, razonamiento lógico y resolución de problemas en el área de Cálculo Diferencial.
- **Dimensiones:**
 - **Comprensión conceptual:** Capacidad del estudiante para identificar, interpretar y relacionar conceptos fundamentales del Cálculo Diferencial.
 - **Razonamiento lógico:** Habilidad para aplicar principios matemáticos y argumentar con coherencia en la resolución de situaciones matemáticas.
 - **Resolución de problemas:** Capacidad para plantear estrategias y ejecutar procedimientos efectivos frente a ejercicios prácticos o contextos reales relacionados con el cálculo.

Una matriz de consistencia científica garantiza la coherencia entre objetivos, hipótesis y variables, alineando cada componente del diseño metodológico. Este instrumento organiza el marco lógico del estudio y asegura la validez de los resultados obtenidos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). A continuación, se presenta la matriz de consistencia, que organiza de manera sistemática la relación entre los objetivos de la investigación, las hipótesis, las variables estudiadas, sus dimensiones e indicadores, asegurando la coherencia y el rigor metodológico del estudio.

En coherencia con la operacionalización expuesta, la investigación se estructura en torno a dos variables: la variable independiente, el modelo pedagógico innovador fundamentado en el Enfoque Ontosemiótico e integrado con gamificación y tecnología educativa, y la variable dependiente, las competencias matemáticas de los estudiantes de Cálculo Diferencial. Ambas constituyen el eje transversal del estudio; no obstante, cada objetivo específico operacionaliza dimensiones e indicadores asociados a una u otra según la fase de la investigación: los objetivos de carácter diagnóstico (OE1 y OE2) se centran en la variable dependiente y en la caracterización del contexto educativo, mientras que los objetivos de fundamentación, diseño y validación (OE3, OE4 y OE5) operacionalizan progresivamente la variable independiente, hasta su valoración mediante juicio de expertos.

Tabla 2

Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
Pregunta de investigación	Hipótesis	Objetivo general	Objetivos específicos	Variables estudiadas	Dimensiones	Indicadores
¿Cómo fortalecer las competencias matemáticas de los estudiantes de Cálculo Diferencial de la Fundación Universitaria Salesiana de Bogotá, Colombia, durante el período 2024-2025?	<i>H1: La integración de un modelo pedagógico innovador fundamentado en el Enfoque Ontosemiótico, que incorpora estrategias de gamificación y tecnología educativa, se asocia con el fortalecimiento de las competencias matemáticas en estudiantes de Cálculo Diferencial de la FUS de Bogotá, Colombia, durante el período 2024-2025.</i>	Diseñar un modelo pedagógico innovador fundamentado en el Enfoque Ontosemiótico, integrado con estrategias de gamificación, tecnología educativa y recursos didácticos adaptados, para fortalecer las competencias matemáticas en estudiantes de Cálculo Diferencial de la Fundación Universitaria Salesiana de Bogotá, Colombia, durante el período 2024-2025.	OE1. Caracterizar el nivel de competencia matemática de los estudiantes de Cálculo Diferencial, a partir de un diagnóstico del entorno educativo de la Fundación Universitaria Salesiana.	Variable independiente: Modelo pedagógico innovador Variable dependiente: Competencias matemáticas	Pensamiento numérico y variacional · Pensamiento métrico y espacial · Dominio de prerequisites algebraicos	Porcentaje de acierto en prueba diagnóstica por categoría · Nivel de dominio en pensamiento numérico-variacional · Nivel de dominio en pensamiento métrico-espacial · Porcentaje de dominio de prerequisites de Álgebra Lineal
			OE2. Identificar los elementos de la práctica pedagógica que emplean los docentes en la enseñanza de Cálculo Diferencial, reconociendo fortalezas y oportunidades de mejora.	Variable independiente: Modelo pedagógico innovador Variable dependiente: Competencias matemáticas	Dificultades en el aprendizaje del Cálculo Diferencial · Uso de estrategias pedagógicas · Uso de tecnologías y gamificación	Tipos de dificultades conceptuales identificadas por los docentes · Estrategias activas empleadas en el aula · Frecuencia de uso de recursos tecnológicos · Valoración del potencial de la gamificación como estrategia didáctica
			OE3. Analizar los fundamentos teóricos del modelo	Variable independiente: Modelo pedagógico innovador	Coherencia con el EOS · Pertinencia de la gamificación · Relevancia de la	Nivel de articulación entre el EOS y los componentes del modelo · Pertinencia de los referentes

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
Pregunta de investigación	Hipótesis	Objetivo general	Objetivos específicos	Variables estudiadas	Dimensiones	Indicadores
			pedagógico innovador y las competencias matemáticas en la enseñanza del Cálculo Diferencial, con base en el Enfoque Ontosemiótico, la gamificación y la tecnología educativa, como sustento conceptual del diseño propuesto.	Variable dependiente: Competencias matemáticas	tecnología educativa · Articulación entre enfoques teóricos	teóricos sobre gamificación (2010-2025) · Adecuación de las herramientas tecnológicas al contexto universitario · Grado de coherencia entre los fundamentos teóricos y las estrategias propuestas
			OE4. Elaborar un modelo pedagógico innovador que integre estrategias activas, gamificación y tecnología educativa, alineado con el perfil de los estudiantes y los propósitos de la asignatura.	Variable independiente: Modelo pedagógico innovador Variable dependiente: Competencias matemáticas	Innovación metodológica · Integración de gamificación · Mediación tecnológica · Estructura por fases del modelo	Número de estrategias activas incorporadas al modelo · Tipo de elementos gamificados integrados (retos, niveles, retroalimentación) · Herramientas tecnológicas articuladas (GeoGebra, Desmos) · Grado de articulación entre las fases del modelo y los hallazgos del diagnóstico
			OE5. Establecer criterios de calidad, pertinencia y coherencia interna que orienten la evaluación teórica del modelo y sirvan de base para su futura validación en contextos educativos similares.	Variable independiente: Modelo pedagógico innovador Variable dependiente: Competencias matemáticas	Criterios de calidad · Coherencia interna · Validación por expertos · Transferibilidad	Número de criterios de calidad definidos (pertinencia, validez, factibilidad, aplicabilidad, originalidad, transferibilidad) · Grado de coherencia interna entre componentes del modelo · Promedio de valoración en el juicio de expertos · Nivel de adaptabilidad del modelo a otros contextos universitarios

Nota. Elaboración propia.

3.2. Diseño metodológico

El diseño metodológico constituye el componente que articula el problema de investigación con las estrategias concretas de obtención y análisis de la información, garantizando que cada decisión técnica responda de manera coherente a los objetivos planteados y a la hipótesis formulada. En este apartado se detallan los métodos, las técnicas y los instrumentos seleccionados, organizados en una secuencia lógica que permitió abordar de forma rigurosa el fenómeno educativo estudiado: el fortalecimiento de las competencias matemáticas en estudiantes de Cálculo Diferencial mediante un modelo pedagógico innovador sustentado en el Enfoque Ontosemiótico, la gamificación y la tecnología educativa.

La investigación se enmarcó en un enfoque mixto, entendido como la integración intencionada y sistemática de métodos cuantitativos y cualitativos dentro de un mismo estudio. Siguiendo a Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), el enfoque mixto permite aprovechar las fortalezas de ambos paradigmas y minimizar sus limitaciones, mediante la recolección, el análisis y la integración de datos de naturaleza numérica e interpretativa de forma complementaria. Esta complementariedad resultó especialmente pertinente para el objeto de estudio, en tanto el fortalecimiento de las competencias matemáticas no podía comprenderse únicamente desde la medición de los niveles de desempeño, sino que requería además la interpretación de las prácticas pedagógicas, las dificultades de aprendizaje y los significados que estudiantes y docentes construyen en torno a los objetos matemáticos del Cálculo Diferencial.

La elección del enfoque mixto respondió, asimismo, a la naturaleza del problema y a la coherencia epistemológica con el marco teórico de la investigación. El Enfoque Ontosemiótico concibe el conocimiento matemático como una construcción situada en prácticas, lenguajes y configuraciones de objetos que adquieren significado en contextos específicos (Godino et al., 2007); por ello, abordar este conocimiento exigía una mirada que articulara la dimensión objetiva y mensurable del desempeño con la dimensión subjetiva e interpretativa de la experiencia educativa. El componente cuantitativo aportó evidencia sobre los niveles de competencia matemática y las tendencias asociadas a las variables de estudio, mientras que el componente cualitativo permitió profundizar en las percepciones, las prácticas docentes y las condiciones institucionales que enmarcan la enseñanza del Cálculo Diferencial.

En cuanto a su naturaleza, el estudio se desarrolló bajo un diseño no experimental y un alcance propositivo. Fue no experimental porque no contempló la manipulación deliberada de variables ni la implementación controlada del modelo, sino la observación del fenómeno en su contexto natural. Fue propositivo porque su finalidad última no se limitó a describir o explicar el problema, sino a diseñar, a partir de la evidencia diagnóstica y de los fundamentos teóricos, un modelo pedagógico innovador orientado a fortalecer las competencias matemáticas en la educación superior. La integración complementaria de los procedimientos cuantitativos y cualitativos, mediante un proceso de triangulación, fortaleció la validez interna del estudio y garantizó la consistencia entre los hallazgos, los objetivos y el carácter propositivo de la investigación.

A continuación se especifican el enfoque, el diseño y el alcance adoptados, los métodos, técnicas e instrumentos de obtención de datos, la determinación de la muestra, los procedimientos de aplicación y el procesamiento de la información, de modo que el lector pueda seguir con transparencia la ruta metodológica que condujo desde la identificación del problema hasta la formulación del modelo propuesto.

3.2.1 Definición del enfoque, diseño y tipo de investigación de la tesis

La presente investigación se enmarcó en un enfoque mixto (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018; Creswell & Plano Clark, 2018), entendido como la integración sistemática de métodos cuantitativos y cualitativos dentro de un mismo estudio, con el propósito de lograr una comprensión más completa y contextualizada del fenómeno investigado que la que cualquiera de los dos enfoques alcanzaría por separado. Esta elección respondió a la naturaleza compleja del objeto de estudio: el fortalecimiento de las competencias matemáticas en estudiantes de Cálculo Diferencial requería tanto la medición objetiva de los niveles de dominio como la comprensión interpretativa de las prácticas pedagógicas y las percepciones de los actores educativos.

El componente cuantitativo permitió caracterizar, mediante datos numéricos, los niveles de competencia matemática de los estudiantes y las tendencias asociadas a las variables de estudio, aportando una base empírica objetiva para el diagnóstico. El componente cualitativo se orientó a comprender las percepciones, experiencias y significados construidos por docentes y

estudiantes en torno a la enseñanza y el aprendizaje del Cálculo Diferencial, en coherencia con los fundamentos del Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento Matemático, que concibe el significado como una construcción situada en las prácticas matemáticas (Godino et al., 2007).

Desde el componente cuantitativo se aplicó una prueba diagnóstica estructurada que permitió identificar patrones y niveles de dominio en las competencias matemáticas previas de los estudiantes. Desde el componente cualitativo se emplearon entrevistas semiestructuradas y análisis documental, que permitieron profundizar en las prácticas pedagógicas, las dificultades de aprendizaje y los lineamientos institucionales que enmarcan la enseñanza del Cálculo Diferencial.

3.2.1.1 Diseño

Se empleó un diseño mixto de tipo convergente (Creswell & Plano Clark, 2018), en el cual los datos cuantitativos y cualitativos se recolectaron de manera paralela durante el mismo periodo, se analizaron de forma independiente con procedimientos propios de cada paradigma y, posteriormente, se integraron mediante un proceso de triangulación que permitió contrastar, complementar y enriquecer los hallazgos. A diferencia de los diseños secuenciales, en los que una fase condiciona y precede a la otra, el diseño convergente reconoce que ambos tipos de datos abordan el mismo problema desde perspectivas distintas pero igualmente válidas, y que su valor reside precisamente en la convergencia de sus resultados.

En este estudio, el componente cuantitativo, materializado en la prueba diagnóstica aplicada a los estudiantes, y el componente cualitativo, desarrollado mediante las entrevistas semiestructuradas y el análisis documental, se recogieron de forma simultánea y se procesaron por separado: los datos cuantitativos mediante estadística descriptiva, a través de la distribución de frecuencias y porcentajes, y los cualitativos mediante categorización y codificación.

La integración de ambos se presenta en el apartado de triangulación (3.3.4), donde la convergencia y la complementariedad de las evidencias permiten construir una comprensión integral del fenómeno y fundamentar con solidez el diseño del modelo pedagógico propuesto. Este diseño favoreció una aproximación que articuló la medición de los niveles de competencia

con la interpretación de los significados que los actores educativos atribuyen a los objetos matemáticos, en coherencia con el Enfoque Ontosemiótico.

3.2.1.2 Tipo de investigación

El estudio tuvo un alcance propositivo y un carácter no experimental. Fue no experimental en tanto no contempló la manipulación deliberada de variables ni la implementación controlada del modelo en el aula; la investigación se desarrolló observando el fenómeno en su contexto natural, sin intervención experimental sobre los participantes (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

Su alcance fue propositivo porque, a partir de la evidencia diagnóstica obtenida y de los fundamentos teóricos analizados, la finalidad última del estudio fue el diseño de un modelo pedagógico innovador fundamentado en el Enfoque Ontosemiótico, la gamificación y la tecnología educativa, orientado al fortalecimiento de las competencias matemáticas en la educación superior. El modelo resultante no se concibió como una solución cerrada y definitiva, sino como un aporte teórico y metodológico fundamentado en evidencia, cuya validación empírica mediante implementación constituye una fase futura que excede el marco temporal de esta tesis. Esta delimitación, lejos de restar valor a la propuesta, la sitúa con honestidad epistemológica dentro de una línea de investigación propositiva ampliamente reconocida en el campo de la innovación educativa latinoamericana.

3.2.2 Definición de métodos, técnicas e instrumentos de obtención de datos

La investigación se apoyó en métodos teóricos y empíricos, articulados de manera coherente con el enfoque mixto adoptado. Entre los métodos teóricos se emplearon el análisis, la síntesis y la modelación, que permitieron revisar críticamente la literatura especializada, identificar los fundamentos del modelo pedagógico y construir su estructura conceptual desde el Enfoque Ontosemiótico. Entre los métodos empíricos se utilizaron la encuesta, la entrevista semiestructurada y el análisis documental, que permitieron caracterizar el contexto educativo, identificar las prácticas pedagógicas de los docentes y establecer la línea base diagnóstica de las competencias matemáticas de los estudiantes.

Las técnicas seleccionadas buscaron obtener datos objetivos y, a la vez, ricos en detalles, que permitieran un análisis integral del fenómeno educativo (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). En coherencia con el enfoque mixto, posibilitaron recoger información tanto cuantitativa como cualitativa, contribuyendo a una comprensión amplia del objeto de estudio. La combinación de diferentes fuentes y métodos aseguró validez, profundidad y triangulación de los datos, elementos esenciales para fundamentar la pertinencia del modelo pedagógico innovador.

En coherencia con la hipótesis planteada en el Capítulo 1, se asumió como supuesto de investigación que la integración de estrategias pedagógicas innovadoras, el uso de tecnología educativa y la incorporación de elementos de gamificación se asocian con el fortalecimiento de las competencias matemáticas de los estudiantes. Esta relación se analizó a partir de evidencia empírica de carácter diagnóstico y de la percepción de los actores educativos, sin requerir necesariamente una implementación experimental del modelo.

Las técnicas e instrumentos aplicados fueron los siguientes:

1. **Prueba diagnóstica de entrada:** aplicada a estudiantes al inicio del curso de Cálculo Diferencial para medir el nivel de dominio de las competencias matemáticas previas, organizadas en pensamiento numérico y variacional y pensamiento métrico y espacial. Estuvo conformada por diez ítems de respuesta de acierto o error (Anexo 1).
2. **Encuesta estructurada a estudiantes:** orientada a recoger sus percepciones sobre las estrategias pedagógicas innovadoras, el uso de tecnología educativa y la incorporación de gamificación en la enseñanza de la asignatura (Anexo 2).
3. **Encuesta estructurada a docentes:** dirigida a identificar su percepción y experiencia respecto del uso de estrategias pedagógicas innovadoras, tecnologías educativas y gamificación en la enseñanza del Cálculo Diferencial (Anexo 3).
4. **Entrevista semiestructurada a docentes:** orientada a profundizar en sus experiencias, valoraciones y percepciones sobre el uso de estrategias activas, gamificación y tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Anexo 4).
5. **Análisis documental:** orientado a examinar los lineamientos institucionales, los contenidos curriculares y las directrices académicas, así como los informes institucionales de prueba diagnóstica correspondientes a los períodos 2022-2 a 2025-1

(Sanabria, 2022-2025), que constituyen la serie histórica de resultados que evidencia el carácter estructural y sostenido del problema (Anexo 5).

Instrumentos de medición y procesamiento

1. **Escalas tipo Likert:** empleadas en las encuestas para valorar percepciones y niveles de aceptación de las estrategias pedagógicas, las tecnologías educativas y la gamificación.
2. **Guías de entrevista:** diseñadas para recoger información cualitativa coherente con los objetivos del estudio.
3. **Matriz de análisis documental:** utilizada para sistematizar y clasificar la información proveniente de los documentos institucionales, curriculares y de los informes diagnósticos históricos.
4. **Hojas de cálculo electrónicas:** empleadas para procesar los datos cuantitativos mediante estadística descriptiva, a través de frecuencias absolutas y relativas y porcentajes.
5. **Categorización y codificación temática:** procedimiento aplicado a la información cualitativa de las entrevistas y del análisis documental, para identificar patrones y categorías emergentes.

3.2.3 Desarrollo de los instrumentos de obtención de datos

En la investigación se diseñaron y aplicaron cinco instrumentos orientados a caracterizar el nivel de competencias de los estudiantes y las prácticas de los docentes en la enseñanza del Cálculo Diferencial en la Fundación Universitaria Salesiana. Cada instrumento se construyó en función de un objetivo específico y de las dimensiones definidas en la operacionalización de variables, garantizando la coherencia entre lo que se buscaba indagar y la información recogida.

1. **Prueba diagnóstica de entrada (Anexo 1).** Instrumento cuantitativo dirigido a estudiantes, orientado a medir el nivel de dominio de las competencias matemáticas previas necesarias para el Cálculo Diferencial. Se estructuró en diez ítems de respuesta de acierto o error, organizados en dos categorías: pensamiento numérico y variacional, y pensamiento métrico y espacial. Sus resultados constituyeron la línea base diagnóstica del estudio.

2. **Encuesta estructurada a estudiantes (Anexo 2).** Instrumento cuantitativo que empleó escalas tipo Likert de cinco niveles y una pregunta abierta. Recogió las percepciones de los estudiantes sobre las estrategias pedagógicas, el uso de tecnología educativa y la incorporación de gamificación en la enseñanza de la asignatura. Su diseño se fundamentó en instrumentos validados por Closas et al. (2013), adaptados al contexto del estudio.
3. **Encuesta estructurada a docentes (Anexo 3).** Instrumento dirigido a los docentes de la asignatura, organizado en una sección de datos profesionales y una de implementación y percepción de estrategias innovadoras. Empleó preguntas cerradas y escalas de valoración para identificar su experiencia y percepción respecto del uso de estrategias pedagógicas, tecnologías educativas y gamificación. Se basó en la adaptación del instrumento validado por Aguilar Barrera et al. (2018).
4. **Guía de entrevista semiestructurada a docentes (Anexo 4).** Instrumento cualitativo compuesto por preguntas abiertas organizadas en seis bloques temáticos: perfil docente, prácticas pedagógicas actuales, uso de tecnologías educativas, percepción sobre gamificación y metodologías activas, formación y acompañamiento, y expectativas y recomendaciones. Permitió profundizar en las experiencias, valoraciones y propuestas de los docentes respecto de la enseñanza del Cálculo Diferencial.
5. **Matriz de análisis documental (Anexo 5).** Instrumento diseñado para revisar de manera sistemática los lineamientos normativos, los documentos institucionales, los contenidos curriculares y los informes históricos de prueba diagnóstica (2022-2 a 2025-1). Se organizó por categorías y subcategorías de análisis, lo que permitió sistematizar los aportes de cada fuente e identificar su coherencia con los principios del Enfoque Ontosemiótico y las oportunidades de innovación mediante gamificación y tecnología educativa.

El conjunto de instrumentos se diseñó para sistematizar información diagnóstica y contextual que sirviera de base para el diseño del modelo pedagógico innovador, garantizando que la propuesta respondiera a las necesidades reales de estudiantes y docentes. La formulación, el contenido y la estructura de cada instrumento se presentan en los anexos correspondientes.

3.2.4 Determinación de la muestra y su criterio de selección

La población de referencia estuvo conformada por los estudiantes matriculados en tercer semestre de la Fundación Universitaria Salesiana que cursaban la asignatura de Cálculo Diferencial, así como por los docentes que orientan dicha asignatura en el área de matemáticas.

La muestra se seleccionó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia. En el componente estudiantil, la prueba diagnóstica de entrada (Instrumento 1) se aplicó a 70 estudiantes distribuidos en dos cohortes: 47 de la cohorte 2025-1 y 23 de la cohorte 2025-2. La encuesta de percepción sobre estrategias pedagógicas, tecnología educativa y gamificación (Instrumento 2) se aplicó a 22 estudiantes de la cohorte 2025-2, lo que representó el 95,6 % del grupo.

En el componente docente participaron los profesores responsables de orientar la asignatura de Cálculo Diferencial durante el período 2024-2025. Cuatro docentes respondieron la encuesta dirigida al profesorado (Instrumento 3) y participaron en las entrevistas semiestructuradas (Instrumento 4), aportando información sobre sus prácticas pedagógicas, el uso de tecnología y su percepción acerca de la gamificación.

La selección por conveniencia fue coherente con el alcance propositivo y el carácter no probabilístico de la investigación, cuyo propósito no fue generalizar estadísticamente los resultados a una población mayor, sino comprender en profundidad el fenómeno en su contexto específico. La caracterización de los participantes permitió sustentar las dimensiones de análisis, fortalecer la coherencia interna del diseño metodológico y construir una base contextual sólida para el diseño del modelo pedagógico.

3.2.4.1 Población y Muestra

La población de referencia estuvo conformada por los estudiantes matriculados en tercer semestre de la Fundación Universitaria Salesiana que cursaban la asignatura de Cálculo Diferencial durante el período 2024-2025, así como por los docentes que orientan dicha asignatura y que participan en los procesos de enseñanza del área de matemáticas de la institución. Esta población resultó pertinente para los propósitos del estudio, en tanto reúne a los

actores directamente involucrados en el fenómeno educativo analizado: los estudiantes que enfrentan las dificultades de aprendizaje del Cálculo Diferencial y los docentes que diseñan y desarrollan las estrategias pedagógicas de la asignatura.

La muestra se seleccionó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando la vinculación directa de los participantes con la asignatura y su disposición a colaborar voluntariamente en el proceso investigativo. En el componente estudiantil, la prueba diagnóstica de entrada (Instrumento 1) se aplicó a 62 estudiantes distribuidos en dos cohortes: 39 estudiantes de la cohorte 2025-1 y 23 de la cohorte 2025-2. Esta distribución en dos momentos permitió contrastar el desempeño entre grupos y reconocer patrones sostenidos en los niveles de competencia previa.

La encuesta de percepción sobre estrategias pedagógicas, tecnología educativa y gamificación (Instrumento 2) se aplicó a 22 estudiantes de la cohorte 2025-2, lo que representó el 95,6 % del grupo, un nivel de participación que permite considerar la información recogida como representativa de las percepciones de esa cohorte. En el componente docente participaron los profesores responsables de orientar la asignatura durante el período de estudio: tres respondieron la encuesta dirigida al profesorado (Instrumento 3) y cuatro participaron en las entrevistas semiestructuradas (Instrumento 4), aportando información cualitativa sobre sus prácticas pedagógicas, el uso de tecnología educativa y su valoración de la gamificación como estrategia didáctica.

La selección por conveniencia fue coherente con el alcance propositivo y el carácter no probabilístico de la investigación, cuyo propósito no fue generalizar estadísticamente los resultados a una población mayor, sino comprender en profundidad el fenómeno en su contexto específico. La caracterización de los participantes, tanto estudiantes como docentes, permitió sustentar las dimensiones de análisis, fortalecer la coherencia interna del diseño metodológico y construir una base contextual sólida y empíricamente fundamentada para el diseño del modelo pedagógico innovador.

3.2.4.2 Criterios de Selección

La selección de los participantes se orientó por un conjunto de criterios de inclusión, exclusión y eliminación, definidos con el propósito de garantizar la pertinencia de la información recogida y su correspondencia con los objetivos y las variables del estudio. El establecimiento de estos criterios respondió a la naturaleza del muestreo no probabilístico por conveniencia, en el cual la rigurosidad no proviene de la aleatoriedad, sino de la coherencia entre las características de los participantes y el fenómeno que se buscaba comprender. En este sentido, los criterios cumplieron una función metodológica esencial: asegurar que tanto los estudiantes como los docentes seleccionados pudieran aportar información válida y significativa para la caracterización del problema y la fundamentación del modelo pedagógico.

Criterios de inclusión. Se incluyeron en el estudio los participantes que reunían las condiciones necesarias para aportar información directamente relevante al fenómeno investigado:

- Estudiantes matriculados en la asignatura de Cálculo Diferencial en tercer semestre de la Fundación Universitaria Salesiana durante el período 2024-2025, por ser quienes vivencian de manera directa las dificultades de aprendizaje que el estudio buscaba caracterizar.
- Docentes con experiencia en la enseñanza de las matemáticas en educación superior y con conocimiento de la asignatura, dado que su trayectoria les permitía valorar con fundamento las prácticas pedagógicas, las estrategias didácticas y las posibilidades de innovación en el área.
- Participantes que manifestaron su disposición voluntaria a colaborar en el proceso investigativo, condición que garantizó la autenticidad y la calidad de la información aportada.

Criterios de exclusión. Se excluyeron del estudio aquellos casos que, por sus características, no permitían recoger información pertinente para los objetivos planteados:

- Estudiantes que no hubieran cursado las asignaturas básicas de matemáticas previas, en tanto la ausencia de esos prerrequisitos impedía valorar adecuadamente las dificultades propias del Cálculo Diferencial.

- Docentes sin experiencia en la asignatura o sin vinculación con los procesos de enseñanza del área de matemáticas, cuya participación no habría aportado información representativa de las prácticas pedagógicas analizadas.
- Participantes que no aceptaron colaborar con la aplicación de los instrumentos o con las actividades propias del proceso investigativo.

Criterios de eliminación. Se contemplaron, finalmente, las situaciones que justificarían retirar del análisis la información de un participante ya incorporado al estudio:

- Participantes que desistieron de continuar en la investigación o que no aportaron información suficiente durante la aplicación de los instrumentos.
- Casos en los que se evidenciaron inconsistencias o vacíos significativos en los datos recogidos, que pudieran afectar la validez de los resultados.
- Información que no guardara relación directa con los objetivos o las variables del estudio y que, por tanto, no resultara pertinente para el análisis.

La aplicación rigurosa de estos criterios permitió conformar una muestra coherente con el alcance propositivo de la investigación, en la que cada participante aportó información válida y pertinente para la caracterización del fenómeno educativo y la fundamentación del modelo pedagógico propuesto. De este modo, aunque la muestra no buscó la representatividad estadística, sí garantizó la solidez cualitativa y contextual de los datos que sustentaron el diseño del modelo.

3.2.4.3 Delimitación de la Población y Generalización de Resultados

La investigación se circunscribió a una muestra no probabilística por conveniencia, conformada por estudiantes y docentes vinculados a la asignatura de Cálculo Diferencial en la Fundación Universitaria Salesiana de Bogotá. Esta decisión metodológica respondió al alcance propositivo y al carácter contextual del estudio, orientado a comprender en profundidad las dinámicas de enseñanza y aprendizaje de un entorno institucional específico, antes que a medir variables sobre una población amplia (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

En coherencia con este enfoque, los resultados obtenidos no pretenden ser generalizables, en sentido estadístico, al conjunto de la población universitaria. La investigación no buscó establecer inferencias probabilísticas ni extrapolar sus hallazgos mediante criterios de representatividad muestral, sino ofrecer un marco interpretativo riguroso que permitiera comprender las potencialidades de un modelo pedagógico innovador en su contexto de origen. Esta delimitación es consustancial a los estudios de alcance propositivo y de naturaleza interpretativa, en los que el valor del conocimiento producido reside en su profundidad analítica y en su pertinencia contextual, más que en su capacidad de generalización (Ramos, 2015).

No obstante, la imposibilidad de generalizar estadísticamente no implica que los hallazgos carezcan de proyección más allá del caso estudiado. En la investigación de carácter cualitativo y propositivo, este alcance se sustenta en la posibilidad de que los resultados y el modelo propuesto sirvan de referencia para contextos educativos con características semejantes. La caracterización detallada del contexto institucional, de los participantes y de las condiciones del fenómeno estudiado permite que otros investigadores o instituciones valoren en qué medida los hallazgos resultan aplicables a sus propias realidades, asumiendo las adaptaciones que cada contexto requiera (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

En este sentido, los resultados de la investigación constituyen un insumo teórico y metodológico para futuros estudios que busquen adaptar, validar o escalar el modelo pedagógico propuesto a otras instituciones de educación superior que enfrenten dificultades análogas en la enseñanza del Cálculo Diferencial. La delimitación de la población, lejos de restringir el aporte del estudio, lo precisa y lo sitúa con honestidad epistemológica dentro de los alcances propios de una investigación propositiva, sentando las bases para una eventual implementación y validación empírica en fases posteriores.

3.2.5 Trabajo de campo

El trabajo de campo de esta investigación se desarrolló de manera planificada a lo largo del proceso doctoral, siguiendo una secuencia de fases que permitió abordar con rigor metodológico el diseño, la fundamentación y la validación teórica del modelo pedagógico

innovador propuesto para fortalecer las competencias matemáticas en estudiantes de Cálculo Diferencial de la Fundación Universitaria Salesiana.

Durante la primera fase se llevó a cabo la formulación de la investigación, que comprendió la delimitación del problema, la construcción del marco teórico y la definición del enfoque metodológico, junto con la revisión de antecedentes teóricos y normativos.

En la segunda fase se concentró el desarrollo metodológico del estudio, que incluyó la construcción y el ajuste de los instrumentos de recolección de datos, la definición de la muestra y la recolección de la información mediante las técnicas cuantitativas y cualitativas previstas.

Finalmente, la tercera fase se dedicó al procesamiento y análisis de los datos recogidos, a la interpretación de los resultados y a la valoración del modelo desde criterios de pertinencia, coherencia interna y aplicabilidad futura, así como a la redacción del informe final de la investigación.

Esta secuencia garantizó un desarrollo lógico y estructurado del proceso investigativo, alineado con los objetivos y la pregunta de investigación, y aseguró la coherencia entre la planificación inicial y la ejecución efectiva del estudio. La Tabla 3 sintetiza el cronograma que orientó el desarrollo de la investigación.

Tabla 3.

Cronograma

Año	Meses	Acción / Fase	Descripción
Año 1	Meses 1-6	Formulación de la investigación	Revisión de literatura sobre modelos pedagógicos innovadores y competencias matemáticas. Formulación de la pregunta de investigación, hipótesis, objetivos y justificación del estudio.
	Meses 7-12	Definición del marco teórico y diseño del plan de investigación	Revisión de teorías pedagógicas, Enfoque Ontosemiótico y metodologías activas. Establecimiento del marco conceptual. Recolección de información de base para la fundamentación del estudio.
Año 2	Meses 1-6	Desarrollo metodológico	Definición del enfoque mixto. Operacionalización de variables y dimensiones, desarrollo de indicadores y definición de los métodos y técnicas correspondientes a cada objetivo.

Año	Meses	Acción / Fase	Descripción
Año 3	Meses 7-12	Diseño y validación de instrumentos	Construcción, validación y ajuste de la prueba diagnóstica, las encuestas y las guías de entrevista. Definición del diseño muestral y selección de los participantes según los criterios establecidos.
	Meses 1-3	Aplicación de instrumentos	Aplicación de la prueba diagnóstica a las cohortes 2025-1 y 2025-2, de las encuestas a estudiantes y docentes, y de las entrevistas a docentes. Análisis documental de informes institucionales.
	Meses 4-6	Procesamiento y análisis de la información	Sistematización de los datos cuantitativos mediante estadística descriptiva y de los cualitativos mediante categorización. Triangulación de los resultados de los instrumentos.
	Meses 7-9	Diseño del modelo pedagógico	Construcción del modelo pedagógico innovador a partir de los hallazgos diagnósticos y los fundamentos teóricos. Definición de sus fases, componentes y criterios de calidad.
	Meses 10-11	Validación del modelo	Validación del modelo mediante juicio de expertos, valorando su pertinencia, coherencia interna y viabilidad.
	Mes 12	Redacción del informe final	Redacción completa del informe de tesis. Revisión con el comité asesor y ajustes finales.

Nota. Elaboración propia.

3.2.6 Aplicación de los instrumentos

En coherencia con los objetivos de la investigación, se aplicaron cinco instrumentos, cada uno con un propósito y una población específicos:

1. El **Instrumento 1** (prueba diagnóstica, Anexo 1), aplicado a estudiantes, evaluó las competencias relacionadas con el pensamiento numérico y variacional y el pensamiento métrico y espacial, en respuesta al primer objetivo de la investigación. Se implementó en dos cohortes: 2025-1 (39 estudiantes) y 2025-2 (23 estudiantes), lo que permitió contar con un total de 62 participantes en el diagnóstico de entrada.
2. El **Instrumento 2** (encuesta a estudiantes, Anexo 2), orientado al segundo objetivo, recogió las percepciones de los estudiantes sobre las estrategias pedagógicas, el uso de tecnologías educativas y la gamificación. Se aplicó a 22 estudiantes de la cohorte 2025-2, lo que representó el 95,6 % del grupo.

3. El **Instrumento 3** (encuesta a docentes, Anexo 3) recogió la percepción y la experiencia de los profesores responsables de la asignatura respecto de los procesos de enseñanza-aprendizaje, las metodologías y el uso de tecnología y gamificación. Fue respondido por tres docentes.
4. El **Instrumento 4** (entrevista semiestructurada a docentes, Anexo 4) permitió profundizar, mediante preguntas abiertas, en las experiencias, valoraciones y propuestas de los docentes en torno a las prácticas pedagógicas, la tecnología educativa y la gamificación. Participaron cuatro docentes.
5. El **Instrumento 5** (matriz de análisis documental, Anexo 5), orientado al tercer objetivo, aportó elementos contextuales mediante la revisión de los planes de estudio, las guías académicas, los documentos institucionales y los informes históricos de prueba diagnóstica que enmarcan la enseñanza del Cálculo Diferencial.

La secuencia de aplicación articuló los componentes cuantitativo y cualitativo de manera complementaria: la prueba diagnóstica se aplicó a las cohortes 2025-1 y 2025-2; la encuesta a estudiantes, a la cohorte 2025-2; la encuesta y la entrevista, a los docentes de la asignatura; y el análisis documental se desarrolló de forma paralela. De este modo se integró información de distinta naturaleza, lo que permitió la triangulación de los datos y fortaleció la consistencia de los resultados obtenidos.

Con el propósito de contextualizar estos resultados, conviene presentar la tendencia histórica de los diagnósticos institucionales aplicados en la Fundación Universitaria Salesiana desde el período 2022-2. Estos informes, elaborados por la investigadora en el marco de su práctica docente (Sanabria, 2022-2025), constituyen el antecedente empírico más directo de esta investigación y permiten comprender que las dificultades identificadas no son circunstanciales, sino estructurales y sostenidas en el tiempo.

La Tabla 4 sintetiza los principales indicadores diagnósticos por período académico: el porcentaje de acierto en la prueba de entrada, el dominio de los prerrequisitos de Álgebra Lineal y la tasa de pérdida de la asignatura. Su análisis longitudinal permite identificar tendencias que trascienden los resultados de un semestre particular y revelan un patrón sostenido que justifica la pertinencia de una intervención pedagógica estructurada.

Tabla 4.

Tendencia histórica de resultados diagnósticos en Cálculo Diferencial FUS Bogotá (2022 - 2025)

Período	% acierto prueba entrada	% dominio álgebra lineal	% pérdida asignatura	Observación
2022-2	30,39%	N/D	4,2%	Línea base del diagnóstico institucional
2023-1	26,00%	N/D	8,1%	Descenso sostenido en el ingreso
2023-2	11,11%	N/D	12,3%	Punto crítico: primer semestre bajo 15%
2024-1	9,40%	0%	17,7%	Mínimo histórico de acierto en entrada
2024-2	N/D	0%	15,2%	Cero dominio de álgebra lineal confirmado
2025-1	38,72%	0%	En proceso	Cohorte 1 del presente estudio
2025-2	38,92%	0%	En proceso	Cohortes 2 del presente estudio

Nota. Elaboración propia.

El análisis de la tendencia histórica revela tres hallazgos de especial relevancia. En primer lugar, el porcentaje de acierto en la prueba diagnóstica de entrada mostró un descenso sostenido durante cuatro períodos consecutivos: del 30,39% en 2022-2 al 26% en 2023-1, al 11,11% en 2023-2 y al mínimo histórico de 9,40% en 2024-1. Esta trayectoria descendente indica que el problema no es estático sino que se agudiza con el tiempo, lo que refuerza la urgencia de una intervención pedagógica que rompa esta tendencia antes de que se consolide como el nuevo estándar de entrada de los estudiantes a la asignatura.

En segundo lugar, el dominio de los prerrequisitos de Álgebra Lineal fue del 0% durante tres períodos consecutivos: 2024-1, 2024-2 y 2025-1. Este dato es especialmente crítico porque el Álgebra Lineal constituye el sustento algebraico fundamental del Cálculo Diferencial: sin

dominio de expresiones algebraicas, factorización y manipulación simbólica, los estudiantes no pueden acceder al lenguaje propio del cálculo. Desde el Enfoque Ontosemiótico, este resultado confirma la existencia de conflictos semióticos estructurales que impiden a los estudiantes construir significados en torno a los objetos del cálculo, ya que carecen de los objetos algebraicos previos sobre los cuales deben apoyarse.

En tercer lugar, la tasa de pérdida de la asignatura mostró una tendencia creciente, alcanzando su punto más alto en el período 2024-1 con el 17,7%. Si bien este porcentaje es inferior al promedio nacional señalado por Guacaneme et al. (2016) — que oscila entre el 40% y el 60% — su crecimiento sostenido en el contexto específico de la FUS es una señal de alerta institucional que confirma la pertinencia del modelo pedagógico propuesto. La articulación entre el diagnóstico longitudinal, el análisis de los instrumentos aplicados en el presente estudio y los fundamentos del EOS constituye la base empírica más sólida sobre la cual se construye la propuesta de transformación pedagógica desarrollada en el Capítulo IV.

3.2.7 Procesamiento de la información

Este apartado presenta el procesamiento de la información obtenida mediante la aplicación de los instrumentos de investigación. El procesamiento se organizó por instrumento, distinguiendo los resultados de la prueba diagnóstica (Instrumento 1), la encuesta a estudiantes (Instrumento 2), la encuesta autodiligenciada a docentes (Instrumento 3), la entrevista semiestructurada a docentes (Instrumento 4) y el análisis documental (Instrumento 5).

El procesamiento de los datos se orientó no solo a su organización y análisis, sino también a la contrastación de la hipótesis planteada en el Capítulo 1, en tanto permitió identificar relaciones, tendencias y patrones asociados al fortalecimiento de las competencias matemáticas de los estudiantes.

En coherencia con el enfoque mixto adoptado, se integraron procedimientos de análisis cuantitativo y cualitativo. En el componente cuantitativo —la prueba diagnóstica y las encuestas—, los datos se procesaron mediante estadística descriptiva, a través de la distribución de frecuencias y porcentajes y del cálculo de medidas de tendencia central y dispersión, lo que permitió caracterizar los niveles de desempeño, las percepciones y las tendencias en relación con

las variables de estudio. En el componente cualitativo —la entrevista a docentes y el análisis documental—, la información se analizó mediante procesos de categorización y codificación temática, con el fin de interpretar las percepciones, experiencias y valoraciones de los actores educativos.

La triangulación de los datos obtenidos a partir de las diferentes técnicas e instrumentos permitió fortalecer la validez de los resultados y ofrecer una visión integral del fenómeno estudiado, contribuyendo al análisis de la pertinencia del modelo pedagógico innovador y a la valoración de los supuestos establecidos en la investigación.

3.2.7.1 Procesamiento del primer instrumento (Instrumento 1 - Objetivo 1)

La información obtenida en la prueba diagnóstica aplicada a las cohortes 2025-1 (39 estudiantes) y 2025-2 (23 estudiantes) fue consolidada en matrices de datos que registran los aciertos y errores de cada participante en los diez ítems del cuestionario.

A partir de estas matrices se construyó una matriz de sistematización (Tabla 5), en la cual los ítems fueron clasificados en dos categorías principales —pensamiento numérico y variacional, y pensamiento métrico y espacial—, lo que permitió calcular los porcentajes de logro individuales y colectivos por cohorte.

Tabla 5.

Resultado instrumento de diagnóstico

Categoría	Númérico y variacional	
Cohorte	2025-1	2025-2
Porcentaje total de la categoría	45,13%	47,83%
Habilidades	2025-1	2025-2
Uso de operaciones y procedimientos numéricos	48.72%	60.87%
Cálculo y manejo de expresiones numéricas	71.79%	69.57%
Resolución de problemas con operaciones	41.03%	41.30%

Uso de expresiones algebraicas y factorización	2.56%	4.35%
Resolución de ecuaciones y modelación algebraica	61.54%	63.04%

Categoría	Métrico y espacial	
Cohorte	2025-1	2025-2
Porcentaje total de la categoría	32,31%	30%

Habilidades	2025-1	2025-2
Uso de magnitudes y relaciones métricas	56.41%	52.17%
Aplicación de relaciones geométricas	52.56%	63.04%
Comprensión de relaciones entre magnitudes	11.54%	4.35%
Representación e interpretación gráfica	20.51%	17.39%
Modelación de situaciones espaciales	20.51%	13.04%

Nota. Elaboración propia.

La sistematización por categorías permitió reconocer el comportamiento de cada conjunto de habilidades. En el pensamiento numérico y variacional, las cohortes alcanzaron porcentajes de logro del 45,13 % y 47,83 % respectivamente, mientras que en el pensamiento métrico y espacial los valores descendieron al 32,31 % y 30 %. Al interior de cada categoría se evidenciaron habilidades especialmente críticas: el uso de expresiones algebraicas y la factorización registró porcentajes inferiores al 5 % en ambas cohortes, y la representación e interpretación gráfica no superó el 21 %, lo que anticipa dificultades en los registros de representación esenciales para la comprensión del Cálculo Diferencial.

Con el fin de profundizar en la caracterización del desempeño, a partir de los porcentajes individuales de acierto registrados en cada cohorte (Anexos 6.1 y 6.2) se calcularon medidas de estadística descriptiva, sintetizadas en la Tabla 6.

Tabla 6***Estadísticos descriptivos del desempeño en la prueba diagnóstica por cohorte***

Medida	Cohorte 2025-1 (n = 39)	Cohorte 2025-2 (n = 23)
Media de acierto	25,81 %	20,58 %
Mediana	20,00 %	20,00 %
Desviación estándar	14,59	13,68
Puntaje mínimo	0,00 %	0,00 %
Puntaje máximo	56,67 %	46,67 %
Rango	56,67	46,67
Estudiantes con acierto inferior al 30 %	24 (61,5 %)	18 (78,3 %)

Nota. Elaboración propia.

Los estadísticos descriptivos confirman y matizan la magnitud de las dificultades diagnosticadas. En ambas cohortes, la media de acierto fue notablemente baja —25,81 % en la cohorte 2025-1 y 20,58 % en la 2025-2—, lo que evidencia un déficit generalizado en los conocimientos previos requeridos para abordar el Cálculo Diferencial. Ningún estudiante, en ninguna de las dos cohortes, alcanzó un acierto igual o superior al 60 %, umbral asociado a un dominio mínimo aceptable, lo que ilustra la profundidad del problema diagnosticado.

La relación entre la media y la mediana aporta un matiz relevante. En ambas cohortes la media resultó superior a la mediana —25,81 frente a 20,00 en la cohorte 2025-1—, lo que indica una distribución sesgada hacia los valores bajos: la mayoría de los estudiantes se ubicó por debajo del promedio, y solo un grupo reducido con mejor desempeño elevó la media del conjunto. Esta lectura se confirma con la proporción de estudiantes con acierto inferior al 30 %, que alcanzó el 61,5 % en la primera cohorte y se elevó al 78,3 % en la segunda; es decir, en la cohorte 2025-2 casi ocho de cada diez estudiantes ingresaron con un dominio crítico de los prerrequisitos.

La desviación estándar —14,59 y 13,68 respectivamente—, frente a medias cercanas al 20-25 %, revela una marcada heterogeneidad en el desempeño. La amplitud del rango, con puntajes que van del 0 % hasta el 56,67 % en la primera cohorte y del 0 % al 46,67 % en la segunda, confirma

que el grupo no presenta un nivel uniformemente bajo, sino una brecha interna considerable entre quienes carecen por completo de los prerrequisitos —dos estudiantes obtuvieron 0 % en cada cohorte— y quienes conservan un dominio parcial. Este hallazgo resulta especialmente significativo para el diseño del modelo pedagógico, en tanto sugiere la necesidad de estrategias capaces de atender simultáneamente distintos niveles de partida, evitando tanto la nivelación hacia abajo como la exclusión de los estudiantes con mayores dificultades.

El contraste entre las dos cohortes permite reconocer patrones que trascienden un período particular. La Tabla 7 sintetiza este comparativo.

Tabla 7

Comparativo del desempeño diagnóstico entre cohortes

Categoría / Indicador			Cohorte 2025-1	Cohorte 2025-2	Diferencia
Pensamiento numérico y variacional			45,13 %	47,83 %	+2,70
Pensamiento métrico y espacial			32,31 %	30,00 %	-2,31
Acierto total (media)			25,81 %	20,58 %	-5,23
Estudiantes con acierto < 30 %			61,5 %	78,3 %	+16,8

Nota. Elaboración propia. La diferencia se calcula como el valor de la cohorte 2025-2 menos el de la cohorte 2025-1.

En la categoría de pensamiento numérico y variacional, ambas cohortes registraron porcentajes de logro similares —45,13 % y 47,83 %—, con una leve mejora de 2,70 puntos en la cohorte más reciente, lo que evidencia una relativa estabilidad en este tipo de habilidades entre períodos. En contraste, la categoría de pensamiento métrico y espacial mostró un desempeño marcadamente inferior en ambas cohortes —32,31 % y 30 %—, lo que señala una debilidad estructural y sostenida en las habilidades de visualización, representación gráfica e interpretación geométrica, precisamente aquellas más vinculadas a la comprensión de los conceptos centrales del Cálculo Diferencial, como el límite y la derivada.

La comparación de las medias totales aporta un dato adicional: pese a la leve mejora en pensamiento numérico, la cohorte 2025-2 registró una media total de acierto inferior a la de la cohorte 2025-1 (20,58 % frente a 25,81 %, una diferencia de 5,23 puntos) y concentró una proporción notablemente mayor de estudiantes en el rango crítico (16,8 puntos más por debajo del 30 % de acierto). Esto indica que las dificultades, lejos de atenuarse, se mantuvieron e incluso se acentuaron entre los dos períodos. La consistencia de este patrón en dos cohortes sucesivas refuerza la interpretación de que las brechas diagnosticadas no responden a circunstancias coyunturales de un grupo particular, sino a un problema estructural en la formación matemática previa de los estudiantes que ingresan a la asignatura, lo que justifica con solidez la pertinencia de una intervención pedagógica fundamentada como la que propone esta investigación.

Los resultados individuales de los estudiantes pueden consultarse en los Anexos 6.1 y 6.2, donde se presentan de manera detallada las respuestas obtenidas en cada uno de los ítems, garantizando la trazabilidad y transparencia del proceso investigativo.

3.2.7.2 Procesamiento del segundo instrumento (Instrumento 2 – Objetivo 2)

El Instrumento 2 consistió en una encuesta estructurada aplicada a los estudiantes de la cohorte 2025-2, conformada por 23 estudiantes, de los cuales 22 la diligenciaron, lo que representó un 95,6 % de participación. Este nivel de respuesta permitió considerar los datos como representativos del grupo analizado.

Para el procesamiento, las respuestas se organizaron mediante tablas de frecuencia absoluta (n) y relativa (%), agrupando los ítems en tres dimensiones analíticas —estrategias pedagógicas, uso de tecnologías educativas (TIC) y gamificación—, en correspondencia con el objetivo específico de analizar los elementos de la práctica pedagógica en la asignatura.

Dimensión 1: Estrategias pedagógicas.

Tabla 8

Percepción de los estudiantes – Dimensión 1: Estrategias pedagógicas

Ítem	TA	A	N	D	TD	Fav.
Las estrategias del docente facilitan la comprensión de los temas.	14 (64%)	5 (23%)	2 (9%)	0 (0%)	1 (5%)	86%
Las estrategias innovadoras ayudan a comprender conceptos como límite, derivada y tasa de cambio.	12 (55%)	8 (36%)	1 (5%)	0 (0%)	1 (5%)	91%

Nota. Elaboración propia (n = 22). Cada celda muestra la frecuencia y el porcentaje. TA = Totalmente de acuerdo; A = De acuerdo; N = Neutral; D = En desacuerdo; TD = Totalmente en desacuerdo; Fav. = porcentaje favorable (TA + A).

Los resultados evidenciaron una percepción ampliamente favorable hacia las estrategias pedagógicas empleadas. El ítem referido a que las estrategias del docente facilitan la comprensión obtuvo un 86 % de respuestas positivas (14 estudiantes totalmente de acuerdo y 5 de acuerdo), y el relativo a la utilidad de las estrategias innovadoras para comprender conceptos centrales como el límite, la derivada y la tasa de cambio alcanzó un 91 %. Las posturas neutrales o desfavorables fueron marginales, lo que indica que los estudiantes reconocen el valor de las estrategias activas en su aprendizaje.

Dimensión 2: Uso de tecnologías educativas (TIC).

Tabla 9

Percepción de los estudiantes – Dimensión 2: Uso de tecnologías educativas (TIC)

Ítem	TA	A	N	D	TD	Fav.
El propósito de cada actividad digital es claro y conecta el cálculo con la vida real.	11 (50%)	10 (45%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (5%)	95%

El uso de recursos tecnológicos es frecuente en la clase.	10 (45%)	11 (50%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (5%)	95%
Las herramientas digitales permiten participar y construir distintas representaciones.	10 (45%)	11 (50%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (5%)	95%
Las tecnologías hacen que los temas complejos se entiendan con mayor claridad.	9 (41%)	8 (36%)	4 (18%)	0 (0%)	1 (5%)	77%

Nota. Elaboración propia (n = 22). Cada celda muestra la frecuencia y el porcentaje. TA = Totalmente de acuerdo; A = De acuerdo; N = Neutral; D = En desacuerdo; TD = Totalmente en desacuerdo; Fav. = porcentaje favorable (TA + A).

Esta dimensión registró la valoración más alta y consistente del instrumento. Tres de los cuatro ítems alcanzaron un 95 % de respuestas favorables: la claridad del propósito de las actividades digitales, la frecuencia de uso de recursos tecnológicos y la posibilidad de participar y construir distintas representaciones de un mismo concepto. El cuarto ítem, relativo a que las tecnologías hacen más comprensibles los temas complejos, obtuvo un 77 % de respaldo, con un incremento de respuestas neutrales (4 estudiantes). En conjunto, los estudiantes percibieron las TIC como un apoyo efectivo para la comprensión y la participación, lo que respalda su incorporación estructural en el modelo propuesto.

Dimensión 3: Gamificación.

Tabla 10

Percepción de los estudiantes – Dimensión 3: Gamificación

Ítem	TA	A	N	D	TD	Fav.
Me siento motivado al participar en actividades gamificadas (retos, puntos, niveles).	9 (41%)	8 (36%)	4 (18%)	0 (0%)	1 (5%)	77%

Las dinámicas lúdicas o juegos fortalecen mi interés y disposición para aprender.	8 (36%)	9 (41%)	3 (14%)	1 (5%)	1 (5%)	77%
---	---------	---------	---------	--------	--------	-----

Nota. Elaboración propia (n = 22). Cada celda muestra la frecuencia y el porcentaje. TA = Totalmente de acuerdo; A = De acuerdo; N = Neutral; D = En desacuerdo; TD = Totalmente en desacuerdo; Fav. = porcentaje favorable (TA + A).

La gamificación obtuvo una percepción favorable, aunque con mayor dispersión que las dimensiones anteriores. Ambos ítems —la motivación generada por las actividades gamificadas y el fortalecimiento del interés mediante dinámicas lúdicas— alcanzaron un 77 % de respuestas positivas, pero concentraron la mayor proporción de respuestas neutrales (4 y 3 estudiantes) y la única respuesta en desacuerdo de toda la encuesta. Esta mayor variabilidad sugiere que, si bien la gamificación es valorada positivamente por la mayoría, su recepción es más heterogénea, lo que coincide con la observación de los docentes acerca de la necesidad de estructurar pedagógicamente estas estrategias para que trasciendan lo motivacional y contribuyan efectivamente al aprendizaje.

En síntesis, la encuesta evidenció una percepción estudiantil mayoritariamente favorable hacia las tres dimensiones, con un respaldo especialmente sólido al uso de tecnologías educativas y una valoración positiva, aunque más matizada, de la gamificación. Estos hallazgos aportan evidencia empírica directa sobre la receptividad de los estudiantes a las estrategias que articulan el modelo pedagógico propuesto.

Cabe señalar que un estudiante seleccionó la categoría "totalmente en desacuerdo" de manera uniforme en todos los ítems del instrumento, configurando un patrón de respuesta no diferenciada que explica la presencia constante de ese 5 % desfavorable en las tres dimensiones; su inclusión en el análisis preserva la integridad de los datos, si bien su carácter atípico debe considerarse al interpretar las frecuencias negativas. Los resultados completos, incluidos los ítems abiertos, pueden consultarse en el Anexo 7.1.

3.2.7.3 Procesamiento del tercer instrumento (Instrumento 3 – Objetivo 2)

El Instrumento 3 consistió en una encuesta estructurada y autodiligenciada, dirigida a los docentes responsables de la asignatura de Cálculo Diferencial. A diferencia de la entrevista, este instrumento fue respondido directamente por cada docente, sin la mediación del investigador, lo que permitió recoger su percepción de manera autónoma. Participaron tres docentes con amplia experiencia en la enseñanza de las matemáticas en educación superior.

Dado el número de participantes, la información se procesó de forma directa, presentando las respuestas individuales de cada docente en lugar de distribuciones porcentuales, que resultarían poco representativas con una muestra de este tamaño. La parte estructurada del instrumento indagó la percepción de los docentes sobre el nivel de competencias matemáticas de sus estudiantes, mediante una escala de tres niveles (bajo; ni bajo ni alto; alto). La Tabla 11 sintetiza sus respuestas.

Tabla 11

Percepción de los docentes sobre el nivel de competencias de los estudiantes (Instrumento 3)

Ítem (percepción del nivel de los estudiantes)	Docente 1	Docente 2	Docente 3
Comprenden los conceptos básicos (límite, derivada, tasa de cambio).	Ni bajo ni alto	Alto	Alto
Aplican los conceptos en situaciones reales o interdisciplinarias.	Ni bajo ni alto	Ni bajo ni alto	Alto
Muestran fluidez en el razonamiento lógico y argumentativo.	Bajo	Ni bajo ni alto	Ni bajo ni alto
Resuelven problemas más allá del uso mecánico de fórmulas.	Bajo	Ni bajo ni alto	Bajo
El nivel general observado es adecuado para la asignatura.	Bajo	Ni bajo ni alto	Ni bajo ni alto

Nota. Elaboración propia (n = 3 docentes). Dada la cantidad de participantes, las respuestas se presentan de forma individual y no en porcentajes.

Las respuestas evidenciaron una percepción docente predominantemente crítica respecto del nivel de competencias de los estudiantes, especialmente en las habilidades de orden superior. En los ítems referidos a la comprensión de conceptos básicos, las valoraciones fueron relativamente más positivas: dos de los tres docentes consideraron que los estudiantes comprenden los conceptos fundamentales del Cálculo Diferencial. Sin embargo, a medida que los ítems abordaban habilidades más complejas, las valoraciones descendieron.

En particular, la capacidad de los estudiantes para resolver problemas más allá del uso mecánico de fórmulas fue el aspecto peor valorado: dos de los tres docentes la calificaron como baja. De manera coherente, ninguno de los docentes consideró que el nivel general de competencia de los estudiantes fuera plenamente adecuado para el desarrollo de la asignatura, ubicándolo entre bajo e intermedio. Esta percepción converge de manera notable con los resultados objetivos de la prueba diagnóstica (Instrumento 1), en la cual las habilidades de razonamiento, representación y resolución de problemas registraron los porcentajes de logro más bajos.

La coincidencia entre la percepción docente y la evidencia diagnóstica refuerza la validez del diagnóstico: tanto la medición directa del desempeño estudiantil como la valoración experta de quienes orientan la asignatura apuntan a las mismas debilidades estructurales, particularmente en la aplicación y el razonamiento matemático frente al dominio meramente procedimental. Las respuestas completas de los docentes pueden consultarse en el Anexo 7.2.

3.2.7.4 Procesamiento del cuarto instrumento (Instrumento 4 – Objetivo 2)

El Instrumento 4 consistió en una entrevista semiestructurada aplicada a cuatro docentes de la asignatura de Cálculo Diferencial. A diferencia de la encuesta autodiligenciada, este instrumento se desarrolló a partir del diálogo entre el investigador y cada docente, lo que permitió profundizar en sus experiencias, valoraciones y propuestas, y recoger matices que un cuestionario cerrado no alcanza a capturar. El carácter conversacional de la entrevista habilitó la formulación de preguntas y la exploración de aspectos que emergieron durante el intercambio, enriqueciendo la comprensión del fenómeno desde la perspectiva de quienes lo viven cotidianamente en el aula.

Por su naturaleza cualitativa, la información se procesó mediante un análisis de contenido de tipo categorial. Las respuestas se transcribieron, se organizaron en torno a los seis bloques temáticos de la guía y se sometieron a un proceso de identificación de patrones, coincidencias y énfasis recurrentes en los discursos docentes. Este procedimiento permitió reconocer no solo las regularidades en las opiniones, sino también los matices y las tensiones presentes en la experiencia docente, preservando la riqueza interpretativa propia de este tipo de instrumento. A continuación se presentan los hallazgos organizados por bloque temático.

Bloque 1. Perfil docente. Los docentes entrevistados reportaron una trayectoria significativa en educación superior, con experiencia en la enseñanza de las matemáticas en programas de ingeniería y ciencias básicas, particularmente en cursos de fundamentación matemática para los primeros semestres. Su formación se ubica en áreas vinculadas a las matemáticas, la ingeniería y la educación, e incluye la orientación de asignaturas como Matemáticas Básicas, Álgebra Lineal y Cálculo Diferencial, así como procesos de acompañamiento dirigidos a fortalecer las competencias matemáticas de los estudiantes. Este perfil resulta especialmente relevante para la investigación, pues otorga solidez y credibilidad a sus valoraciones: se trata de actores con conocimiento directo, prolongado y situado del fenómeno estudiado, capaces de identificar con precisión las dificultades de aprendizaje y las condiciones reales en que se desarrolla la enseñanza del Cálculo Diferencial en la institución.

Bloque 2. Prácticas pedagógicas actuales. Los docentes describieron una práctica fundamentada principalmente en la explicación de los conceptos teóricos seguida de la resolución de ejercicios y problemas de aplicación, modelo coherente con la tradición de enseñanza de las matemáticas en educación superior. Algunos señalaron incorporar actividades participativas y espacios de discusión para favorecer la comprensión, lo que evidencia una disposición hacia metodologías más activas. Al indagar por las actividades más efectivas para enseñar conceptos abstractos, destacaron el uso de ejercicios contextualizados, representaciones gráficas, resolución de problemas y ejemplos que conectan los conceptos matemáticos con situaciones reales o propias de la disciplina profesional de los estudiantes. Este reconocimiento de la contextualización y de la diversidad de representaciones como estrategias efectivas resulta especialmente significativo, en tanto coincide con los principios del Enfoque Ontosemiótico, que concibe la comprensión matemática como la capacidad de articular distintos registros y de dotar

de sentido a los objetos matemáticos en contextos de uso. La práctica docente, por tanto, contiene ya elementos que el modelo propuesto busca sistematizar y potenciar.

Bloque 3. Uso de tecnologías educativas. Los docentes indicaron emplear plataformas institucionales de gestión del aprendizaje, recursos audiovisuales, software matemático y herramientas digitales de apoyo, con una frecuencia que varía según los objetivos de cada clase y las características de los grupos. Entre las ventajas del uso de TIC destacaron la posibilidad de visualizar conceptos abstractos, favorecer la interacción y diversificar las estrategias de enseñanza, beneficios directamente relacionados con la comprensión de nociones como el límite, la derivada y la tasa de cambio. Como limitaciones señalaron las dificultades de conectividad, la disponibilidad de recursos y la necesidad de una mayor capacitación para aprovechar plenamente estas herramientas. Esta valoración converge de manera notable con la percepción de los estudiantes, quienes también valoraron favorablemente las TIC, y confirma un hallazgo central del diagnóstico: el reto institucional no reside en la disponibilidad tecnológica, sino en su integración pedagógica sistemática y fundamentada, precisamente el vacío que el modelo propuesto busca atender.

Bloque 4. Percepción sobre gamificación y metodologías activas. La mayoría de los docentes manifestó haber utilizado dinámicas asociadas a metodologías activas —retos, actividades colaborativas o ejercicios competitivos de carácter formativo—, aunque pocos reportaron una implementación sistemática de la gamificación como estrategia pedagógica estructurada. Coincidieron en que estas estrategias pueden incrementar el interés, la participación y la motivación de los estudiantes, especialmente en una asignatura tradicionalmente percibida como compleja y abstracta, y reconocieron que la incorporación de elementos lúdicos puede favorecer el compromiso con el aprendizaje, mejorar la comprensión conceptual y fortalecer la permanencia en los procesos formativos. No obstante, su insistencia en la necesidad de estructurar pedagógicamente estas estrategias —de modo que no se reduzcan a un recurso meramente motivacional— constituye un hallazgo clave. Esta observación coincide de forma directa con la mayor dispersión registrada en las respuestas de los estudiantes sobre gamificación, y confirma que su potencial educativo se realiza únicamente cuando se articula con intencionalidad didáctica y se integra de manera coherente con los objetivos de aprendizaje, tal como plantea el modelo propuesto.

Bloque 5. Formación y acompañamiento. Los docentes reportaron experiencias diversas de formación en innovación educativa, uso de tecnologías y metodologías activas, reconociendo a la vez la necesidad de seguir fortaleciendo sus competencias en estos campos. Destacaron como prioritaria la formación en el diseño de experiencias de aprendizaje innovadoras, la gamificación, la integración pedagógica de las tecnologías digitales y la evaluación de competencias matemáticas. Este reconocimiento explícito de las propias necesidades formativas constituye un insumo de gran valor para el diseño del modelo, pues señala que su implementación futura no puede limitarse a la propuesta de estrategias, sino que debe contemplar el acompañamiento y la formación docente como condición de viabilidad. Un modelo pedagógico innovador, por sólido que sea en su fundamentación, requiere de docentes preparados para apropiarlo y llevarlo al aula con sentido.

Bloque 6. Expectativas y recomendaciones. Finalmente, los docentes señalaron la necesidad de contar con espacios de formación permanente, acompañamiento pedagógico, acceso a recursos tecnológicos y oportunidades de intercambio de experiencias entre pares. Como recomendaciones concretas para un modelo pedagógico innovador que fortalezca las competencias matemáticas, propusieron integrar metodologías activas, recursos tecnológicos y estrategias de motivación que favorezcan la participación estudiantil, así como contextualizar los contenidos matemáticos, promover el aprendizaje significativo y fortalecer el acompañamiento académico durante el proceso formativo. Resulta especialmente valioso que estas recomendaciones, provenientes de la experiencia directa en el aula, coincidan con los ejes estructurales del modelo propuesto —la articulación del Enfoque Ontosemiótico, la gamificación y la tecnología educativa—, lo que confiere a la propuesta un respaldo no solo teórico sino también práctico, anclado en la voz de quienes conocen de cerca las necesidades de la asignatura.

En conjunto, el análisis de las entrevistas permitió complementar y profundizar la información obtenida mediante los instrumentos cuantitativos, aportando la perspectiva cualitativa de los docentes sobre las prácticas, las posibilidades y las condiciones de la innovación pedagógica en la enseñanza del Cálculo Diferencial. Las coincidencias entre los discursos docentes, la percepción de los estudiantes y la evidencia diagnóstica refuerzan de

manera consistente la validez del diagnóstico y fundamentan las decisiones adoptadas en el diseño del modelo.

La triangulación de estas tres fuentes —prueba diagnóstica, encuestas y entrevistas— configura un cuadro coherente en el que las dificultades estructurales, las percepciones de los actores y las recomendaciones de los docentes convergen hacia la necesidad de una intervención pedagógica fundamentada, sistemática y contextualizada. La guía de entrevista que orientó este proceso puede consultarse en el Anexo 4, mientras que la sistematización de las respuestas se presenta de manera integrada en este apartado.

3.2.7.5 Procesamiento del análisis documental (Instrumento 5 – Objetivo 3)

El Instrumento 5 consistió en una matriz de análisis documental, diseñada para responder al tercer objetivo de la investigación: analizar los fundamentos teóricos, normativos y curriculares que enmarcan la enseñanza del Cálculo Diferencial y que sustentan el diseño del modelo pedagógico propuesto. A diferencia de los instrumentos anteriores, su aplicación no implicó la participación directa de estudiantes o docentes, sino que se desarrolló como un ejercicio sistemático de revisión y análisis de fuentes documentales.

Para su implementación se seleccionaron como insumos los documentos normativos nacionales, los lineamientos institucionales, los planes de estudio y las guías académicas de la asignatura, así como la literatura especializada en educación matemática, Enfoque Ontosemiótico, tecnología educativa y gamificación. La información se organizó en una matriz estructurada por categorías y subcategorías de análisis, que permitió registrar, para cada fuente, el aporte identificado y su relevancia para la fundamentación de la propuesta. La Tabla 12 presenta la sistematización del análisis documental realizado.

Tabla 12

Matriz de análisis documental

Categoría	Subcategoría	Documento / Fuente	Aporte identificado	Observaciones
Marco normativo	Legislación educativa	Ley 115 de 1994 (Ley General de Educación)	Establece principios de calidad, equidad y	Marco general del sistema

Categoría	Subcategoría	Documento / Fuente	Aporte identificado	Observaciones
			pertinencia en la educación	educativo colombiano
Marco normativo	Estándares de competencias	MEN (2006). Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas	Define competencias matemáticas y niveles de desempeño esperados	Referencia para orientar el desarrollo de competencias
Marco normativo	Lineamientos curriculares	MEN (1998). Lineamientos Curriculares del Área de Matemáticas	Orienta la organización curricular y los enfoques de enseñanza	Sustento curricular de la propuesta
Marco normativo	Lineamientos TIC	MEN & OEA (1999). Nuevas tecnologías y currículo de matemáticas	Promueve el uso de TIC en procesos educativos	Referente para la integración de tecnología en el aula
Marco normativo	Educación virtual	MEN (2019). Lineamientos para la Educación Virtual	Establece orientaciones sobre el uso pedagógico de entornos digitales	Apoya la incorporación de tecnología educativa
Marco institucional	Proyecto Educativo Institucional	PEI – Fundación Universitaria Salesiana	Define principios formativos y enfoque institucional	Permite contextualizar la investigación
Marco institucional	Reglamentos académicos	Reglamento institucional	Establece normas de evaluación y organización académica	Orienta la estructura del proceso formativo
Currículo universitario	Plan de estudios	Programas académicos institucionales	Ubica el Cálculo Diferencial dentro de la formación básica	Identifica su rol dentro del currículo

Categoría	Subcategoría	Documento / Fuente	Aporte identificado	Observaciones
Currículo universitario	Programa de asignatura	Sílabo de Cálculo Diferencial	Define contenidos, metodologías y evaluación	Permite reconocer la estructura del curso
Fundamentación pedagógica	Enfoques de aprendizaje	Piaget (1970); Vygotsky (1978)	Explican el aprendizaje como proceso activo y social	Referentes teóricos para el diseño pedagógico
Fundamentación pedagógica	Aprendizaje significativo	Díaz-Barriga (2006)	Fundamenta estrategias para un aprendizaje significativo	Orienta el diseño de experiencias de aprendizaje
Fundamentación pedagógica	Metodologías activas	Hmelo-Silver (2004); Prince & Felder (2006)	Sustentan el aprendizaje basado en problemas y la enseñanza inductiva	Apoyan el uso de metodologías activas
Fundamentación pedagógica	Perspectiva constructivista	Cobb (1994)	Articula las perspectivas sociocultural y cognitiva del aprendizaje	Sustento epistemológico del modelo
Enfoque ontosemiótico	Conflictos semióticos	Godino, Batanero & Font (2007)	Define las dificultades de aprendizaje como conflictos de significado	Marco conceptual para el análisis del aprendizaje
Enfoque ontosemiótico	Prácticas institucionales	Godino (2003)	Relaciona el conocimiento	Referente teórico del enfoque

Categoría	Subcategoría	Documento / Fuente	Aporte identificado	Observaciones
			matemático con las prácticas educativas	
Enfoque ontosemiótico	Objetos matemáticos	Godino et al. (2007)	Define los objetos matemáticos como construcciones de significado	Apoya el enfoque de la investigación
Enfoque ontosemiótico	Fundamentos del EOS	Godino (2023)	Sistematiza los fundamentos, herramientas y aplicaciones del EOS	Actualiza el marco teórico del enfoque
Enfoque ontosemiótico	EOS y cálculo	Rico Segura (2024); Verón (2023)	Aplican el EOS a la enseñanza del cálculo y al concepto de diferencial	Antecedentes directos del modelo propuesto
Innovación educativa	Competencias matemáticas	Niss & Højgaard (2019)	Caracterizan las competencias matemáticas y su desarrollo	Marco conceptual de la variable dependiente
Innovación educativa	Tecnología educativa	Pierce & Ball (2009); Gresalfi & Barnes (2020)	Evidencian el uso de la tecnología en educación matemática	Referente para el uso de herramientas digitales
Innovación educativa	Visualización digital	Calder & Campbell (2020); Laderas et al. (2023)	Muestran el impacto de visualizadores y GeoGebra en el cálculo	Sustento del componente tecnológico del modelo
Innovación educativa	Recursos digitales	Martínez-Palmera et al. (2021)	Revisa la implementación de	Referente para la integración

Categoría	Subcategoría	Documento / Fuente	Aporte identificado	Observaciones
			recursos educativos digitales en cálculo	pedagógica de TIC
Innovación educativa	Gamificación	Deterding et al. (2011); Kim, Park & Baek (2020); Stott & Neustaedter (2013)	Analizan el uso de la gamificación en educación	Apoyan la inclusión de estrategias lúdicas
Diagnóstico institucional	Resultados diagnósticos	Sanabria (2022-2025)	Documenta la tendencia histórica de bajos niveles de entrada en la FUS	Antecedente empírico directo de la investigación
Diagnóstico institucional	Contexto nacional	Guacaneme et al. (2016)	Diagnostica la enseñanza de las matemáticas en la educación superior colombiana	Contextualiza el problema a nivel nacional

Nota. Elaboración propia.

El análisis documental se organizó en seis categorías que abarcan las distintas dimensiones del fenómeno estudiado. La categoría de marco normativo reunió la legislación educativa y los lineamientos curriculares nacionales —la Ley General de Educación, los Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas y los lineamientos sobre tecnología y educación virtual del Ministerio de Educación Nacional—, que establecen el horizonte de política pública en el que se inscribe la enseñanza de las matemáticas y respaldan la incorporación de tecnología en el aula. La categoría de marco institucional y la de currículo universitario permitieron contextualizar la investigación en el entorno específico de la Fundación Universitaria Salesiana, a través del Proyecto Educativo Institucional, los reglamentos académicos y el sílabo de la asignatura.

Las categorías de fundamentación pedagógica y Enfoque Ontosemiótico concentraron los referentes teóricos del modelo. La primera articuló las perspectivas constructivistas y las

metodologías activas —el aprendizaje significativo, el aprendizaje basado en problemas y la enseñanza inductiva— que orientan el diseño de las experiencias de aprendizaje. La segunda integró los aportes fundacionales y recientes del Enfoque Ontosemiótico, incluyendo su aplicación específica a la enseñanza del cálculo, que constituye el sustento epistemológico y metodológico de la propuesta. La categoría de innovación educativa, por su parte, reunió la literatura sobre competencias matemáticas, tecnología educativa y gamificación, que fundamenta los componentes estratégicos del modelo.

Finalmente, la categoría de diagnóstico institucional incorporó los informes de prueba diagnóstica de la Fundación Universitaria Salesiana (Sanabria, 2022-2025) y el diagnóstico nacional sobre la educación matemática en Colombia (Guacaneme et al., 2016), que articulan la evidencia empírica local con el panorama nacional y confirman el carácter estructural del problema abordado.

El análisis documental evidenció una coherencia significativa entre los lineamientos normativos, los referentes teóricos y las necesidades diagnosticadas en el contexto institucional. Los documentos normativos e institucionales favorecen la innovación pedagógica y la incorporación de tecnología, pero el análisis también reveló que esta apertura normativa no se ha traducido aún en una propuesta pedagógica sistemática para la enseñanza del Cálculo Diferencial en la institución. Este hallazgo —la existencia de condiciones normativas e institucionales favorables, junto con la ausencia de un modelo consolidado que las concrete— constituye un argumento central para la pertinencia de la propuesta, en tanto el modelo no contradice el marco existente, sino que aprovecha sus posibilidades y llena un vacío identificado.

En conjunto, el procesamiento de los cinco instrumentos permitió transformar la información recolectada en hallazgos organizados y articulados con las categorías de análisis definidas en los objetivos. Los datos cuantitativos —prueba diagnóstica y encuesta a estudiantes— se sistematizaron mediante estadística descriptiva, mientras que la información cualitativa —encuesta a docentes, entrevistas y análisis documental— se organizó mediante categorización temática. Este procedimiento permitió estructurar los datos de manera ordenada y prepararlos para su interpretación. Cabe señalar que en este apartado se presenta la organización

y el procesamiento de la información, mientras que el análisis e interpretación integrada de los resultados se desarrolla en el apartado 3.3.

3.3. Análisis de los resultados en los datos obtenidos

El presente apartado tiene como propósito analizar de manera sistemática e integrada los resultados obtenidos a partir de la aplicación de los instrumentos de recolección definidos en el diseño metodológico. Este análisis se enmarca en el enfoque mixto adoptado, que permite articular datos de naturaleza cuantitativa y cualitativa para lograr una comprensión más amplia y profunda del fenómeno investigado.

En coherencia con los objetivos específicos, el análisis se organiza por instrumento, considerando tanto la naturaleza de los datos recolectados como su contribución al abordaje del problema. Se examinan sucesivamente los resultados de la prueba diagnóstica, las encuestas a estudiantes y docentes, la entrevista a docentes y el análisis documental, lo que permite identificar patrones, tendencias, fortalezas y debilidades en el desarrollo de las competencias matemáticas de los estudiantes de Cálculo Diferencial. Posteriormente, la triangulación de los hallazgos integra las distintas fuentes en una interpretación de conjunto.

Desde una perspectiva analítica, se articularon procedimientos de estadística descriptiva para los datos cuantitativos con técnicas de análisis de contenido para la información cualitativa, lo que favoreció la triangulación de los resultados y la validez interna de los hallazgos. Este proceso no sólo permitió describir la situación del contexto estudiado, sino también generar interpretaciones fundamentadas que orientaron la construcción del modelo pedagógico innovador.

El análisis se sustentó, además, en los referentes teóricos adoptados, particularmente en el Enfoque Ontosemiótico, que posibilita interpretar los resultados más allá de su dimensión descriptiva, considerando los significados que los estudiantes construyen en relación con los objetos matemáticos, las prácticas pedagógicas y las mediaciones didácticas presentes en el proceso de enseñanza y aprendizaje. De esta manera, el apartado articula los datos empíricos con el marco teórico y metodológico, proporcionando la evidencia que sustenta la formulación de las conclusiones y la propuesta de transformación.

3.3.1 Análisis de la prueba diagnóstica (Instrumento 1 – Objetivo 1)

La prueba diagnóstica tuvo como propósito caracterizar el nivel de desarrollo de las competencias matemáticas previas de los estudiantes de Cálculo Diferencial, en coherencia con el primer objetivo específico, orientado a analizar su desempeño en procesos fundamentales como la comprensión conceptual, el razonamiento algebraico y la resolución de problemas.

Los resultados evidenciaron un nivel insuficiente y generalizado en el dominio de las competencias matemáticas básicas. Las medias de acierto —25,81 % en la cohorte 2025-1 y 20,58 % en la 2025-2— se ubicaron muy por debajo de cualquier umbral de dominio aceptable, y ningún estudiante de las dos cohortes alcanzó un acierto igual o superior al 60 %. Más aún, la proporción de estudiantes con desempeño inferior al 30 % alcanzó el 61,5 % en la primera cohorte y el 78,3 % en la segunda, lo que dimensiona la magnitud del déficit con que los estudiantes ingresan a la asignatura.

El análisis por categorías permitió localizar las debilidades con mayor precisión. El pensamiento métrico y espacial registró los porcentajes más bajos (32,31 % y 30 %), por debajo del pensamiento numérico y variacional (45,13 % y 47,83 %), lo que revela una dificultad particular en las habilidades de visualización, representación gráfica e interpretación geométrica. Al interior de las categorías, dos habilidades resultaron especialmente críticas: el uso de expresiones algebraicas y la factorización, con porcentajes inferiores al 5 %, y la representación e interpretación gráfica, que no superó el 21 %. Estas dos habilidades son precisamente las que sostienen la comprensión de los conceptos centrales del cálculo —el límite, la derivada y la tasa de cambio—, por lo que su debilidad anticipa las dificultades que los estudiantes enfrentarán en el desarrollo de la asignatura.

La marcada dispersión de los datos —con una desviación estándar cercana a 14 frente a medias de 20-25 %, y puntajes que oscilan entre el 0 % y el 56,67 %— revela además que el grupo no presenta un nivel uniformemente bajo, sino una brecha interna considerable. Esta heterogeneidad es un hallazgo relevante para el diseño del modelo, en tanto exige estrategias capaces de atender simultáneamente a estudiantes que carecen por completo de los prerrequisitos y a otros que conservan un dominio parcial.

En el plano cualitativo, el análisis de las respuestas permitió identificar errores sistemáticos asociados a la aplicación mecánica de procedimientos sin comprensión conceptual, así como dificultades para establecer conexiones entre distintos registros de representación —gráfico, algebraico y verbal—. Estas situaciones evidencian la presencia de lo que el Enfoque Ontosemiótico denomina conflictos semióticos, en los cuales los estudiantes no logran articular adecuadamente los significados de los objetos matemáticos en distintos contextos de uso. Los bajos porcentajes en representación gráfica y manejo algebraico son una manifestación concreta de esta desarticulación entre registros, central en la teoría ontosemiótica.

Asimismo, se observó una limitada capacidad para abordar situaciones problemáticas que requieren interpretación, modelación o toma de decisiones, lo que pone en evidencia debilidades en la competencia estratégica y en el razonamiento adaptativo, tal como los plantean Kilpatrick, Swafford y Findell (2001). Desde el Enfoque Ontosemiótico, estos resultados pueden interpretarse como una desconexión entre las prácticas institucionales de enseñanza y los procesos de construcción de significado por parte de los estudiantes: los objetos matemáticos no están siendo apropiados como sistemas de prácticas significativas, sino como contenidos fragmentados y descontextualizados, lo que limita su comprensión y aplicación.

En síntesis, el análisis de la prueba diagnóstica permite concluir que existe una base conceptual débil, sostenida y estructural en los estudiantes, especialmente en las habilidades clave para el aprendizaje del Cálculo Diferencial. La consistencia de este patrón en dos cohortes sucesivas confirma que no se trata de una circunstancia coyuntural, sino de un problema de fondo. Estos hallazgos constituyen un insumo fundamental para el diseño del modelo pedagógico innovador, en tanto evidencian la necesidad de integrar estrategias didácticas activas, mediaciones tecnológicas y recursos que favorezcan la reconstrucción significativa de los conceptos matemáticos.

3.3.2 Análisis de la encuesta a estudiantes (Instrumento 2 – Objetivo 2)

La encuesta a estudiantes tuvo como propósito analizar los elementos de la práctica pedagógica en la enseñanza del Cálculo Diferencial desde la perspectiva de los propios

estudiantes, así como su percepción sobre el uso de estrategias innovadoras, en coherencia con el segundo objetivo específico de la investigación.

Los resultados evidenciaron una percepción mayoritariamente favorable hacia las estrategias pedagógicas activas, el uso de tecnologías educativas y la gamificación. En la dimensión de estrategias pedagógicas, el respaldo se ubicó entre el 86 % y el 91 %, lo que indica que los estudiantes reconocen el valor de las metodologías que facilitan la comprensión y conectan los conceptos con su aprendizaje. La dimensión de tecnologías educativas registró la valoración más alta y consistente, con tres de sus cuatro ítems alcanzando el 95 % de respuestas favorables, lo que revela una disposición muy positiva hacia la mediación tecnológica como apoyo a la comprensión de conceptos abstractos.

La gamificación, aunque también valorada positivamente (77 % de respuestas favorables en sus ítems), concentró la mayor proporción de respuestas neutrales y la única respuesta en desacuerdo del instrumento, configurando la dimensión con mayor dispersión. Esta heterogeneidad resulta significativa: indica que, si bien la gamificación es bien recibida por la mayoría, su aceptación no es unánime y depende, probablemente, de la forma en que se implemente. Este matiz coincide de manera notable con la observación de los docentes, quienes señalaron la necesidad de estructurar pedagógicamente la gamificación para que trascienda lo motivacional, y refuerza la idea de que su valor educativo no reside en el recurso en sí, sino en su articulación didáctica.

Las respuestas a las preguntas abiertas complementaron esta lectura cuantitativa. Los estudiantes valoraron positivamente las actividades dinámicas, el uso de recursos digitales y la posibilidad de relacionar los conceptos con situaciones reales, y manifestaron una percepción favorable hacia la docente y el clima del aula. Al mismo tiempo, varias sugerencias apuntaron a un ritmo de clase percibido como acelerado y a la necesidad de más tiempo para comprender los temas, lo que aporta un matiz relevante sobre las condiciones en que las estrategias innovadoras resultan efectivas.

Desde el Enfoque Ontosemiótico, la valoración positiva de las tecnologías y de las actividades que diversifican las representaciones resulta especialmente significativa, en tanto

estas estrategias favorecen precisamente la articulación entre los distintos registros —gráfico, algebraico y verbal— cuya desarticulación se identificó como una de las debilidades centrales en la prueba diagnóstica. Es decir, los estudiantes muestran apertura hacia las mismas mediaciones que el diagnóstico señala como necesarias para superar los conflictos semióticos, lo que respalda la pertinencia de incorporarlas de manera sistemática.

En síntesis, el análisis de la encuesta a estudiantes evidenció una receptividad alta hacia las estrategias que articulan el modelo pedagógico propuesto, con un respaldo particularmente sólido a la mediación tecnológica y una valoración positiva, aunque más matizada, de la gamificación. Estos hallazgos aportan evidencia empírica directa sobre la viabilidad de la propuesta desde la perspectiva de sus destinatarios, y confirman que existe un terreno favorable para la implementación de un modelo que integre tecnol

3.3.3 Análisis de la encuesta a docentes (Instrumento 3 – Objetivo 2)

La encuesta autodiligenciada a docentes tuvo como propósito recoger su percepción sobre el nivel de competencias matemáticas de los estudiantes y sobre las prácticas pedagógicas empleadas en la asignatura, en coherencia con el segundo objetivo específico. Por tratarse de un instrumento respondido de manera autónoma por tres docentes, su análisis se realizó de forma directa, atendiendo al sentido de sus valoraciones más que a su distribución estadística.

Las respuestas evidenciaron una percepción docente predominantemente crítica respecto del nivel de competencias de los estudiantes, que se acentuó a medida que los ítems abordaban habilidades de mayor complejidad. En la comprensión de los conceptos básicos del cálculo, las valoraciones fueron relativamente más positivas, pues dos de los tres docentes consideraron que los estudiantes los comprenden. Sin embargo, en la capacidad de aplicar los conceptos en situaciones reales, de razonar de manera lógica y argumentativa, y especialmente de resolver problemas más allá del uso mecánico de fórmulas, las valoraciones descendieron de manera consistente: este último aspecto fue calificado como bajo por dos de los tres docentes, y ninguno consideró que el nivel general de competencia fuera plenamente adecuado para el desarrollo de la asignatura.

Este patrón de respuestas resulta especialmente significativo al contrastarlo con los resultados de la prueba diagnóstica. La percepción docente —que ubica las mayores debilidades en la aplicación, el razonamiento y la resolución de problemas, por encima del dominio conceptual básico— converge de manera notable con la evidencia objetiva del diagnóstico, en el cual las habilidades de representación, interpretación y resolución registraron los porcentajes de logro más bajos. Esta coincidencia entre dos fuentes independientes —la medición directa del desempeño estudiantil y la valoración experta de quienes orientan la asignatura— refuerza de manera importante la validez del diagnóstico y permite afirmar que las debilidades identificadas no son percepciones aisladas, sino realidades estructurales reconocidas tanto por los datos como por los actores.

Desde el Enfoque Ontosemiótico, la valoración docente confirma que las dificultades de los estudiantes se concentran en los procesos de mayor demanda semiótica: aplicar, argumentar y resolver implican articular significados, registros y prácticas matemáticas, precisamente donde se manifiestan los conflictos semióticos. El que los docentes ubiquen el dominio procedimental por encima de estas capacidades de orden superior coincide con la interpretación de que la enseñanza tiende a privilegiar el procedimiento sobre la construcción de significado.

En síntesis, el análisis de la encuesta a docentes aportó una valoración experta que converge con la evidencia diagnóstica y la refuerza, confirmando que las debilidades en competencias matemáticas son reconocidas de manera coincidente por los datos objetivos y por la experiencia docente. Esta convergencia fortalece el sustento empírico del diagnóstico y orienta el diseño del modelo hacia el desarrollo de las capacidades de aplicación, razonamiento y resolución, identificadas como las más críticas.

3.3.4 Análisis de la entrevista a docentes (Instrumento 4 – Objetivo 2)

La entrevista semiestructurada a los cuatro docentes permitió profundizar, desde una perspectiva cualitativa, en las prácticas pedagógicas, las condiciones y las posibilidades de la innovación en la enseñanza del Cálculo Diferencial. Su análisis, más que describir las respuestas, buscó interpretar los significados y las tensiones presentes en el discurso docente y articularlos con los hallazgos de los demás instrumentos.

Un primer eje de análisis se refiere a la distancia entre las prácticas declaradas y las prácticas innovadoras. Los docentes describieron una enseñanza centrada en la explicación teórica seguida de la resolución de ejercicios, reconociendo a la vez la incorporación ocasional de actividades participativas. Esta caracterización coincide con la percepción de los estudiantes y con los hallazgos del análisis documental, que señalaron el predominio de metodologías tradicionales. La convergencia de las tres fuentes en este punto permite afirmar que la enseñanza del Cálculo Diferencial en la institución, si bien abierta a la innovación, se sostiene aún sobre un modelo transmisivo, lo que respalda la necesidad de una propuesta que sistematice y oriente la transformación de la práctica.

Un segundo eje relevante es la valoración positiva pero condicionada de la tecnología y la gamificación. Los docentes reconocieron el potencial de estas estrategias para visualizar conceptos abstractos, motivar y diversificar la enseñanza, pero insistieron en dos condiciones: la necesidad de recursos y conectividad adecuados, y, sobre todo, la exigencia de una estructuración pedagógica que evite que la innovación se reduzca a un recurso superficial. Esta observación resulta analíticamente valiosa porque coincide con la mayor dispersión que mostraron los estudiantes en la dimensión de gamificación: ambos actores, desde perspectivas distintas, señalan que el valor de estas estrategias depende de su intencionalidad didáctica. El modelo propuesto recoge esta tensión al integrar la gamificación y la tecnología no como recursos aislados, sino articulados con los fundamentos del Enfoque Ontosemiótico.

Un tercer eje lo constituye el reconocimiento de las propias necesidades de formación. Los docentes manifestaron disposición a innovar, pero también la conciencia de requerir formación específica en metodologías activas, gamificación e integración pedagógica de las tecnologías. Este hallazgo aporta una condición de viabilidad fundamental para el modelo: su implementación futura no puede concebirse únicamente como un conjunto de estrategias, sino que debe contemplar el acompañamiento docente como factor crítico de éxito.

Desde el Enfoque Ontosemiótico, el discurso docente confirma una intuición presente en su práctica pero no plenamente sistematizada: la valoración de la contextualización, de las representaciones múltiples y de la conexión de los conceptos con situaciones reales coincide con la concepción ontosemiótica del significado como construcción situada. Los docentes reconocen,

desde su experiencia, la importancia de aquello que el marco teórico fundamenta conceptualmente, lo que sugiere que el modelo no introduce prácticas ajenas a la cultura docente de la institución, sino que organiza y potencia disposiciones ya existentes.

En síntesis, el análisis de las entrevistas permitió comprender las prácticas, las condiciones y las expectativas de los docentes frente a la innovación pedagógica, y reveló coincidencias sustanciales con la percepción de los estudiantes, la evidencia diagnóstica y el análisis documental. Las recomendaciones de los docentes —integrar metodologías activas, tecnología y motivación, contextualizar los contenidos y fortalecer el acompañamiento— coinciden con los ejes estructurales del modelo propuesto, lo que le confiere un respaldo anclado en la voz de quienes conocen de cerca las necesidades de la asignatura.

3.3.5 Análisis documental (Instrumento 5 – Objetivo 3)

El análisis documental tuvo como propósito examinar los referentes normativos, institucionales, curriculares y teóricos asociados a la enseñanza del Cálculo Diferencial, en coherencia con el tercer objetivo específico, centrado en analizar los fundamentos que sustentan el diseño del modelo pedagógico innovador.

La revisión evidenció, en primer lugar, una coherencia formal del marco normativo e institucional con la innovación pedagógica. Los lineamientos del Ministerio de Educación Nacional —los Estándares Básicos de Competencias, los Lineamientos Curriculares y las orientaciones sobre tecnología y educación virtual— promueven explícitamente el desarrollo de competencias y la incorporación de tecnología en la enseñanza de las matemáticas. En el plano institucional, el Proyecto Educativo Institucional y los documentos curriculares de la Fundación Universitaria Salesiana presentan una estructura coherente y alineada con esos lineamientos nacionales. Existe, por tanto, un marco normativo e institucional favorable a la transformación pedagógica.

Sin embargo, el análisis reveló un segundo hallazgo decisivo: la distancia entre el marco formal y su concreción didáctica. Pese a la apertura normativa, los documentos curriculares y los materiales revisados privilegian los enfoques centrados en la transmisión de contenidos y el desarrollo de habilidades procedimentales, con escasa explicitación de estrategias pedagógicas

activas y una integración no sistemática de las tecnologías educativas y la gamificación. Los recursos digitales, cuando se mencionan, no aparecen articulados como parte de una propuesta didáctica integral. Esta situación coincide con los hallazgos de los demás instrumentos —la percepción de estudiantes y docentes y la evidencia diagnóstica—, reforzando la idea de que el predominio de prácticas tradicionales no es un fenómeno aislado del aula, sino que está inscrito en la forma en que se operacionaliza el currículo.

Desde el Enfoque Ontosemiótico, esta distancia entre lo prescrito y lo operacionalizado puede interpretarse como una débil articulación entre los objetos matemáticos, las prácticas de enseñanza y los procesos de construcción de significado. El currículo define con claridad qué enseñar, pero no explicita suficientemente cómo generar las condiciones para que los estudiantes reconstruyan los significados matemáticos de manera contextualizada. Como consecuencia, los objetos matemáticos tienden a presentarse como entidades estáticas, desconectadas de problemas reales y de situaciones de uso significativo, lo que favorece la aparición de los conflictos semióticos identificados en el diagnóstico.

La incorporación de la categoría de diagnóstico institucional en la matriz documental permitió, además, articular la evidencia empírica local —los informes de prueba diagnóstica de la institución (Sanabria, 2022-2025)— con el panorama nacional documentado por Guacaneme et al. (2016). Esta articulación confirma que las dificultades observadas en la Fundación Universitaria Salesiana no son excepcionales, sino que se inscriben en una problemática estructural de la educación matemática en la educación superior colombiana, lo que otorga al estudio un anclaje empírico que trasciende el caso particular.

En síntesis, el análisis documental evidenció una situación paradójica y reveladora: existen condiciones normativas e institucionales favorables a la innovación, pero no se ha consolidado una propuesta pedagógica sistemática que las concrete en la enseñanza del Cálculo Diferencial. Este vacío —la coexistencia de un marco habilitante con la ausencia de un modelo que lo materialice— constituye uno de los argumentos centrales de la pertinencia de la investigación, en tanto el modelo propuesto no contradice el marco existente, sino que aprovecha sus posibilidades y llena un vacío claramente identificado.

3.3.6 Triangulación de resultados

La triangulación constituye un proceso analítico fundamental en las investigaciones de enfoque mixto y diseño convergente, en tanto permite integrar, contrastar y validar la información obtenida mediante diferentes instrumentos, fortaleciendo la consistencia y la validez interna de los hallazgos. En coherencia con el diseño adoptado, en el que los datos cuantitativos y cualitativos se recogieron de manera paralela y se analizaron de forma independiente, la triangulación se realizó en este punto, integrando los resultados de los cinco instrumentos —la prueba diagnóstica, la encuesta a estudiantes, la encuesta a docentes, la entrevista a docentes y el análisis documental— con el propósito de construir una comprensión integral del fenómeno investigado.

Un primer eje de convergencia se establece entre la evidencia objetiva del desempeño y la percepción de los actores. La prueba diagnóstica reveló debilidades estructurales en las competencias matemáticas previas, particularmente en el razonamiento, la representación gráfica y la resolución de problemas. Esta evidencia objetiva coincide de manera notable con la valoración de los docentes en la encuesta, quienes ubicaron precisamente en esas capacidades de orden superior las mayores deficiencias de los estudiantes. La coincidencia entre una medición directa y una valoración experta, obtenidas por vías independientes, refuerza de manera sustancial la validez del diagnóstico y permite afirmar que las dificultades no son percepciones subjetivas, sino realidades estructurales.

Un segundo eje articula las percepciones de estudiantes y docentes en torno a las estrategias innovadoras. Tanto los estudiantes, en su encuesta, como los docentes, en la encuesta y la entrevista, valoraron favorablemente la tecnología y la gamificación, pero ambos coincidieron en un matiz decisivo: su efectividad depende de una implementación estructurada y con intencionalidad didáctica. La mayor dispersión de los estudiantes en la dimensión de gamificación y la insistencia de los docentes en la necesidad de estructurarla pedagógicamente convergen en una misma conclusión, formulada desde dos perspectivas distintas. Esta coincidencia es especialmente valiosa, pues orienta una decisión central del modelo: integrar estas estrategias de manera articulada con los fundamentos teóricos, y no como recursos aislados.

Un tercer eje vincula las prácticas declaradas con la estructura curricular. La caracterización de una enseñanza predominantemente tradicional, que emergió de manera coincidente en la entrevista a docentes y en la percepción de los estudiantes, se corresponde con lo identificado en el análisis documental: un currículo formalmente coherente pero centrado en lo procedimental, con una integración no sistemática de la innovación. Esta correspondencia permite inferir que las prácticas docentes no son ajenas a la estructura curricular, sino que están condicionadas por ella, lo que sitúa el problema más allá del aula y en el plano de la operacionalización del currículo.

La integración de estos ejes permite reconocer una brecha crítica entre tres dimensiones interrelacionadas: el nivel real de competencias de los estudiantes, las prácticas pedagógicas implementadas y los lineamientos curriculares institucionales. Esta brecha se manifiesta como una desconexión entre lo que se enseña, cómo se enseña y lo que los estudiantes logran comprender. Las dificultades en el aprendizaje del Cálculo Diferencial, por tanto, no responden únicamente a factores individuales, sino a una interacción compleja de elementos didácticos, curriculares y metodológicos.

Desde el Enfoque Ontosemiótico, la triangulación permite interpretar el conjunto de los hallazgos como una débil articulación entre los objetos matemáticos, las prácticas de enseñanza y los procesos de construcción de significado. La limitada diversidad de representaciones, mediaciones y prácticas en el aula impide que los estudiantes consoliden los significados de los conceptos matemáticos, lo que se traduce en los conflictos semióticos evidenciados en el diagnóstico. Los cinco instrumentos, desde sus distintas naturalezas, convergen en señalar esta misma desarticulación como núcleo del problema.

Finalmente, la triangulación no solo confirma la existencia y las causas de las dificultades, sino que también identifica de manera consistente la dirección de la solución. Los cinco instrumentos coinciden en que la motivación, la participación y la comprensión conceptual pueden fortalecerse mediante metodologías activas, mediación tecnológica y gamificación articuladas con intencionalidad pedagógica. Esta convergencia constituye el sustento empírico del modelo propuesto: un modelo que no surge de una intuición teórica, sino de la integración

rigurosa de evidencias diagnósticas, percepciones de los actores y análisis documental, todas ellas apuntando hacia la misma necesidad de transformación.

3.3.7 Comprobación de hipótesis

La hipótesis que orientó la investigación se formuló en los siguientes términos:

H_1 : *La integración de un modelo pedagógico innovador fundamentado en el Enfoque Ontosemiótico, que incorpora estrategias de gamificación y tecnología educativa, se asocia con el fortalecimiento de las competencias matemáticas en estudiantes de Cálculo Diferencial de la Fundación Universitaria Salesiana de Bogotá, Colombia.*

Dado el alcance propositivo y el carácter no experimental del estudio, la comprobación de la hipótesis no se realizó mediante la medición del efecto de una intervención —que corresponde a una fase futura—, sino mediante la valoración de la consistencia entre la evidencia recogida y la relación planteada en la hipótesis. En coherencia con el diseño, se examinó en qué medida los hallazgos de los cinco instrumentos respaldan la pertinencia y la fundamentación de la asociación propuesta.

La evidencia acumulada sustenta la hipótesis en sus dos componentes. Respecto del problema que el modelo busca atender, la prueba diagnóstica, la valoración docente y el análisis documental confirmaron de manera convergente la existencia de debilidades estructurales en las competencias matemáticas, asociadas a prácticas pedagógicas centradas en lo procedimental y a una integración no sistemática de la innovación. Respecto de la pertinencia de los componentes del modelo, la encuesta a estudiantes evidenció una receptividad alta hacia las estrategias que lo articulan, como se sintetiza en la Tabla 13.

Tabla 13

Percepción favorable de los estudiantes hacia los componentes del modelo

Dimensión	Porcentaje de respuestas favorables (TA + A)
Estrategias pedagógicas activas	88 %

Dimensión	Porcentaje de respuestas favorables (TA + A)
Uso de tecnologías educativas (TIC)	90 %
Gamificación	77 %

Nota. Elaboración propia (n = 22). Promedio de respuestas favorables por dimensión.

Los altos niveles de favorabilidad —especialmente hacia las tecnologías educativas (90 %) y las estrategias pedagógicas activas (88 %)— indican que los estudiantes perciben positivamente las mediaciones que el modelo propone, precisamente aquellas orientadas a superar las dificultades de articulación entre registros identificadas en el diagnóstico. La gamificación, con una favorabilidad del 77 % y mayor dispersión, confirma su pertinencia, aunque condicionada a una implementación pedagógicamente estructurada, tal como coincidieron estudiantes y docentes.

La articulación de estos hallazgos permite sostener la hipótesis con fundamento: existe una necesidad documentada (las debilidades diagnosticadas), un marco favorable (las condiciones normativas e institucionales) y una receptividad de los actores (las percepciones de estudiantes y docentes) que respaldan la asociación entre la integración del modelo propuesto y el fortalecimiento de las competencias matemáticas. No obstante, en coherencia con la honestidad epistemológica que orienta la investigación, debe precisarse que esta asociación se sostiene sobre evidencia diagnóstica, teórica y perceptual, y que su verificación empírica mediante la implementación del modelo constituye el paso siguiente, propio de futuras fases de investigación.

En conclusión, la evidencia integrada de los cinco instrumentos respalda la hipótesis planteada y proporciona una base teórica y empírica sólida para la propuesta de transformación que se presenta en el siguiente capítulo, orientada a fortalecer las competencias matemáticas en la enseñanza del Cálculo Diferencial.

3.4. Redacción de resultados y discusión

Este apartado confronta los principales hallazgos de la investigación con la literatura especializada en educación matemática, con el propósito de situar los resultados en el marco del conocimiento existente, reconocer sus coincidencias y matices, y precisar el aporte del estudio. A diferencia del análisis, que interpretó cada instrumento, la discusión se organiza en torno a los grandes temas que emergieron de la integración de los hallazgos, articulándolos con los referentes teóricos que orientaron la investigación.

3.4.1 Las competencias matemáticas previas: un déficit estructural

Los resultados de la prueba diagnóstica evidenciaron debilidades significativas y sostenidas en las competencias matemáticas previas, particularmente en el razonamiento, la manipulación algebraica y la resolución de problemas. Estos hallazgos son consistentes con lo planteado en la literatura especializada, que reconoce que los estudiantes que ingresan a la educación superior arrastran vacíos conceptuales acumulados que dificultan la apropiación de los contenidos del cálculo diferencial.

En relación con los planteamientos de Kilpatrick, Swafford y Findell (2001), los resultados revelaron una limitada articulación entre los componentes de la competencia matemática, especialmente entre la comprensión conceptual y el razonamiento adaptativo: los estudiantes tienden a ejecutar procedimientos sin comprender plenamente los conceptos subyacentes. Esta observación coincide con lo señalado por Schoenfeld (2014) sobre la insuficiente movilización de habilidades metacognitivas en la resolución de problemas matemáticos. La marcada debilidad en el pensamiento métrico y espacial, así como en el manejo algebraico —con porcentajes inferiores al 5 % en factorización—, confirma además lo advertido por Martínez-Palmera et al. (2021) acerca de la acumulación de errores sistemáticos cuando no existe una intervención pedagógica pertinente.

El estudio aporta a esta discusión un matiz relevante: la consistencia del déficit en dos cohortes sucesivas, junto con su articulación con los informes diagnósticos institucionales (Sanabria, 2022-2025) y con el diagnóstico nacional de Guacaneme et al. (2016), permite afirmar que no se trata de un fenómeno coyuntural, sino de un problema estructural que

trasciende el caso particular. Desde el Enfoque Ontosemiótico, estos resultados se interpretan como evidencia de conflictos semióticos en la construcción del conocimiento: los estudiantes presentan dificultades para establecer relaciones entre distintos sistemas de representación y para atribuir significado a los objetos matemáticos en contextos variados, lo que limita su capacidad de transferencia.

3.4.2 Prácticas pedagógicas e innovación: entre la disposición y la sistematización

Los resultados de las encuestas y la entrevista permitieron caracterizar las prácticas pedagógicas que predominan en la enseñanza del Cálculo Diferencial. Se confirmó el predominio de enfoques tradicionales centrados en la exposición y la resolución de ejercicios, lo que coincide con los estudios que señalan la persistencia de modelos transmisivos en la educación matemática (Guacaneme et al., 2016; Martínez-Palmera et al., 2021). Autores como Hmelo-Silver (2004) y Prince y Felder (2006) destacan la importancia de las metodologías activas —el aprendizaje basado en problemas y la enseñanza inductiva— para promover la comprensión significativa; sin embargo, los resultados evidenciaron que estas estrategias no se implementan de manera sistemática, lo que limita el desarrollo de competencias de orden superior.

La valoración positiva que estudiantes y docentes otorgaron a la tecnología educativa y la gamificación coincide con lo planteado por Deterding et al. (2011) y Kim, Park y Baek (2020) sobre el potencial de estas herramientas para incrementar la motivación y el compromiso. No obstante, el estudio aporta un matiz que enriquece esta discusión: tanto la mayor dispersión de los estudiantes en la dimensión de gamificación como la insistencia de los docentes en estructurarla pedagógicamente revelan que el efecto motivacional, por sí solo, no garantiza el aprendizaje. Este hallazgo dialoga directamente con Pierce y Ball (2009), quienes sostienen que la integración de tecnología requiere no solo disponibilidad de recursos, sino una planificación didáctica intencionada. La coincidencia entre la voz de los actores y la literatura refuerza una de las decisiones centrales del modelo: articular la gamificación y la tecnología con los fundamentos teóricos, y no incorporarlas como recursos aislados.

3.4.3 La distancia entre el currículo y la práctica

El análisis documental permitió comprender las condiciones estructurales que enmarcan la enseñanza del Cálculo Diferencial. Si bien los documentos institucionales presentan una organización curricular coherente y alineada con los lineamientos nacionales, se evidenció una débil incorporación de estrategias pedagógicas innovadoras y de tecnologías educativas en el diseño curricular. Estos hallazgos coinciden con lo planteado por Pierce y Ball (2009), quienes señalan que la integración de tecnologías en la enseñanza de las matemáticas requiere una planificación didáctica intencionada, más allá de la mera disponibilidad de recursos. En el caso analizado, la tecnología aparece más como un recurso complementario que como un elemento central del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Asimismo, la predominancia de ejercicios rutinarios y descontextualizados en los materiales educativos limita el desarrollo de competencias como la modelación y la resolución de problemas, tal como advierten Lesh y Zawojewski (2007). El estudio aporta a esta discusión la constatación de una paradoja: la coexistencia de un marco normativo e institucional favorable a la innovación con la ausencia de una propuesta pedagógica sistemática que lo materialice. Esta distancia entre lo prescrito y lo operacionalizado, identificada mediante la triangulación del análisis documental con las percepciones de los actores, sitúa el problema más allá del aula y en el plano de la concreción didáctica del currículo. El modelo propuesto se inscribe precisamente en este vacío, no para contradecir el marco existente, sino para aprovechar sus posibilidades.

3.4.4 Aportes del Enfoque Ontosemiótico a la interpretación

Un eje transversal a la discusión es el papel del Enfoque Ontosemiótico como lente interpretativo que articula los distintos hallazgos. Los resultados de los cinco instrumentos convergen en una lectura común: las dificultades en el aprendizaje del Cálculo Diferencial pueden comprenderse como una débil articulación entre los objetos matemáticos, las prácticas de enseñanza y los procesos de construcción de significado. Esta interpretación, sustentada en los trabajos fundacionales de Godino, Batanero y Font (2007) y en los desarrollos recientes de Godino (2023), Rico Segura (2024) y Verón (2023), permite trascender la mera descripción del bajo desempeño para comprender sus causas en términos de significado y representación.

Los conflictos semióticos evidenciados en el diagnóstico —la dificultad para transitar entre los registros gráfico, algebraico y verbal— no constituyen errores aislados, sino manifestaciones de una desarticulación más profunda entre las prácticas institucionales y los procesos de construcción de significado de los estudiantes. La limitada diversidad de representaciones y mediaciones en el aula, confirmada por las percepciones de los actores y por el análisis documental, restringe las oportunidades de los estudiantes para dotar de sentido a los objetos matemáticos en contextos variados. En este sentido, el aporte del estudio reside en mostrar empíricamente que el Enfoque Ontosemiótico no solo ofrece un marco para diagnosticar las dificultades, sino también una orientación para superarlas: un modelo que diversifique las representaciones, contextualice los significados y articule la tecnología y la gamificación con intencionalidad didáctica responde directamente a la naturaleza semiótica del problema identificado.

En conjunto, la discusión confirma que los hallazgos de la investigación dialogan de manera coherente con la literatura especializada, a la vez que aportan un conocimiento situado sobre la enseñanza del Cálculo Diferencial en el contexto de la educación superior colombiana. La articulación del Enfoque Ontosemiótico con la gamificación y la tecnología educativa, fundamentada en la evidencia diagnóstica y validada teóricamente, constituye el aporte original que sustenta la propuesta de transformación presentada en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE TRANSFORMACIÓN

A partir de la discusión de los resultados y del análisis de las conclusiones derivadas de la información empírica y del estudio teórico referencial, la investigadora devela y justifica la necesidad de la propuesta de transformación que se establece en esta investigación, en función de contribuir a la solución del problema científico identificado: las dificultades estructurales y persistentes en el desarrollo de las competencias matemáticas de los estudiantes de Cálculo Diferencial de la Fundación Universitaria Salesiana.

Este capítulo presenta el resultado central de la investigación: un modelo pedagógico innovador fundamentado en el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento Matemático, integrado con estrategias de gamificación y tecnología educativa. En coherencia con el alcance propositivo del estudio, este resultado se inscribe en la categoría de los resultados de investigación de carácter propositivo, entendidos como aquellos que transforman un aspecto de la realidad educativa y que pueden ser de naturaleza teórica, práctica o teórico-práctica.

Los resultados teóricos son aquellos que permiten enriquecer, modificar o perfeccionar la teoría científica, aportando conocimientos sobre el objeto de estudio y sobre los métodos de la investigación. En esta dimensión, la propuesta aporta una articulación original entre el Enfoque Ontosemiótico, la gamificación y la mediación tecnológica, organizada en un sistema coherente de principios, ejes y fases que no se encontraba sistematizado en la literatura revisada para la enseñanza del Cálculo Diferencial en la educación superior. Esta articulación constituye un sistema de conocimientos que enriquece la comprensión didáctica del problema y ofrece una vía conceptual para interpretar y atender los conflictos semióticos propios del aprendizaje del cálculo.

Los resultados prácticos, por su parte, tienen un carácter instrumental, orientado a transformar el funcionamiento del objeto en la realidad para hacerlo más eficiente y viable, e incluyen procedimientos, métodos, estrategias y medios. En esta dimensión, la propuesta ofrece a los docentes un marco didáctico estructurado —con fases, secuencias, actividades y criterios de evaluación— que orienta la enseñanza del Cálculo Diferencial y que puede concretarse en el

aula en futuras fases de implementación. De este modo, el modelo no se limita a enriquecer la teoría, sino que provee instrumentos concretos para la práctica docente.

Por su naturaleza, el modelo propuesto constituye un resultado teórico-práctico: articula un sistema de conocimientos que fundamenta la transformación pedagógica con un conjunto de orientaciones instrumentales que la hacen operativa. La transformación del conocimiento del objeto de estudio, asumida como una necesidad propia de la tesis doctoral, se concreta así en una propuesta debidamente fundamentada, estructurada y orientada al cumplimiento del objetivo general de la investigación.

El capítulo se organiza en tres apartados complementarios. El primero presenta la fundamentación de la propuesta, que articula la evidencia diagnóstica obtenida mediante los instrumentos aplicados, las percepciones de los actores educativos y los referentes teóricos y normativos que la sustentan. El segundo desarrolla la estructura del modelo, describiendo sus principios orientadores, sus tres ejes estructurales, sus fases y las secuencias didácticas que lo concretan. El tercero expone la valoración de la propuesta mediante juicio de expertos, mecanismo de aseguramiento de la calidad coherente con el carácter propositivo de la investigación, que constituye el paso previo a una eventual validación empírica en fases posteriores.

4.1. Fundamentación de propuesta de transformación

La propuesta de transformación pedagógica que se presenta en este capítulo se fundamenta en los hallazgos obtenidos mediante la aplicación de los cinco instrumentos de investigación y en la contextualización teórica e institucional desarrollada en los capítulos anteriores. En conjunto, los resultados de la prueba diagnóstica, las encuestas a estudiantes y docentes, la entrevista a docentes y el análisis documental permiten caracterizar con claridad las dificultades de los estudiantes, las percepciones de los actores educativos y las orientaciones normativas e institucionales que respaldan la necesidad de un modelo pedagógico innovador para la enseñanza del Cálculo Diferencial.

La evidencia diagnóstica. El Instrumento 1 (prueba diagnóstica) evidenció limitaciones significativas en la comprensión conceptual de las nociones matemáticas básicas, en la

coordinación de los distintos registros de representación y en el razonamiento variacional. Las medias de acierto, inferiores al 26 % en ambas cohortes, y la concentración de más del 60 % de los estudiantes por debajo del 30 % de logro, revelaron un déficit generalizado y estructural. La debilidad particular en el pensamiento métrico y espacial y en el manejo algebraico —con porcentajes inferiores al 5 % en factorización— mostró una tendencia a mecanizar procedimientos sin alcanzar una construcción sólida de significados. Estos hallazgos permiten concluir que los estudiantes enfrentan no solo dificultades cognitivas, sino también barreras metodológicas que afectan su desempeño, y que constituyen el punto de partida que la propuesta debe atender.

Las percepciones de los estudiantes. El Instrumento 2 (encuesta a estudiantes) permitió reconocer, junto a las dificultades, una disposición favorable hacia las estrategias innovadoras. Los estudiantes valoraron positivamente las metodologías activas, el uso de tecnologías educativas —con niveles de favorabilidad cercanos al 90 %— y la gamificación, aunque esta última con mayor dispersión. En las respuestas abiertas expresaron, además, la necesidad de clases más dinámicas, contextualizadas y a un ritmo que permita la comprensión. Esta receptividad confirma que existe un terreno favorable entre los destinatarios para la implementación de un modelo que articule estas estrategias.

Las percepciones de los docentes. Los Instrumentos 3 y 4 (encuesta y entrevista a docentes) aportaron la perspectiva de quienes orientan la asignatura. La encuesta evidenció una valoración crítica del nivel de competencias de los estudiantes, que se acentúa en las habilidades de aplicación, razonamiento y resolución de problemas. La entrevista permitió profundizar en esta lectura: los docentes reconocieron que los estudiantes llegan con vacíos formativos en álgebra y geometría, que las prácticas predominantes siguen siendo mayoritariamente expositivas, y que, aunque existe la intención de incorporar dinámicas activas y recursos digitales, carecen de un modelo que les permita articular estas iniciativas con un fundamento teórico y una planificación sistemática. Señalaron, asimismo, que la falta de formación específica en metodologías innovadoras limita la posibilidad de sostener estrategias distintas a la exposición tradicional.

Desde una lectura ontosemiótica, estas percepciones refuerzan la idea de que las dificultades de los estudiantes no se reducen a problemas cognitivos individuales, sino que forman parte de un entramado institucional y metodológico. La ausencia de mediaciones semióticas variadas, la escasa coordinación de registros y la falta de contextos significativos dificultan que los objetos matemáticos —como el límite o la derivada— adquieran sentido para los estudiantes. Tanto las voces de los estudiantes como las de los docentes evidencian que las prácticas actuales tienden a privilegiar la dimensión algorítmica y a dejar en segundo plano la reconstrucción de significados. Este análisis resulta clave para la fundamentación, ya que confirma que la transformación no debe limitarse a diseñar recursos adicionales, sino a replantear el enfoque pedagógico en su conjunto.

El sustento institucional y normativo. El Instrumento 5 (análisis documental) aportó una visión institucional y normativa que da soporte a la propuesta. El examen de los lineamientos curriculares del Ministerio de Educación Nacional y del Proyecto Educativo Institucional de la Fundación Universitaria Salesiana mostró que, tanto a nivel nacional como institucional, se reconoce la importancia de fortalecer el pensamiento lógico-matemático mediante metodologías activas y el uso de tecnologías. Sin embargo, el análisis también evidenció que, aunque existen lineamientos generales y experiencias aisladas, no se cuenta aún con un modelo consolidado que integre fundamentos teóricos, estrategias didácticas y mecanismos de evaluación en la enseñanza del Cálculo Diferencial. La revisión de la literatura especializada corroboró que el Enfoque Ontosemiótico constituye un marco idóneo para orientar el rediseño de las prácticas, dado que concibe el aprendizaje como un proceso de construcción de significados y permite interpretar los errores como conflictos semióticos y epistemológicos que requieren intervenciones didácticas específicas.

En este sentido, la fundamentación de la propuesta articula cuatro dimensiones complementarias: el diagnóstico empírico que reveló las dificultades en la comprensión conceptual; la receptividad de los estudiantes hacia las estrategias innovadoras; las percepciones de los docentes, que confirmaron la ausencia de un marco sistemático y la necesidad de acompañamiento; y el análisis documental, que mostró la pertinencia del modelo en coherencia con las políticas nacionales e institucionales. Sobre esta base se plantea un modelo sustentado en el Enfoque Ontosemiótico, enriquecido con la gamificación y las tecnologías educativas como

mediaciones pedagógicas que favorecen la motivación, la interacción con los objetos matemáticos y la reconstrucción significativa de sus significados.

De esta manera, la fundamentación no se limita a justificar la necesidad de una intervención, sino que establece el marco teórico, metodológico y contextual desde el cual se concibe el modelo de transformación pedagógica. Este modelo busca responder a los retos identificados en la enseñanza del Cálculo Diferencial en Bogotá, Colombia, y proyectarse como una experiencia replicable y transferible a otros escenarios de educación superior en América Latina.

4.2. Descripción de la propuesta de transformación

La propuesta se concibe como un modelo pedagógico innovador para la enseñanza del Cálculo Diferencial en la Fundación Universitaria Salesiana de Bogotá, Colombia. Su diseño responde a las dificultades diagnosticadas en los estudiantes, a las percepciones de los actores educativos y a los lineamientos normativos e institucionales, articulando de manera coherente teoría, práctica y evaluación.

El modelo se estructura como un sistema integrado de componentes interdependientes. En su nivel superior se ubican los tres ejes estructurales que lo sostienen, los cuales convergen en un núcleo integrador orientado a la construcción de significados matemáticos en torno a los objetos propios del Cálculo Diferencial —el límite, la derivada, la tasa de cambio y la optimización—. La articulación coherente de estos componentes es precisamente lo que distingue el modelo de aquellas propuestas que incorporan la gamificación o la tecnología de manera instrumental, sin un sustento didáctico explícito.

El **primer eje, el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento Matemático**, constituye el sustento epistemológico y metodológico del modelo. Desde este enfoque, el aprendizaje se concibe como un proceso de construcción de significados a partir de sistemas de prácticas, y las dificultades de los estudiantes se interpretan como conflictos semióticos, es decir, como disparidades en la atribución de significado a los objetos matemáticos y en la coordinación de los distintos registros de representación. Este eje orienta el diseño de las situaciones de enseñanza hacia la coordinación de registros —gráfico, algebraico, numérico y verbal— y hacia la

construcción contextualizada de los significados, atendiendo directamente las debilidades identificadas en el diagnóstico.

El **segundo eje, la gamificación**, opera como estrategia pedagógica activa orientada a transformar la relación motivacional y participativa del estudiante con la asignatura. A través de elementos como retos, niveles, misiones y retroalimentación, la gamificación busca incrementar el compromiso y la persistencia de los estudiantes en la resolución de problemas, convirtiendo los desafíos matemáticos en experiencias significativas de aprendizaje. En coherencia con los hallazgos del estudio, este eje se concibe no como un recurso meramente lúdico, sino como una estrategia estructurada pedagógicamente y articulada con los objetivos de aprendizaje.

El **tercer eje, la tecnología educativa**, actúa como mediador semiótico que diversifica los registros de representación y facilita la exploración dinámica de los conceptos abstractos del cálculo. Mediante herramientas como GeoGebra y Desmos, el modelo favorece la visualización, la manipulación y la experimentación con objetos matemáticos como el límite y la derivada, ofreciendo a los estudiantes la posibilidad de transitar entre representaciones y de construir significados de manera interactiva. Este eje responde a la valoración favorable que estudiantes y docentes manifestaron hacia la mediación tecnológica, así como a la necesidad de su integración pedagógica sistemática.

Estos tres ejes no operan de manera aislada, sino que convergen en un núcleo integrador centrado en la construcción de significados matemáticos. Es esta articulación —el Enfoque Ontosemiótico como fundamento, la gamificación como estrategia motivacional y la tecnología como mediación semiótica— la que confiere identidad y coherencia al modelo, y la que permite responder de manera integral a las dificultades diagnosticadas.

4.3. Objetivos de la propuesta

4.3.1. Objetivo general de la propuesta

Fortalecer las competencias matemáticas de los estudiantes de Cálculo Diferencial de la Fundación Universitaria Salesiana mediante la integración del Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento Matemático con estrategias de gamificación y el uso de tecnologías educativas,

favoreciendo la motivación, la comprensión conceptual y la capacidad de resolver problemas en contextos significativos.

4.3.2. Objetivos específicos de la propuesta

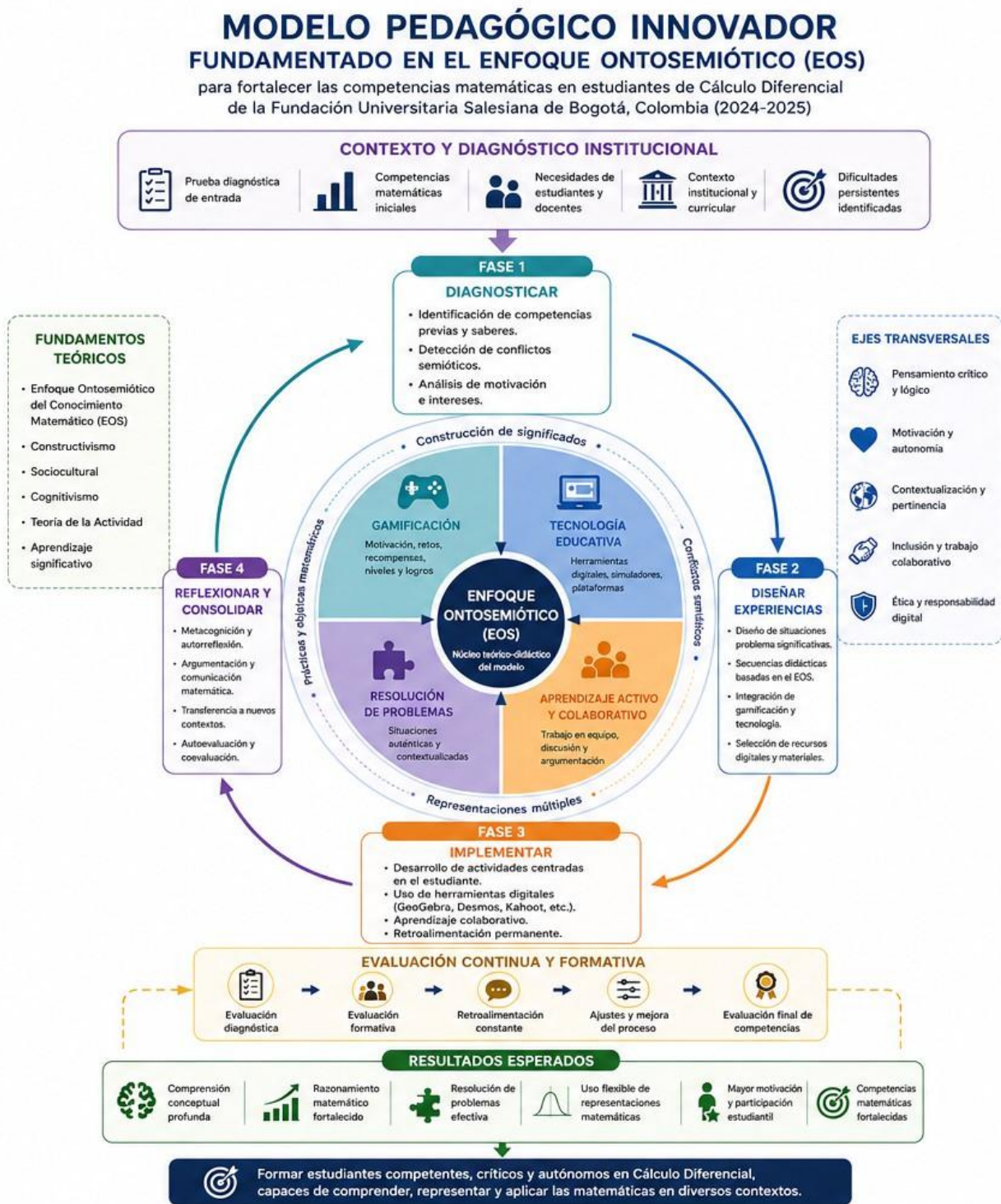
- Atender los conflictos semióticos identificados en el diagnóstico inicial, especialmente en torno a los conceptos de límite, derivada y tasa de cambio, mediante situaciones de enseñanza que favorezcan la coordinación de registros de representación.
- Responder a la necesidad, expresada por estudiantes y docentes, de contar con clases más participativas y contextualizadas, incorporando actividades gamificadas que incrementen la motivación y el compromiso.
- Integrar recursos tecnológicos que diversifiquen los registros de representación y permitan experimentar con los conceptos abstractos del cálculo de manera dinámica e interactiva.
- Establecer un marco didáctico sistemático, fundamentado en el Enfoque Ontosemiótico, que brinde orientaciones claras a los docentes para organizar sus prácticas de enseñanza.
- Asegurar la pertinencia y la transferibilidad del modelo, en coherencia con los lineamientos nacionales e institucionales, con el fin de consolidar una propuesta replicable en otros contextos universitarios.

4.4. Actividades, fases y/o etapas

El modelo pedagógico innovador se organiza en cuatro fases complementarias, secuenciales e interrelacionadas que orientan el proceso de transformación pedagógica desde el reconocimiento de las necesidades de aprendizaje hasta la consolidación de las competencias matemáticas. Cada fase integra de manera articulada los tres ejes estructurales del modelo —Enfoque Ontosemiótico, gamificación y tecnología educativa—, garantizando la coherencia entre los fundamentos teóricos, las decisiones didácticas y las estrategias de enseñanza propuestas.

Figura 1.

Modelo pedagógico innovador



Nota. Elaboración propia.

La Figura 1 presenta la síntesis del modelo pedagógico propuesto. Su estructura parte del contexto y del diagnóstico institucional, que justifican la necesidad de la propuesta y orientan su construcción. En el núcleo se ubica el Enfoque Ontosemiótico (EOS), como eje articulador de las decisiones pedagógicas y didácticas, alrededor del cual convergen la gamificación, la tecnología educativa, la resolución de problemas y el aprendizaje activo y colaborativo como estrategias de mediación para la construcción de significados matemáticos. A partir de este núcleo se desarrollan las cuatro fases del modelo —diagnosticar, diseñar el modelo pedagógico, implementar y reflexionar para consolidar—, acompañadas por un proceso permanente de evaluación formativa que favorece la retroalimentación y el mejoramiento continuo. En conjunto, estos elementos orientan el fortalecimiento progresivo de las competencias matemáticas, promoviendo una comprensión conceptual más profunda, el desarrollo del razonamiento matemático, la resolución de problemas y una participación activa de los estudiantes en su proceso de aprendizaje.

Fase 1. Diagnóstico y contextualización

Esta fase constituye el punto de partida del modelo y sistematiza los hallazgos obtenidos mediante los instrumentos de investigación. La prueba diagnóstica permitió identificar las dificultades conceptuales y los bajos niveles de dominio de los prerrequisitos; las encuestas y la entrevista revelaron las percepciones de estudiantes y docentes sobre las prácticas pedagógicas y la integración tecnológica; y el análisis documental evidenció que, aunque existen orientaciones normativas e institucionales favorables a la innovación, no se ha consolidado un modelo pedagógico que las concrete. Las actividades propias de esta fase comprenden la aplicación y el análisis del diagnóstico, la caracterización del grupo y la identificación de los conflictos semióticos más recurrentes, que constituyen el insumo para el diseño de las secuencias didácticas. Esta fase asegura que la propuesta responda a las necesidades reales del contexto y no a supuestos generales.

Fase 2. Diseño del modelo pedagógico

Con base en la fundamentación teórica y en el diagnóstico empírico, esta fase concreta la articulación de los tres ejes en secuencias didácticas coherentes. Las actividades incluyen la

organización de los contenidos del Cálculo Diferencial en torno a los objetos matemáticos centrales —límite, derivada, tasa de cambio y optimización—; el diseño de situaciones de aprendizaje que favorezcan la coordinación de los registros de representación; la incorporación de elementos gamificados (retos, niveles, misiones y retroalimentación) alineados con los objetivos de aprendizaje; y la selección de las herramientas tecnológicas (GeoGebra, Desmos) que mediarán la exploración de cada concepto. El resultado de esta fase es un conjunto de secuencias didácticas que materializan el modelo y orientan la práctica docente.

Fase 3. Implementación teórica y simulada

Dado que la investigación tiene un alcance propositivo y no contempla la aplicación directa del modelo en el aula, esta fase plantea una implementación teórica y simulada de las secuencias diseñadas. Las actividades comprenden la descripción detallada de situaciones de enseñanza tipo —que incluyen misiones gamificadas, uso de simuladores y recursos gráficos, y espacios de reflexión colectiva orientados a reconstruir significados matemáticos—, así como la anticipación de las respuestas esperadas de los estudiantes y de los posibles conflictos semióticos. Esta simulación permite proyectar la factibilidad del modelo, valorar su coherencia interna y anticipar los ajustes necesarios para una futura aplicación piloto, sin requerir aún su implementación experimental.

Fase 4. Evaluación y retroalimentación

La última fase establece los mecanismos de aseguramiento de la calidad del modelo. Se definen criterios de pertinencia, validez, factibilidad, aplicabilidad y transferibilidad, que se valoran a partir de la coherencia interna de la propuesta y de la retroalimentación de expertos en educación matemática. Las actividades de esta fase comprenden la validación mediante juicio de expertos, el análisis de sus observaciones y el ajuste de la propuesta con base en sus aportes. Esta fase constituye, a la vez, un mecanismo de control de calidad y el punto de partida para la validación empírica del modelo en fases posteriores de investigación.

En conjunto, las cuatro fases configuran un proceso lógico y progresivo: parten del reconocimiento de las necesidades reales (diagnóstico), avanzan hacia la construcción de la respuesta pedagógica (diseño), proyectan su concreción en el aula (implementación simulada) y

aseguran su calidad (evaluación). Esta secuencia garantiza la coherencia entre los hallazgos de la investigación y la propuesta de transformación, y articula de manera permanente los tres ejes estructurales del modelo.

4.5. Recursos necesarios para la aplicación de la propuesta

La implementación del modelo pedagógico requiere la disposición articulada de recursos humanos, tecnológicos, didácticos e institucionales, cuya previsión constituye una condición de viabilidad de la propuesta. A continuación se describen los recursos necesarios para su aplicación en una fase futura.

Recursos humanos. El recurso humano central lo constituyen los docentes de la asignatura de Cálculo Diferencial, quienes orientarán la implementación del modelo. Como se evidenció en el diagnóstico, su disposición hacia la innovación es favorable, pero requieren formación específica en metodologías activas, gamificación e integración pedagógica de las tecnologías. Por ello, la aplicación del modelo demanda un proceso de acompañamiento y formación docente que habilite la apropiación del marco didáctico propuesto. Se requiere, asimismo, la participación de los estudiantes como protagonistas del proceso de aprendizaje.

Recursos tecnológicos. El modelo se apoya en herramientas tecnológicas que actúan como mediadores semióticos. Entre ellas se encuentran el software matemático GeoGebra y Desmos, empleados para la visualización y manipulación dinámica de los conceptos del cálculo; los dispositivos con acceso a internet (computadores o equipos móviles) necesarios para el uso de estas herramientas; y las plataformas institucionales de gestión del aprendizaje que soportan la organización de las actividades gamificadas y el seguimiento del proceso. La disponibilidad de conectividad adecuada constituye un requisito señalado por los propios docentes como condición para el aprovechamiento de estos recursos.

Recursos didácticos. La aplicación del modelo requiere el diseño y la elaboración de las secuencias didácticas, las situaciones de aprendizaje contextualizadas, los retos y misiones gamificadas, y los materiales de apoyo que concretan los tres ejes del modelo en el aula. Estos recursos didácticos materializan la articulación entre el Enfoque Ontosemiótico, la gamificación y la tecnología, y orientan la práctica docente.

Recursos institucionales. Finalmente, la implementación demanda condiciones institucionales que la respalden: espacios de formación permanente para los docentes, tiempos destinados al diseño y la preparación de las actividades, y el respaldo de las directivas académicas para la incorporación del modelo en la planificación de la asignatura. Como evidenció el análisis documental, el marco normativo e institucional de la Fundación Universitaria Salesiana es favorable a la innovación pedagógica, lo que constituye una condición habilitante para la disposición de estos recursos.

4.6. Resultados

Este apartado precisa los resultados esperados de la aplicación del modelo pedagógico, distinguiendo entre los productos concretos que se obtienen de su desarrollo y los indicadores que permitirían valorar el logro de sus propósitos en una fase de implementación.

4.6.1. Resultados o productos a obtener

La aplicación del modelo pedagógico permite obtener un conjunto de productos de naturaleza teórica y práctica:

- **El modelo pedagógico innovador** propiamente dicho, como producto teórico-práctico central, que articula el Enfoque Ontosemiótico, la gamificación y la tecnología educativa en un sistema coherente de ejes y fases para la enseñanza del Cálculo Diferencial.
- **Las secuencias didácticas** diseñadas para los objetos matemáticos centrales de la asignatura —límite, derivada, tasa de cambio y optimización—, que concretan la articulación de los tres ejes en situaciones de aprendizaje contextualizadas.
- **Los recursos gamificados y tecnológicos** asociados a las secuencias —retos, misiones, niveles y actividades mediadas por GeoGebra y Desmos— que materializan las estrategias del modelo en el aula.
- **Las orientaciones didácticas para el docente**, que constituyen el marco sistemático que permite organizar la enseñanza desde la perspectiva ontosemiótica y sostener las estrategias activas de manera fundamentada.

- **El proceso de validación por juicio de expertos**, que constituye un producto de aseguramiento de la calidad y un insumo para el perfeccionamiento del modelo antes de su implementación.

En su conjunto, estos productos transforman el resultado de la investigación en un sistema didáctico aplicable, que trasciende la formulación teórica y ofrece a la institución un instrumento concreto para la enseñanza del Cálculo Diferencial.

4.6.2. Indicadores, criterios de evaluación o de instrumentación

La valoración del logro de los propósitos del modelo, en una fase de implementación futura, se orientaría por un conjunto de indicadores asociados a las competencias matemáticas que el modelo busca fortalecer y a las condiciones de su aplicación. Entre ellos se proponen:

- **Indicadores de comprensión conceptual:** capacidad de los estudiantes para atribuir significado a los objetos matemáticos del cálculo y para articular sus distintos registros de representación —gráfico, algebraico, numérico y verbal—, reduciendo los conflictos semióticos identificados en el diagnóstico.
- **Indicadores de razonamiento y resolución de problemas:** capacidad para abordar situaciones problemáticas contextualizadas que requieren interpretación, modelación y toma de decisiones, más allá de la aplicación mecánica de procedimientos.
- **Indicadores de motivación y participación:** nivel de compromiso, persistencia y participación de los estudiantes en las actividades gamificadas, así como su disposición hacia la asignatura.
- **Indicadores de mediación tecnológica:** grado de aprovechamiento de las herramientas tecnológicas como mediadores en la construcción de significados y en la exploración de los conceptos.
- **Indicadores de implementación docente:** grado de apropiación del modelo por parte de los docentes y coherencia entre las prácticas implementadas y las orientaciones del marco didáctico.

Estos indicadores constituyen criterios orientadores para una eventual evaluación del modelo en el aula, en coherencia con el alcance propositivo del estudio, y proporcionan una base para el diseño de los instrumentos de medición que se emplearían en la fase de validación empírica.

4.7. Valoración/ evaluación / validación de la propuesta de transformación

Con el propósito de fortalecer la validez científica del modelo pedagógico innovador propuesto, se llevó a cabo un proceso de validación mediante juicio de expertos, método ampliamente reconocido en investigaciones propositivas de educación superior como mecanismo para evaluar la pertinencia, coherencia y viabilidad de propuestas pedagógicas antes de su implementación (Hernández-Sampieri et al., 2024). El proceso de validación se desarrolló en el mes de junio de 2026, con la participación de tres expertos con formación posgradual y experiencia docente en educación matemática universitaria.

Los expertos fueron seleccionados con base en tres criterios: formación académica de nivel posgradual en educación matemática o didáctica de las ciencias, experiencia docente mínima de 15 años en educación superior en el área de matemáticas, y conocimiento del contexto educativo colombiano. En coherencia con los principios éticos de la investigación, la identidad de los expertos se mantiene en reserva, presentando sus datos de perfil de forma agregada en la siguiente tabla.

Tabla 14.
Perfil de los expertos participantes en el juicio de validación

Experto	Formación académica	Años de experiencia	Área de experticia
Experto 1	Profesional en Estadística, Especialista en Educación Superior a Distancia, Máster en Educación	22 años	Docencia en educación superior — matemáticas y estadística
Experto 2	Licenciado en Matemáticas y Física, Magíster en Didáctica de las Ciencias	20 años	Docencia en educación superior — matemáticas

Experto 3	Matemático, Magíster en Ciencias — Matemáticas Aplicadas	16 años	Álgebra Lineal y Análisis Funcional
------------------	---	---------	--

Nota: Elaboración propia. La identidad de los expertos se mantiene en reserva en coherencia con los principios éticos de la investigación.

El instrumento de validación se organizó en cuatro dimensiones de evaluación — pertinencia y relevancia, fundamentación teórica, coherencia interna del modelo, y viabilidad e impacto potencial — con un total de 13 criterios valorados mediante una escala tipo Likert de cinco niveles, donde 1 corresponde a Muy deficiente y 5 a Excelente. Adicionalmente, los expertos emitieron una valoración global de la propuesta y un concepto final sobre su aprobación.

Los resultados consolidados se presentan a continuación.

Tabla 15.

Resultados del juicio de expertos por criterio de evaluación

Nº	Criterio	E1	E2	E3	Promedio	Cat.
1. PERTINENCIA Y RELEVANCIA						
1.1	El modelo responde a una necesidad educativa real identificada en el contexto de la FUS.	5	5	4	4.67	Excelente
1.2	Los objetivos del modelo son claros y coherentes con el problema de investigación.	5	5	5	5.00	Excelente
1.3	La propuesta aporta elementos innovadores respecto a enfoques pedagógicos tradicionales.	5	5	4	4.67	Excelente
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA						
2.1	El Enfoque Ontosemiótico está correctamente articulado con el modelo.	5	5	4	4.67	Excelente

Nº	Criterio	E1	E2	E3	Promedio	Cat.
2.2	Los referentes de gamificación son pertinentes y actualizados.	5	5	5	5.00	Excelente
2.3	Los referentes de tecnología educativa son adecuados.	5	5	5	5.00	Excelente
2.4	Existe coherencia entre los fundamentos teóricos y las estrategias propuestas.	5	5	5	5.00	Excelente
3. COHERENCIA INTERNA DEL MODELO						
3.1	Los tres ejes del modelo (EOS, gamificación, tecnología) están claramente articulados.	5	5	5	5.00	Excelente
3.2	Las cuatro fases del modelo siguen una secuencia lógica y progresiva.	5	5	5	5.00	Excelente
3.3	Las estrategias propuestas son coherentes con los objetivos de aprendizaje.	5	5	5	5.00	Excelente
4. VIABILIDAD E IMPACTO POTENCIAL						
4.1	El modelo es aplicable en el contexto de la FUS con los recursos disponibles.	5	5	4	4.67	Excelente
4.2	Las estrategias de gamificación son realizables en el aula de Cálculo Diferencial.	5	5	4	4.67	Excelente
4.3	El modelo puede adaptarse a otros grupos y asignaturas de matemáticas universitarias.	5	5	5	5.00	Excelente
PROMEDIO GENERAL DE TODOS LOS CRITERIOS					4.87	Excelente
Nota. E1 = Experto 1; E2 = Experto 2; E3 = Experto 3. Escala: 1 = Muy deficiente; 2 = Deficiente; 3 = Aceptable; 4 = Bueno; 5 = Excelente. Elaboración propia.						

Nota: Elaboración propia.

Los resultados evidencian una valoración altamente favorable del modelo pedagógico propuesto. El promedio general de todos los criterios evaluados fue de 4.87 sobre 5.00, lo que corresponde a la categoría Excelente en la escala utilizada. Ningún criterio obtuvo una valoración inferior a 4.00, lo que indica que los tres expertos coinciden en valorar la propuesta como pertinente, sólida en su fundamentación teórica, coherente en su estructura interna y viable para su implementación en el contexto de la FUS. Los criterios con puntuación perfecta de 5.00 fueron: claridad de objetivos (1.2), pertinencia de los referentes de gamificación (2.2) y tecnología educativa (2.3), coherencia entre fundamentos y estrategias (2.4), articulación de los tres ejes del modelo (3.1), secuencia lógica de las fases (3.2), coherencia de las estrategias con los objetivos (3.3) y adaptabilidad a otras asignaturas (4.3).

Los criterios con promedio de 4.67 — que corresponde igualmente a la categoría Excelente — fueron la respuesta a necesidades educativas reales (1.1), los elementos innovadores de la propuesta (1.3), la articulación del EOS con el modelo (2.1), la aplicabilidad en el contexto de la FUS (4.1) y la viabilidad de las estrategias gamificadas en el aula (4.2). En todos estos casos, la variación se explica por la valoración de 4 otorgada por el Experto 3, quien señaló como recomendación la necesidad de revisar los tiempos destinados a cada sesión para garantizar que sean acordes con la implementación de las actividades propuestas, observación que será considerada en la fase de implementación piloto del modelo.

Tabla 16.

Valoración global de la propuesta por experto

Aspecto	Experto 1	Experto 2	Experto 3
La propuesta es pertinente para el contexto educativo de la FUS	5 — Excelente	5 — Excelente	5 — Excelente
El modelo puede contribuir al fortalecimiento de competencias matemáticas	5 — Excelente	5 — Excelente	5 — Excelente
La propuesta está suficientemente sustentada teórica y metodológicamente	5 — Excelente	5 — Excelente	5 — Excelente

El modelo está listo para ser piloteado o requiere ajustes menores 5 — Excelente 5 — Excelente 4 — Bueno

Nota: Elaboración propia.

En cuanto a la valoración global, los tres expertos coincidieron en otorgar la máxima puntuación en los aspectos de pertinencia para el contexto de la FUS, contribución al fortalecimiento de competencias matemáticas y solidez teórica y metodológica de la propuesta. En el aspecto de preparación para el pilotaje, el Experto 1 y el Experto 2 otorgaron la valoración máxima, mientras que el Experto 3 otorgó una puntuación de 4, coherente con su observación sobre los tiempos de implementación.

Tabla 17.

Concepto final emitido por cada experto

Concepto	Experto 1	Experto 2	Experto 3
☒ APROBADO — La propuesta es válida y puede presentarse sin modificaciones.	☒	☒	☒
☐ APROBADO CON AJUSTES MENORES	—	—	—
☐ REQUIERE REVISIÓN MAYOR	—	—	—

Nota: Elaboración propia.

Los tres expertos emitieron el concepto de APROBADO, indicando que la propuesta es válida y puede presentarse sin modificaciones. Esta unanimidad en el concepto final, combinada con el promedio general de 4.87, constituye una evidencia sólida de la validez científica y la pertinencia contextual del modelo pedagógico propuesto. Entre las recomendaciones generales, el Experto 1 sugirió complementar las referencias en materia de tecnología educativa apoyada en inteligencia artificial, lo que se considerará en futuras versiones del modelo. El Experto 2 destacó la importancia de la interacción entre gamificación y rigurosidad matemática como elemento diferenciador de la propuesta. Estas observaciones son coherentes con el carácter

propositivo de la investigación y ratifican que el modelo está preparado para avanzar hacia su implementación piloto en la Fundación Universitaria Salesiana.

CONCLUSIONES

La presente investigación doctoral tuvo como propósito generar un modelo pedagógico innovador fundamentado en el Enfoque Ontosemiótico, integrado con estrategias de gamificación y tecnología educativa, para fortalecer las competencias matemáticas en estudiantes de Cálculo Diferencial de la Fundación Universitaria Salesiana de Bogotá, Colombia, durante el período 2024-2025. Su desarrollo se organizó en cuatro capítulos que articularon el diagnóstico del contexto, la fundamentación teórica, el diseño metodológico y la propuesta pedagógica, respondiendo de manera progresiva a cada uno de los objetivos planteados.

A continuación se presentan las conclusiones derivadas de este proceso, organizadas en correspondencia con los objetivos específicos, el objetivo general y la comprobación de la hipótesis, ofreciendo en cada caso una síntesis de los resultados alcanzados, el nivel de cumplimiento de cada objetivo y su aporte a la solución del problema identificado en el contexto de la Fundación Universitaria Salesiana.

En relación con el primer objetivo específico, orientado a caracterizar el nivel de competencia matemática de los estudiantes de Cálculo Diferencial a partir de un diagnóstico del entorno educativo de la FUS, los resultados de la prueba diagnóstica aplicada a las cohortes 2025-1 (39 estudiantes) y 2025-2 (23 estudiantes) evidenciaron brechas estructurales y persistentes en los conocimientos previos requeridos para abordar los contenidos de la asignatura. El pensamiento numérico y variacional alcanzó un porcentaje de logro del 45,13% y 47,83% respectivamente, mientras que el pensamiento métrico y espacial registró valores aún más bajos: 32,31% y 30%.

La habilidad con menor desempeño en ambas cohortes fue el uso de expresiones algebraicas y factorización, con apenas el 2,56% y el 4,35% de logro, evidenciando un vacío estructural en las competencias previas que el Cálculo Diferencial requiere como prerrequisito fundamental. Estos hallazgos son coherentes con la tendencia histórica documentada en los informes diagnósticos institucionales (Sanabria, 2022-2025), que muestran un descenso sostenido en el porcentaje de acierto desde el 30,39% en 2022-2 hasta el 9,40% en 2024-1, y un dominio del 0% en prerrequisitos de Álgebra Lineal durante el período 2024-2025. Este objetivo se cumplió satisfactoriamente, confirmando que las dificultades de entrada son estructurales y

que demandan una intervención pedagógica sistemática y fundamentada como la que propone el modelo diseñado.

Respecto al segundo objetivo específico, que buscó identificar los elementos de la práctica pedagógica empleados por los docentes en la enseñanza de Cálculo Diferencial, las entrevistas semiestructuradas revelaron tres hallazgos centrales. En primer lugar, los docentes reconocen que los estudiantes presentan dificultades persistentes en la comprensión conceptual del límite, la derivada y la tasa de cambio, así como debilidades en el razonamiento algebraico y en la capacidad de aplicar los conceptos a la resolución de problemas contextualizados.

En segundo lugar, las estrategias pedagógicas predominantes se orientan hacia la exposición magistral y la resolución de ejercicios tipo, con incorporación limitada de metodologías activas o situaciones problemáticas contextualizadas. En tercer lugar, los docentes valoran positivamente el potencial de la tecnología educativa y la gamificación, pero señalan la necesidad de un marco pedagógico estructurado que oriente su implementación de manera coherente con los objetivos de aprendizaje. Este objetivo se cumplió, aportando la dimensión cualitativa que complementa el diagnóstico cuantitativo y confirmando que el problema no radica en la falta de compromiso docente sino en la ausencia de un modelo pedagógico articulador.

En cuanto al tercer objetivo específico, referido a analizar los fundamentos teóricos del modelo pedagógico innovador con base en el EOS, la gamificación y la tecnología educativa, el análisis de la literatura especializada evidenció que el EOS constituye el marco epistemológico más pertinente y coherente para sustentar el diseño de la propuesta, al ofrecer herramientas conceptuales precisas para identificar y atender los conflictos semióticos que emergen en el aprendizaje del Cálculo Diferencial. La revisión confirmó que la articulación del EOS con estrategias de gamificación y tecnología educativa es un campo escasamente explorado en el contexto iberoamericano, lo que valida la originalidad del aporte de esta investigación.

Los enfoques constructivista, sociocultural, cognitivo y socioconstructivista, revisados como marcos complementarios, aportaron cada uno una dimensión específica para comprender la complejidad del aprendizaje matemático en educación superior: la construcción progresiva del conocimiento, el papel del contexto y la mediación, la gestión de la carga cognitiva y la importancia de la colaboración social en la construcción de significados. Este objetivo, incorporado por recomendación de la evaluadora, enriqueció significativamente la coherencia

epistemológica del modelo y garantizó que su diseño respondiera a fundamentos teóricos sólidos y actualizados.

Con relación al cuarto objetivo específico, orientado a diseñar un modelo pedagógico innovador que integre estrategias activas, gamificación y tecnología educativa, la propuesta se concretó en una estructura de cuatro fases complementarias: diagnóstico y contextualización, diseño del modelo, implementación teórica y simulada, y evaluación y retroalimentación. El modelo articula tres ejes estructurales: el EOS como sustento epistemológico para identificar y resolver conflictos semióticos en el cálculo; la gamificación como estrategia activa que incrementa la motivación intrínseca; y la tecnología educativa como mediador semiótico que diversifica los registros de representación mediante herramientas como GeoGebra y Desmos.

El modelo responde directamente a los hallazgos del diagnóstico institucional, atiende las necesidades identificadas en las entrevistas a docentes y estudiantes, y se alinea con los lineamientos normativos del MEN y el proyecto educativo de la Fundación Universitaria Salesiana, garantizando su pertinencia contextual, coherencia interna y viabilidad institucional. Este objetivo se cumplió de manera integral, constituyendo el aporte central de la investigación al campo de la didáctica de las matemáticas para la educación superior colombiana.

En lo concerniente al quinto objetivo específico, que buscó establecer criterios de calidad, pertinencia y coherencia interna para orientar la evaluación teórica del modelo, se identificaron seis dimensiones fundamentales: pertinencia, validez, factibilidad, aplicabilidad, originalidad y transferibilidad. El modelo es pertinente porque responde a necesidades reales documentadas en el diagnóstico; válido porque se fundamenta en el EOS como marco de reconocimiento internacional; factible porque es viable con los recursos disponibles en la FUS; aplicable porque puede adaptarse a otras asignaturas de matemáticas universitarias; original porque articula de forma innovadora EOS, gamificación y tecnología educativa en el contexto colombiano; y transferible porque puede replicarse en otras instituciones latinoamericanas con problemáticas similares.

El proceso de validación mediante juicio de expertos, diseñado como parte de esta fase, proporciona el mecanismo de evaluación externa que fortalece la credibilidad científica de la propuesta. Este objetivo se cumplió satisfactoriamente, sentando las bases metodológicas y científicas para la futura implementación piloto del modelo en el contexto de la Fundación Universitaria Salesiana.

En respuesta al objetivo general, que planteó diseñar un modelo pedagógico innovador fundamentado en el EOS, integrado con estrategias de gamificación y tecnología educativa, para fortalecer las competencias matemáticas en estudiantes de Cálculo Diferencial de la FUS durante el período 2024-2025, puede afirmarse que este fue alcanzado de manera integral a través del desarrollo articulado de los cinco objetivos específicos. El modelo resultante constituye un aporte teórico y metodológico original al campo de la didáctica de las matemáticas para la educación superior colombiana, siendo la primera propuesta que integra coherentemente el EOS, la gamificación y la tecnología educativa en un marco didáctico orientado específicamente al Cálculo Diferencial en una institución universitaria privada de mediano tamaño.

Su diseño se fundamenta en evidencia empírica diagnóstica real, referentes teóricos actualizados y las percepciones de los actores educativos directamente involucrados, lo que garantiza su pertinencia contextual y su potencial transformador. El modelo no es una propuesta teórica abstracta sino una respuesta pedagógica anclada en la realidad institucional de la FUS, con proyección hacia otros contextos universitarios latinoamericanos que enfrentan problemáticas similares en la enseñanza del Cálculo Diferencial.

Respecto a la comprobación de la hipótesis, H1: La integración de un modelo pedagógico innovador fundamentado en el Enfoque Ontosemiótico, que incorpora estrategias de gamificación y tecnología educativa, se asocia con el fortalecimiento de las competencias matemáticas en estudiantes de Cálculo Diferencial de la FUS de Bogotá, Colombia, durante el período 2024-2025, la evidencia acumulada a lo largo de la investigación permite sostenerla con fundamento, aunque con la precisión metodológica que corresponde a su alcance propositivo. Los resultados del diagnóstico confirmaron que las dificultades en competencias matemáticas son estructurales y que las estrategias pedagógicas actuales son insuficientes para atenderlas. El análisis teórico evidenció que el EOS, la gamificación y la tecnología educativa tienen potencial probado para fortalecer competencias matemáticas cuando se articulan en un marco pedagógico coherente.

El análisis documental confirmó que los lineamientos institucionales y normativos son favorables a la implementación del modelo. En consecuencia, si bien la investigación no contempló una implementación experimental que permita verificar empíricamente la hipótesis mediante resultados de aprendizaje pre y post intervención, la evidencia diagnóstica, teórica y documental permite afirmar que la integración propuesta se asocia favorablemente con el

fortalecimiento de las competencias matemáticas, en plena coherencia con el alcance propositivo del estudio. La validación mediante juicio de expertos constituye el paso inmediato para avanzar hacia la comprobación empírica de esta hipótesis en futuras fases de investigación.

En síntesis, el modelo pedagógico desarrollado, basado en el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento Matemático y complementado con estrategias de gamificación y mediación tecnológica, ofrece un marco metodológico coherente y aplicable que puede orientar la enseñanza del cálculo diferencial no solo en la Fundación Universitaria Salesiana, sino también en otros contextos universitarios con características similares, contribuyendo a la formación de estudiantes más motivados y competentes en matemáticas.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se presentan a continuación se derivan de los hallazgos obtenidos en la investigación y se organizan en tres dimensiones complementarias: metodológica, académica y práctica, con el propósito de orientar futuras fases de implementación, validación y replicación del modelo pedagógico propuesto. Cada recomendación responde a necesidades específicas identificadas durante el proceso investigativo y busca contribuir al fortalecimiento sostenido de la enseñanza del Cálculo Diferencial en la Fundación Universitaria Salesiana y en contextos universitarios similares.

Desde el punto de vista metodológico, se recomienda diseñar e implementar un estudio cuasi-experimental que permita validar empíricamente el modelo pedagógico propuesto mediante la comparación de grupos con y sin la intervención, con el fin de obtener evidencia cuantitativa sobre su impacto en el fortalecimiento de las competencias matemáticas en Cálculo Diferencial. Este estudio debería incluir la aplicación de pruebas diagnósticas de entrada y salida en ambos grupos, así como instrumentos de seguimiento del proceso que permitan identificar en qué momentos del aprendizaje el modelo genera mayor impacto en la comprensión conceptual y la motivación de los estudiantes.

Se recomienda también ampliar la muestra a múltiples cohortes y, en una fase posterior, extender el estudio a otras instituciones de educación superior colombianas con características similares, con el propósito de evaluar la transferibilidad del modelo y enriquecer su validación empírica. Asimismo, se sugiere incorporar grupos focales con estudiantes como técnica complementaria en futuras fases, dado que en esta etapa no fue posible desarrollarlos, con el fin de profundizar en las percepciones colectivas sobre el aprendizaje del Cálculo Diferencial y recoger retroalimentación directa sobre la experiencia con las estrategias gamificadas y tecnológicas propuestas.

Desde el punto de vista académico, se recomienda diseñar e implementar un programa de formación docente en el Enfoque Ontosemiótico, la gamificación y el uso pedagógico de tecnología educativa, dirigido a los profesores del área de matemáticas de la Fundación Universitaria Salesiana. Este programa debería combinar formación teórica sobre el EOS y sus

herramientas conceptuales, talleres prácticos de diseño de secuencias didácticas gamificadas y mediadas por GeoGebra y Desmos, y espacios de reflexión sobre la práctica pedagógica, garantizando que la implementación del modelo sea coherente, sostenible y fundamentada teóricamente por parte del cuerpo docente.

Se sugiere igualmente que la Fundación Universitaria Salesiana incorpore el modelo pedagógico propuesto como referente para la revisión y actualización del plan de estudios de Cálculo Diferencial, articulándolo de manera explícita con los lineamientos del Proyecto Educativo Institucional y con los Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas del MEN. Finalmente, se recomienda publicar los resultados de esta investigación en revistas indexadas de educación matemática o innovación educativa, con el fin de contribuir al avance del conocimiento en el campo y de posicionar a la FUS como institución generadora de conocimiento pedagógico en el contexto colombiano y latinoamericano.

Como recomendaciones prácticas, se propone implementar un piloto del modelo pedagógico en uno o dos grupos de Cálculo Diferencial durante el período académico inmediatamente siguiente, con un seguimiento sistemático que permita evaluar su impacto en la motivación, la comprensión conceptual y el rendimiento académico de los estudiantes. Este piloto debería contar con el apoyo institucional de la Vicerrectoría Académica y ser acompañado por un proceso de documentación riguroso que permita identificar ajustes necesarios antes de su implementación a mayor escala.

Se sugiere integrar de manera explícita los recursos tecnológicos propuestos, especialmente GeoGebra y Desmos, y las dinámicas gamificadas en la planeación curricular de la asignatura como componentes estructurales de las secuencias didácticas y no como actividades complementarias. Para ello, se recomienda establecer un repositorio institucional de recursos didácticos digitales y gamificados asociados a los temas del Cálculo Diferencial, construido progresivamente por el equipo docente. Finalmente, se recomienda fortalecer el sistema de pruebas diagnósticas ya existente en la FUS, incorporando análisis longitudinales que articulen sus resultados con las decisiones pedagógicas y curriculares del área de matemáticas, constituyendo así la base de una cultura de mejora continua en la enseñanza de las matemáticas en la institución.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguiar Barrera, E., Fonseca, J. D., & León, M. (2018). *Diseño y validación de un instrumento para evaluar la práctica docente universitaria en programas de ingeniería*. Revista Educación en Ingeniería, 13(25), 62–70.
https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/11732?utm_source=chatgpt.com
- Artigue, M. (2011). *Challenges in basic mathematics education*. UNESCO.
<http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001917/191776e.pdf>
- Bai, H., Pan, W., Hirumi, A., & Kebritchi, M. (2012). *Assessing the effectiveness of a 3-D instructional game on improving mathematics achievement and motivation of middle school students*. British Journal of Educational Technology, 43(6), 993-1003.
<https://bera-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1467-8535.2011.01269.x>
- Bonilla, S., & González, J. (2016). *Educación en Colombia: una evaluación de las políticas públicas y sus resultados*. Revista Educación y Desarrollo Social, 10(1), 5-20.
- Cai, J. (2010). *Commentary on problem solving heuristic*. Journal of Mathematics Education, 3(1), 60-64. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-00742-2_25
- Calder, N., & Campbell, A. (2020). *Using digital technology to support mathematical thinking: A case study from New Zealand*. Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 39(1), 5-25.
- Cárdenas-Jarrín, A. P., Montalván-Salinas, J. A., Salmerón-Moreira, Y. M., Potes-Duque, W. N., & López-Vallejo, P. W. (2024). *Herramientas de gamificación para la enseñanza de matemáticas en la Educación Superior: Una revisión sistemática*. Revista Científica Arbitrada de Investigación en Comunicación, Marketing y Empresa REICOMUNICAR.
<https://reicomunicar.org/index.php/reicomunicar/article/view/361>
- Castells, M. (2000). *The Rise of the Network Society*. Blackwell Publishing.

- Congreso de Colombia. (1994). Ley 115 de 1994: *Ley General de Educación*.
http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf
- Closas, A., López, M. A., & Fortuny, J. M. (2013). *Validación de un cuestionario sobre actitudes hacia las matemáticas en niveles preuniversitarios*. *Revista de Educación Matemática*, 28(3), 45–62.
- Cobb, P. (1994). *Where is the mind? A coordination of sociocultural and cognitive constructivist perspectives*. *Educational Research*, 23(7), 13-20.
https://www.researchgate.net/publication/248430749_Where_Is_the_Mind_A_Coordination_of_Sociocultural_and_Cognitive_Constructivist_Perspectives
- D'Amore, B. (2006). *Didáctica de la matemática*. Bogotá: Editorial Magisterio.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). *From game design elements to gamefulness: Defining gamification*. En *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference* (pp. 9-15). ACM. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Reed, H., & Gravemeijer, K. (2010). *The teacher and the tool: Instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom*. *Educational Studies in Mathematics*.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10649-010-9254-5>
- Díaz-Barriga, F. (2006). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. McGraw-Hill.
https://dfa.edomex.gob.mx/sites/dfa.edomex.gob.mx/files/files/2_%20estrategias-docentes-para-un-aprendizaje-significativo.pdf
- English, L. D., & Gainsburg, J. (2016). *Problem solving in a 21st-century mathematics curriculum*. In *Third international handbook of mathematics education* (pp. 313-348). Springer. <https://eprints.qut.edu.au/87756/>
- Fundación Universitaria Salesiana. (2024). *Información institucional*.
<https://www.salesiana.edu.co>

- Galindo, M. K. (2023). *Proceso de enseñanza y aprendizaje de la derivada con estudiantes de Ingeniería Comercial* [Tesis doctoral]. Universitat de Barcelona.
<http://enfoqueontosemiotico.ugr.es/pages/tesisdoctorales.html>
- García, A., & Vega, L. (2018). *Innovación educativa y competencias digitales en la universidad*. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 21(2), 217-236.
- Godino, J. D., Batanero, C., & Font, V. (2013). *Didáctica de las matemáticas para maestros*. Universidad de Granada. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/95586>
- Godino, J. D., Batanero, C., & Font, V. (2007). *The ontosemiotic approach to research in mathematics education*. ZDM Mathematics Education, 39(1–2), 127–135.
https://www.ugr.es/~jgodino/funciones-semioticas/ontosemiotic_approach.pdf
- Godino, J. D. (2023). Enfoque ontosemiótico en educación matemática. Fundamentos, herramientas y aplicaciones. <http://enfoqueontosemiotico.ugr.es>
- Guacaneme, E., Obando, G., Garzón, D., & Villa-Ochoa, J. A. (2016). *Informe sobre la Educación Matemática en Colombia*. Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática, 11(15), 73-128.
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/23946>
- Goos, M., Galbraith, P., & Renshaw, P. (2019). *Socially mediated metacognition: Creating collaborative zones of proximal development in small group problem solving*. Educational Studies in Mathematics, 49(2), 193-223.
<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1016209010120>
- Gresalfi, M., & Barnes, J. (2020). *Designing for disciplinary engagement in mathematics through technology*. Mathematics Education Research Journal, 32(1), 37-60.
https://www.researchgate.net/publication/282237337_Designing_Technology_Activities_That_Teach_Mathematics
- Gutiérrez, J. A. (2018). *Dificultades en el aprendizaje del cálculo diferencial en estudiantes de ingeniería*. Revista de Educación Matemática, 33(2), 45-62.

- Hernández-Rodríguez, A., Argüelles-Pascual, V., & Palacios, R. (2021). *Métodos empíricos de la investigación*. Ciencia Huasteca Boletín Científico de la Escuela Superior de Huejutla. Publicación semestral, Vol. 9, No. 17 (2021) 33-34.
<https://drive.google.com/file/d/1rViOMcAgzUeFYwd1Gsy1L2BlwfQLN5l6/view>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Capítulo 2. Ciudad de México, México: Editorial McGraw Hill Education.
<https://drive.google.com/file/d/1TCyv7b3lnQOSVQhqBjPt7va6uceZInT5/view>
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). *Problem-based learning: ¿What and how do students learn?* Educational Psychology Review, 16(3), 235-266.
<https://link.springer.com/article/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
- Kim, S., Park, H., & Baek, Y. (2009). *Not just fun, but serious strategies: Using meta-cognitive strategies in game-based learning*. Computers & Education, 116, 1-15.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131508001954>
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. National Academy Press
- Laderas Huilcahuari, E., Acori Flores, V., & Villa Pérez, L. (2023). *Enseñanza del Cálculo diferencial e integral asistido por el software GeoGebra*. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, 26(3), 357-377.
<https://doi.org/10.12802/relime.23.2634>
- Lesh, R., & Zawojewski, J. S. (2007). *Problem solving and modeling*. In *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*. (pp. 763-804). National Council of Teachers of Mathematics.
- López Falcón, A. L., & Ramos Serpa, G. (2021). *Acerca de los métodos teóricos y empíricos de investigación: significación para la investigación educativa*. Revista Conrado, 17(S3), 22-31. <https://drive.google.com/file/d/1U2DJGHK5TapbXhSgvYOWbirjRWyMjPx/view>

Martínez-Palmera, O., Combata-Niño, H., & De-La-Hoz-Franco, E. (2021). *Implementación de recursos educativos digitales: una revisión sistemática desde la enseñanza del Cálculo Diferencial*. *Formación Universitaria*, 14(2).

<https://www.redalyc.org/journal/6079/607974617004/html/>

Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (1998). *Lineamientos Curriculares del Área de Matemáticas*. http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-104942_archivo_pdf

Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (1999). *Nuevas tecnologías y currículo de matemáticas: apoyo a los lineamientos curriculares*.

http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-105041_archivo_pdf

Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2006). *Estándares Básicos de Competencias del Área de Matemáticas*. http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-117978_archivo_pdf

Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2008). *Política de Educación Inclusiva*.

http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-162358_archivo_pdf

Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2013). *Programa Computadores para Educar*.

http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-348937_archivo_pdf

Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2015). *Lineamientos para la Educación Virtual*.

http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-349047_archivo_pdf

Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2016). *Estrategia "Todos a Aprender"*.

http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-349250_archivo_pdf

Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2019). *Lineamientos para la Educación Virtual*.

http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-349867_archivo_pdf

Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2020). *Medidas para asegurar la continuidad del proceso educativo durante la pandemia de COVID-19*.

http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-350077_archivo_pdf

- Ministerio de Educación Nacional. (2020). *Informe de Gestión 2020*. MEN.
https://www.mineduacion.gov.co/1780/articles-385377_recurso_1.pdf
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). *Technological pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teacher knowledge*. Teachers College Record, 108(6), 1017-1054. <https://psycnet.apa.org/record/2006-07285-002>
- Mousalli-Kayat, G. (2015). *Métodos y Diseños de Investigación Cuantitativa*. Mérida.
https://drive.google.com/file/d/1p4sLx-g_Ais5IKsg3-WvicfuRmDOSxtZ/view
- Müggenburg, M & Pérez, I. (2007). *Tipos de estudio en el enfoque de investigación cuantitativa Enfermería Universitaria*. Vol. 4, núm. 1, enero-abril, 2007, pp. 35-38. Universidad Nacional Autónoma de México Distrito Federal, México.
<https://drive.google.com/file/d/1ssih7vWz93cq0dbtgYxmaH3Mwp803YBR/view>
- Niss, M., & Højgaard, T. (2019). *Competencies and mathematical learning: Ideas and inspiration for the development of mathematics teaching and learning in Denmark*. IMFUFA Text No. 485.
https://www.researchgate.net/publication/270585013_Competencies_and_Mathematical_Learning_Ideas_and_inspiration_for_the_development_of_mathematics_teaching_and_learning_in_Denmark
- OECD. (2018). *PISA 2018 Results*. Organization for Economic Cooperation and Development.
<https://www.oecd.org/pisa/publications/pisa-2018-results.htm>
- Prince, M. J., & Felder, R. M. (2006). *Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases*. Journal of Engineering Education, 95(2), 123-138.
https://www.researchgate.net/publication/220017716_Inductive_Teaching_and_Learning_Methods_Definitions_Comparisons_and_Research_Bases
- Palincsar, A. S. (1998). *Keeping the metaphor of scaffolding fresh—a response to C. Addison Stone's "The metaphor of scaffolding: Its utility for the field of learning disabilities"*. Journal of Learning Disabilities, 31(4), 370-373.
<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/002221949803100406>

- Pierce, R., & Ball, L. (2009). *Perceptions that may affect teachers' intention to use technology in secondary mathematics classes*. Educational Studies in Mathematics, 71(3), 299-317. https://www.researchgate.net/publication/226576290_Perceptions_that_may_affect_teachers'_intention_to_use_technology_in_secondary_mathematics_classes
- Piaget, J. (1970). *Science of education and the psychology of the child*. Viking.
- Polya, G. (1957). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton University Press. <https://math.hawaii.edu/home/pdf/putnam/PolyaHowToSolveIt.pdf>
- Ramos, C. (2015). *Los paradigmas de la investigación científica*. Av.psicol. 23(1). https://drive.google.com/file/d/1tHSCYC_P34O6kebA7K7hXLfK1nChax2m/view
- Rico Segura, A. (2024). El Aprendizaje y La Enseñanza del Cálculo Diferencial: Perspectivas desde las Teorías APOE y Ontosemiótica. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(1), 5949-5970. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9939
- Rojas, I. (2011). *Elementos para el diseño de técnicas de investigación: Una propuesta de definiciones y procedimientos en la investigación científica*. Tiempo de Educar, vol. 12, núm. 24, julio-diciembre, 2011, pp. 277-297. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. https://drive.google.com/file/d/1B0gkmCyaK6WEfjLFb9zSB_XkeF9a_fsN/view
- Salen, K., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of play: Game design fundamentals*. MIT Press.
- Sanabria Mejía, Y. (2022-2025). *Informes de resultados de prueba diagnóstica de ingreso y final — Cálculo Diferencial, tercer semestre* (Cohortes 2022-2 a 2025-1). Fundación Universitaria Salesiana, Bogotá, Colombia. Documentos institucionales.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Academic Press. <https://www.sciencedirect.com/book/9780126288704/mathematical-problem-solving>
- Schoenfeld, A. H. (2014). *Mathematical thinking and problem solving*. Routledge. https://www.researchgate.net/publication/44425404_Mathematical_thinking_and_problem_solving

- Stott, A., & Neustaedter, C. (2013). *Analysis of gamification in education*. Journal of Educational Technology & Society, 16(2), 24-34.
- Sweller, J. (1988). *Cognitive load during problem solving: Effects on learning*. Cognitive Science, 12(2), 257-285.
https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1207/s15516709cog1202_4
- Stott, A., & Neustaedter, C. (2013). *Analysis of gamification in education*. Simon Fraser University. <https://clab.iat.sfu.ca/pubs/Stott-Gamification.pdf>
- Tall, D. (2013). *How humans learn to think mathematically: Exploring the three worlds of mathematics*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139565202>
- Verón, M. A. (2023). *Modelo Ontosemiótico del Concepto de Diferencial. Implicaciones para la Formación de Profesores de Matemática* [Tesis doctoral]. Universidad de Granada. <http://enfoqueontosemiotico.ugr.es/pages/tesisdoctorales.html>
- Vilcapoma Sandoval, J. (2026). *Gamificación como estrategia didáctica para fortalecer el aprendizaje matemático en educación básica*. Revista Tribunal, 6(14), 125-140.
<https://doi.org/10.59659/revistatribunal.v6i14.318>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- West, D. M., & Bleiberg, J. (2013). *Five ways teachers can use technology to help students*. Brookings.
<https://www.brookings.edu/articles/five-ways-teachers-can-use-technology-to-help-students/>

ANEXOS

Anexo 1. Prueba diagnóstica de matemáticas aplicada a estudiantes de Cálculo Diferencial

Dirigido a: Estudiantes de tercer semestre de la Fundación Universitaria Salesiana

Objetivo: Identificar el nivel de competencias matemáticas en operaciones básicas, razonamiento algebraico, geométrico y variacional, con el fin de establecer un diagnóstico inicial que sirva como insumo para el diseño del modelo pedagógico innovador.

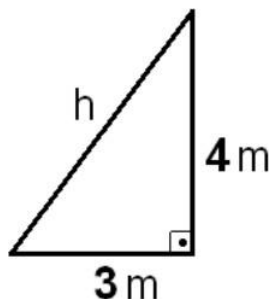
Instrucciones: Apreciado estudiante, a continuación, encontrará una serie de ejercicios matemáticos que conforman la prueba diagnóstica aplicada a los estudiantes de Cálculo Diferencial de la Fundación Universitaria Salesiana de Bogotá, Colombia. Responda cada pregunta de manera clara, mostrando el procedimiento seguido en la resolución. El tiempo estimado para el desarrollo de la prueba es de 45 minutos.

Pensamiento numérico y variacional

1. ¿Cuál es el resultado de la operación $-(4 - 3) - \{2 + [-5 - (3 - 7)]\}$?
2. ¿Cuál es el resultado de la operación $\frac{2}{3} - \frac{5}{8}$?
3. Al efectuar la operación $a^2 + 2ab + b^2 - a^2 - ab$, ¿qué resultado se obtiene?
4. ¿Cuál es el resultado de factorizar $3x^2 - 4x - 15$?
5. En la ecuación $5x + 26 = 3x + 32$, ¿cuál es el valor de la incógnita x ?

Pensamiento métrico y geométrico

6. Si se tiene un rectángulo de 50 metros de perímetro y su altura mide 10 metros, ¿cuánto mide la base del rectángulo?
7. En el siguiente triángulo, ¿cuál es el valor de la hipotenusa?



8. Un círculo tiene dos metros de radio. Si duplicamos el valor del radio, ¿en cuánto se modifica el área del círculo?
9. Realizar el bosquejo de la gráfica en el plano cartesiano de $y = -2x + 4$.
10. Se tiene una recámara cuyo piso tiene un área de 24 metros cuadrados. Si la altura del cuarto es de 2,5 metros, ¿cuál es el volumen de la recámara?

Anexo 2. Encuesta estructurada a estudiantes sobre el uso y percepción de estrategias pedagógicas innovadoras

Este anexo contiene el formulario de la encuesta dirigida a los estudiantes participantes. El instrumento se diseñó para recoger información cuantitativa sobre sus percepciones, el uso de estrategias pedagógicas innovadoras y los niveles percibidos de competencias matemáticas. Se estructuró bajo el formato de escala tipo Likert y se aplicó durante la fase diagnóstica que fundamenta el diseño del modelo pedagógico propuesto.

Dirigido a: Estudiantes de tercer semestre de la Fundación Universitaria Salesiana

Objetivo del instrumento: El presente cuestionario tiene como propósito recoger información sobre las percepciones, actitudes y experiencias de los estudiantes con respecto al uso de estrategias pedagógicas innovadoras en la enseñanza del Cálculo Diferencial. Su diseño se fundamenta en instrumentos validados por Closas et al. (2013) y adaptados para este estudio.

Sección A: Percepción sobre estrategias pedagógicas innovadoras

Instrucciones: A continuación, se presentan afirmaciones relacionadas con su experiencia en la clase de Cálculo Diferencial. Por favor, indique el grado con el que está de acuerdo con cada una, utilizando la siguiente escala:

1. Totalmente en desacuerdo 2. En desacuerdo 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo 4. De acuerdo 5. Totalmente de acuerdo

Ítem	Escala Likert (1 a 5)				
Las estrategias utilizadas por mi docente facilitan la comprensión de los temas.	1	2	3	4	5
El uso de recursos tecnológicos es frecuente en mi clase de Cálculo Diferencial.	1	2	3	4	5
Me siento motivado cuando participo en actividades gamificadas.	1	2	3	4	5

El propósito de cada actividad con recursos digitales me resulta claro.	1	2	3	4	5
Las herramientas digitales utilizadas me permiten participar activamente en clase.	1	2	3	4	5
Las estrategias innovadoras mejoran mi rendimiento académico.	1	2	3	4	5
Me siento más motivado cuando las clases incluyen dinámicas lúdicas o juegos.	1	2	3	4	5

Pregunta abierta. ¿Qué tipo de estrategias innovadoras considera más útiles para su proceso de aprendizaje? (mencione al menos una)

Anexo 3. Encuesta estructurada a docentes sobre el uso y percepción de estrategias pedagógicas innovadoras

Este anexo contiene el formulario de la encuesta dirigida a los docentes que imparten la asignatura de Cálculo Diferencial. El instrumento se diseñó para identificar su percepción y experiencia en el uso de estrategias pedagógicas innovadoras, tecnologías educativas y gamificación.

Dirigido a: Docentes de la Fundación Universitaria Salesiana que imparten la asignatura de Cálculo Diferencial

Objetivo del instrumento: Esta encuesta tiene como finalidad identificar la percepción y experiencia del profesorado en el uso de estrategias pedagógicas innovadoras en la enseñanza del Cálculo Diferencial. Está basada en la adaptación del instrumento validado por Aguilar Barrera et al. (2018).

Sección A: Datos profesionales

Años de experiencia docente: _____

Nivel académico alcanzado: ☐ Pregrado ☐ Especialización ☐ Maestría ☐ Doctorado

¿Ha recibido formación en pedagogías innovadoras? ☐ Sí ☐ No

¿Con qué frecuencia utiliza TIC en sus clases?

☐ Nunca ☐ Rara vez ☐ Algunas veces ☐ Frecuentemente ☐ Siempre

Sección B: Implementación y percepción de estrategias innovadoras

1. ¿Con qué frecuencia emplea estrategias pedagógicas innovadoras (como gamificación, simulaciones, etc.) en sus clases?
2. ¿Qué herramientas tecnológicas utiliza con mayor frecuencia en la enseñanza del Cálculo Diferencial?
3. ¿Percibe una mejora en el rendimiento de los estudiantes al aplicar estas estrategias?
4. ¿Qué nivel de preparación considera que tiene para implementar recursos digitales en sus clases?

5. ¿Cuál ha sido la principal dificultad en el uso de estrategias innovadoras en su experiencia docente?
6. ¿Ha recibido formación o acompañamiento institucional para implementar estas estrategias?
7. ¿Qué tipo de actividades gamificadas considera más efectivas para desarrollar competencias matemáticas?
8. ¿Qué recomendaciones daría para mejorar la implementación de metodologías innovadoras en matemáticas?

Anexo 4. Guía de entrevista semiestructurada a docentes

Este anexo contiene la guía utilizada para realizar las entrevistas semiestructuradas con docentes de la Fundación Universitaria Salesiana que imparten la asignatura de Cálculo Diferencial. Su propósito fue recoger información cualitativa sobre las percepciones, prácticas, experiencias y propuestas relacionadas con el uso de estrategias pedagógicas innovadoras, en particular la gamificación y las tecnologías educativas. Las preguntas se organizan por bloques temáticos, con interrogantes orientadores abiertos que permiten profundizar en la experiencia docente.

Dirigido a: Docentes que enseñan Cálculo Diferencial en la Fundación Universitaria Salesiana.

Objetivo del instrumento: Explorar las percepciones, experiencias y prácticas de los docentes respecto al uso de estrategias pedagógicas innovadoras, gamificación y tecnologías educativas, en el contexto de la enseñanza del Cálculo Diferencial.

Bloques temáticos y preguntas orientadoras

Bloque 1. Perfil docente

¿Cuántos años de experiencia tiene como docente en educación superior?

¿Cuál es su formación académica y experiencia en enseñanza de matemáticas?

Bloque 2. Prácticas pedagógicas actuales

¿Cómo describiría su estilo de enseñanza habitual en Cálculo Diferencial?

¿Qué tipo de actividades considera más efectivas para enseñar conceptos abstractos de matemáticas?

Bloque 3. Uso de tecnologías educativas

¿Qué herramientas tecnológicas ha utilizado en sus clases? ¿Con qué frecuencia?

¿Qué ventajas y limitaciones encuentra en el uso de TIC para la enseñanza del Cálculo Diferencial?

Bloque 4. Percepción sobre gamificación y metodologías activas

¿Ha utilizado estrategias como la gamificación en su práctica docente? ¿En qué contextos?

¿Qué opinión le merece el uso de juegos, retos o dinámicas lúdicas en el aula?

¿Qué impacto considera que podrían tener estas estrategias sobre la motivación y el aprendizaje de los estudiantes?

Bloque 5. Formación y acompañamiento

¿Ha recibido capacitación en metodologías activas o innovación pedagógica?

¿Qué tipo de formación considera necesaria para implementar estas estrategias de manera efectiva?

Bloque 6. Expectativas y recomendaciones

¿Qué tipo de apoyo institucional considera necesario para fomentar la innovación pedagógica?

¿Qué recomendaciones haría para diseñar un modelo pedagógico innovador que fortalezca las competencias matemáticas en esta asignatura?

Anexo 5. Matriz de análisis documental

Este anexo presenta el instrumento de análisis documental empleado en la investigación: una matriz organizada por categorías que permitió sistematizar la revisión de documentos normativos, institucionales, curriculares y teóricos. Los resultados derivados de su aplicación se desarrollan e interpretan en el Capítulo III, en el apartado correspondiente al análisis del tercer instrumento.

Objetivo: Identificar elementos normativos, curriculares, institucionales y teóricos que permitan comprender el contexto académico y pedagógico de la enseñanza del Cálculo Diferencial en la Fundación Universitaria Salesiana de Bogotá, Colombia, incluyendo el análisis desde el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento Matemático.

Instrucciones: Diligencie la siguiente matriz de análisis documental registrando, para cada documento revisado, la información correspondiente a las categorías establecidas. El instrumento permite organizar y sistematizar los aportes relevantes de cada fuente para la fundamentación de la propuesta pedagógica.

Categoría de análisis	Subcategoría	Documento/Fuente analizada	Aporte identificado	Observaciones
Marco normativo	Políticas nacionales y lineamientos curriculares			
Marco institucional	Proyecto Educativo Institucional, reglamentos académicos			
Currículo universitario	Plan de estudios, programas de			

	asignaturas			
Fundamentación pedagógica	Enfoques de enseñanza y aprendizaje			
Enfoque ontosemiótico	Conflictos semióticos, prácticas institucionales, objetos matemáticos			
Innovación educativa	TIC y gamificación			

Anexo 6. Resultados individuales del instrumento diagnóstico

Anexo 6.1 Resultados individuales del instrumento diagnóstico (Cohorte 2025-1)

No.	TOTAL	Numérico y variacional						Métrico y espacial					
		Total NV	P1	P2	P3	P4	P5	Total ME	P1	P2	P3	P4	P5
1	26.67%	60%	0%	100%	100%	0%	100%	20%	100%	0%	0%	0%	0%
2	46.67%	80%	100%	100%	100%	0%	100%	60%	100%	100%	0%	100%	0%
3	43.33%	60%	0%	100%	100%	0%	100%	70%	100%	100%	100%	0%	50%
4	0.00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
5	20.00%	40%	0%	100%	0%	0%	100%	20%	0%	0%	0%	0%	100%
6	20.00%	20%	0%	100%	0%	0%	0%	40%	100%	0%	0%	0%	100%
7	20.00%	40%	100%	100%	0%	0%	0%	20%	100%	0%	0%	0%	0%
8	13.33%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	40%	100%	100%	0%	0%	0%
9	6.67%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	20%	0%	0%	0%	0%	100%
10	20.00%	60%	100%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
11	30.00%	60%	100%	0%	100%	0%	100%	30%	100%	0%	0%	50%	0%
12	10.00%	20%	0%	100%	0%	0%	0%	10%	0%	50%	0%	0%	0%
13	13.33%	20%	0%	0%	0%	0%	100%	20%	100%	0%	0%	0%	0%
14	23.33%	60%	100%	100%	0%	0%	100%	10%	0%	0%	0%	0%	50%
15	13.33%	20%	0%	0%	0%	0%	100%	20%	0%	100%	0%	0%	0%
16	46.67%	60%	0%	0%	100%	100%	100%	80%	100%	100%	100%	100%	0%
17	20.00%	40%	0%	100%	0%	0%	100%	20%	100%	0%	0%	0%	0%
18	20.00%	60%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
19	13.33%	20%	0%	100%	0%	0%	0%	20%	100%	0%	0%	0%	0%
20	13.33%	20%	100%	0%	0%	0%	0%	20%	100%	0%	0%	0%	0%
21	46.67%	80%	100%	100%	100%	0%	100%	60%	100%	100%	0%	100%	0%
22	0.00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
23	6.67%	20%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
24	20.00%	20%	0%	100%	0%	0%	0%	40%	0%	100%	0%	100%	0%
25	43.33%	80%	100%	100%	100%	0%	100%	50%	0%	100%	50%	100%	0%
26	13.33%	20%	0%	0%	0%	0%	100%	20%	0%	100%	0%	0%	0%
27	40.00%	80%	100%	100%	100%	0%	100%	40%	100%	0%	0%	0%	100%
28	53.33%	80%	100%	100%	100%	0%	100%	80%	100%	100%	50%	50%	100%
29	20.00%	40%	0%	100%	100%	0%	0%	20%	0%	100%	0%	0%	0%
30	33.33%	80%	100%	100%	100%	0%	100%	20%	0%	100%	0%	0%	0%
31	26.67%	60%	100%	100%	0%	0%	100%	20%	0%	100%	0%	0%	0%
32	40.00%	60%	100%	100%	0%	0%	100%	60%	100%	100%	100%	0%	0%
33	33.33%	60%	100%	100%	100%	0%	0%	40%	100%	100%	0%	0%	0%

34	26.67%	40%	0%	100%	0%	0%	100%	40%	100%	100%	0%	0%	0%
35	56.67%	80%	100%	100%	100%	0%	100%	90%	100%	100%	50%	100%	100%
36	13.33%	20%	0%	100%	0%	0%	0%	20%	100%	0%	0%	0%	0%
37	40.00%	60%	0%	100%	100%	0%	100%	60%	100%	100%	0%	100%	0%
38	33.33%	60%	100%	100%	0%	0%	100%	40%	100%	100%	0%	0%	0%
39	40.00%	80%	100%	100%	100%	0%	100%	40%	0%	100%	0%	0%	100%
RESULTADOS TOTALES		45.13%	48.72%	71.79%	41.03%	2.56%	61.54%	32.31%	56.41%	52.56%	11.54%	20.51%	20.51%

Anexo 6.2 Resultados individuales del instrumento diagnóstico (Cohorte 2025-2)

No.	TOTAL	Numérico y variacional						Métrico y espacial					
		Total NV	P1	P2	P3	P4	P5	Total ME	P1	P2	P3	P4	P5
1	26.67%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	40%	100%	100%	0%	0%	0%
2	46.67%	40%	100%	0%	0%	0%	100%	20%	0%	100%	0%	0%	0%
3	43.33%	40%	100%	100%	0%	0%	0%	30%	0%	100%	0%	0%	50%
4	0.00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	40%	0%	100%	0%	100%	0%
5	20.00%	40%	100%	0%	0%	0%	100%	40%	100%	100%	0%	0%	0%
6	20.00%	80%	100%	100%	100%	0%	100%	90%	100%	100%	50%	100%	100%
7	20.00%	20%	0%	100%	0%	0%	0%	20%	0%	100%	0%	0%	0%
8	13.33%	60%	100%	100%	0%	0%	100%	40%	100%	100%	0%	0%	0%
9	6.67%	20%	0%	100%	0%	0%	0%	20%	0%	100%	0%	0%	0%
10	20.00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
11	30.00%	40%	100%	100%	0%	0%	0%	60%	100%	100%	0%	100%	0%
12	10.00%	60%	100%	100%	0%	0%	100%	20%	100%	0%	0%	0%	0%
13	13.33%	40%	0%	0%	100%	0%	100%	20%	100%	0%	0%	0%	0%
14	23.33%	80%	100%	100%	100%	0%	100%	20%	0%	100%	0%	0%	0%
15	13.33%	60%	0%	100%	100%	0%	100%	60%	100%	100%	0%	0%	100%
16	46.67%	70%	100%	100%	100%	0%	50%	40%	100%	100%	0%	0%	0%
17	20.00%	40%	100%	0%	0%	0%	100%	20%	100%	0%	0%	0%	0%
18	20.00%	30%	0%	100%	50%	0%	0%	10%	0%	0%	50%	0%	0%
19	13.33%	80%	100%	100%	100%	0%	100%	30%	100%	50%	0%	0%	0%
20	13.33%	40%	0%	100%	0%	0%	100%	20%	0%	100%	0%	0%	0%
21	46.67%	60%	0%	100%	100%	0%	100%	20%	0%	0%	0%	100%	0%
22	0.00%	40%	100%	0%	0%	0%	100%	20%	100%	0%	0%	0%	0%
23	6.67%	60%	100%	100%	100%	0%	0%	10%	0%	0%	0%	0%	50%
RESULTADOS TOTALES		47.83%	60.87%	69.57%	41.30%	4.35%	63.04%	30.00%	52.17%	63.04%	4.35%	17.39%	13.04%

Anexo 7. Resultados de las encuestas estructuradas sobre percepción de estrategias pedagógicas, uso de TIC y gamificación

Anexo 7.1 Resultados de la encuesta a estudiantes.

Las estrategias utilizadas por mi docente facilitan la comprensión de los temas.	Las estrategias innovadoras me ayudan a comprender mejor conceptos centrales como límite, derivada y tasa de cambio.	El propósito de cada actividad digital me resulta claro y me permite relacionar los conceptos de cálculo con situaciones de la vida real.	El uso de recursos tecnológicos es frecuente en mi clase de Cálculo Diferencial.	Las herramientas digitales utilizadas me permiten participar activamente y construir diferentes formas de representación de un mismo concepto matemático (gráfica, algebraica, verbal).	El uso de tecnologías hace que los temas complejos del cálculo se entiendan de manera más clara y menos sobrecargada.	Me siento motivado cuando participo en actividades gamificadas (retos, puntos, niveles, recompensas).	Las dinámicas lúdicas o juegos en clase fortalecen mi interés y mi disposición para aprender cálculo diferencial.
De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	En desacuerdo
Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo
Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	De acuerdo
Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo
Totalmente en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo
De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	De acuerdo
Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo
De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	De acuerdo
Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo
Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	De acuerdo
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo
Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo
Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo
De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo
Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo

Las actividades con gamificación me ayudan a mantenerme constante y persistente en la resolución de problemas.	Las estrategias innovadoras mejoran mi rendimiento académico en cálculo diferencial.	Las actividades con TIC y gamificación me ayudan a enfrentar problemas de cálculo en diferentes contextos.	Las dinámicas de clase me permiten explicar y justificar mis procedimientos y resultados frente a mis compañeros o docentes.	¿Qué estrategias innovadoras considera más útiles para mejorar su comprensión, motivación o capacidad de resolver problemas en cálculo diferencial? Explique por qué.	¿Qué sugerencias daría para que las actividades con tecnologías y gamificación se adapten mejor a su forma de aprender?	¿Qué te gusta de la asignatura?	¿Qué sugerencias tienes para la clase?
De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	Los ejemplos que se hacen en clase	Que sean más fáciles de encontrar	Las actividades	Ninguna
Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	El uso que le dieron a los recursos digitales, la profe supo como integrarlo para que las clases no sean monótonas	Por el momento me siento agusto con el método de enseñanza	Desde siempre me ha gustado la matemáticas y más ahora por la forma tan lúdica que enseña la profe.	Más puntos de participación :D
De acuerdo	Totalmente de acuerdo		Totalmente de acuerdo		Más actividades lúdicas grupales	Me gusta la satisfacción que se siente resolver un problema muy difícil	Abarcar menos temas por clase, que a veces se siente un poco sobrecargada la clase
Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Actividades dinámicas por que hacen que uno se motive más	Que sean en clase y no para la casa	La profesora es súper pillas lo que hace que cualquier duda se resuelva súper bien , aparte trata de entendernos como estudiantes , y nosotros tratamos de entenderla como profesora , lo que hace sentir el salón como un espacio seguro	Mas actividades dinámicas
De acuerdo	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	De acuerdo			Todo me gusta ,es súper divertido para mí	Una clase para un juego de los temas
Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	Juegos, permite la comprensión del tema de una forma dinámica y aplicada a un contexto más realista		Es una clase dinámica, el docente se preocupa porque el estudiante aprenda los temas, se nota el amor y vocación por su trabajo, excelente! Inspira y motiva a aprender y que las matemáticas no son difíciles.	No cambiar la forma de enseñanza, hace un excelente trabajo.
Totalmente en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo			Las dinámicas, creatividad y entusiasmo de la profesora	Profe, nunca cambies<3
De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	Que sea más didáctico		Lo mucho que me ayuda estudiar	Más pausado los temas
De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	Que deje ejercicios por aparte para practicar de manera individual	Que de muchas ideas para buscar información en clase	Que la profesora es buena explicando y ayuda a entender un poco más el tema	Que las clases no vayan tan rápido
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo			Lo didáctica que a veces es	qué al momento de la explicación, sea todo un poco más lento. Va con mucha rapidez y me logra confundir un poco.
Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo			Las dinámicas lúdicas	N/a
De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	Más tiempo para comprender los temas, porque a veces se avanza muy rápido.	Me parece que está bien	Que la docente se toma el tiempo para realizar las actividades	Una sugerencia es los temas se vean con más tiempo para poder comprender mejor, muchas veces se explican de manera muy rápida.
Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo			La manera en que la profe explica los temas y los ejercicios presentados en clase, ya que nos permiten	Ninguna

						resolver dudas	
De acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Resolver problemas que estén más relacionados cotidianidad para que el entender sea más fácil	Dejar que cada estudiante escoja la actividad que quiere trabajar para practicar	Que la profe siempre nos brinda muchas herramientas que las podemos asociar con cuneta carrera	Como se desarrolla el curso está perfecto
De acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	N.A	N.A	La participación en grupo y la actitud positiva y activa de la profesora	N.A
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	No aplica	No aplica	Entender los temas	Que el ritmo de la clase sea un poco más lento, ya que a veces se siente que no hay espacio para entender por completo.
De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo			.	.
Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Considero que la flipped classroom, pues al tener una idea al llegar a clase, es más fácil con la explicación de la profesora entender	No se me ocurren	La pasión de la profesora y su vocación docente, hace que sea más fácil entender	No se me ocurre alguna
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Las estrategias lúdicas porque de esta manera facilita el aprendizaje de manera dinámica	Que sean por medio de app fáciles de usar	La forma en que la docente dicta los temas, de tal manera que son fáciles de entender (algunos)	Hacer más ejercicios ya que así uno repasa y se le quedan más fácil las cosas
De acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Actividades más lúdicas y extracurriculares	Todo está bien.	Si, me gustan los temas que se profundizan y la forma en la que la profesora los explica.	Todo está bien.
De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	Ninguna por ahora	Ninguna	Los temas están interesantes	Ninguna
Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Las dos van de la mano y permiten un buen aprendizaje por qué el hecho de enseñar con diversas estrategias y motivar ayudan a que el estudiante mejore sus habilidades en la resolución de problemas.	Ninguna	La estrategia del docente para enseñar y el repaso reiterativo del tema para que el estudiante no se pierda.	Ninguna

Anexo 7.2 Resultados de la encuesta a profesores.

Nombres y apellidos	Marque la opción que refleje su percepción más cercana del nivel de competencias matemáticas de los estudiantes. [Los estudiantes comprenden los conceptos básicos del Cálculo Diferencial (límite, derivada, tasa de cambio).]	Marque la opción que refleje su percepción más cercana del nivel de competencias matemáticas de los estudiantes. [Los estudiantes aplican los conceptos aprendidos en situaciones reales o interdisciplinarias.]	Marque la opción que refleje su percepción más cercana del nivel de competencias matemáticas de los estudiantes. [Los estudiantes muestran fluidez en el razonamiento lógico y argumentativo al resolver problemas.]	Marque la opción que refleje su percepción más cercana del nivel de competencias matemáticas de los estudiantes. [Los estudiantes evidencian habilidades de resolución de problemas más allá del uso mecánico de fórmulas.]	Marque la opción que refleje su percepción más cercana del nivel de competencias matemáticas de los estudiantes. [En general, el nivel de competencia matemática observado en sus grupos es adecuado para el desarrollo de la asignatura.]	¿Cuáles considera que son las principales dificultades o vacíos conceptuales que presentan sus estudiantes al abordar temas de Cálculo Diferencial?	¿Cuántos años de experiencia tiene como docente en educación superior?	¿Cuál es su formación académica y experiencia en enseñanza de matemáticas?	¿Cómo describiría su estilo de enseñanza habitual en Cálculo Diferencial?
Brahian Rodríguez	Ni bajo ni alto	Ni bajo ni alto	Bajo	Bajo	Bajo		13	Magister en ciencias con más de 15 años de experiencia en la enseñanza de las matemáticas desde niveles de educación básica primaria hasta universitaria (posgrado)	Teórico basado en ejercicios teóricos y aplicados.
Adriana Morales Robayo	Alto	Ni bajo ni alto	Ni bajo ni alto	Ni bajo ni alto	Ni bajo ni alto	Dificultad en la aplicación de los conceptos en problemas de aplicación, vacíos en el manejo de procesos algebraicos necesarios en el Cálculo	21	Profesional en Estadística, Especialización y Maestría en educación, con énfasis en educación a distancia y virtual. Experiencia docente de más de 20 años orientando los cursos del área de matemáticas y estadística	Trato de combinar metodologías que promuevan la comprensión de conceptos y su aplicación práctica relacionando los conceptos con problemas de aplicación.
Cesar Augusto Rodríguez Mendez	Alto	Alto	Ni bajo ni alto	Bajo	Ni bajo ni alto	Comprensión de conceptos abstractos como el límite y la derivada, el proceso	22	Licenciado en Matemática y Física con Maestría en Didáctica de las ciencias. Docente de	Estilo práctico: combinación de conceptos teóricos con el desarrollo de ejercicios

						algebraico para el desarrollo de algunos temas.		matemática s en educación básica y media y Docente en educación superior de los cursos del área de matemática s	prácticos
--	--	--	--	--	--	---	--	--	-----------

¿Qué tipo de actividades considera más efectivas para enseñar conceptos abstractos de matemáticas?	¿Qué herramientas tecnológicas ha utilizado en sus clases? ¿Con qué frecuencia?	¿Qué ventajas y limitaciones encuentra en el uso de TIC para la enseñanza del Cálculo Diferencial?	¿Ha utilizado estrategias como la gamificación en su práctica docente? ¿En qué contextos?	¿Qué opinión le merece el uso de juegos, retos o dinámicas lúdicas en el aula?	¿Qué impacto considera que podrían tener estas estrategias sobre la motivación y el aprendizaje de los estudiantes?	¿Ha recibido capacitación en metodologías activas o innovación pedagógica?	¿Qué tipo de formación considera necesaria para implementar estas estrategias de manera efectiva?	¿Qué tipo de apoyo institucional considera necesario para fomentar la innovación pedagógica?	¿Qué recomendación es haría para diseñar un modelo pedagógico innovador que fortalezca las competencias matemáticas en esta asignatura?
Realización de demostraciones y ejercicios prácticos.	Manejo de software (todas las clases)	Limitaciones de red o herramientas por parte de los estudiantes	ninguna	No las he utilizado	Podrían ser útiles pero difícilmente funcionales para conceptos avanzados	Ninguna	Realización de charlas o cursillos cortos	Charlas o cursillos	El uso obligatorio de software especializados
Actividades como Estudios de Caso, en las que se fortalezcan no solo los conceptos sino que se evidencie el trabajo colaborativo ya que las interacciones con los compañeros ayudan al aprendizaje	Principalmente el uso de recursos online como Symbolab, Geogebra. En las actividades de carácter colaborativo	Considero que se deben usar los recursos de manera adecuada, como una herramienta que ayude y facilite la comprensión de los temas. Más que una limitación considero que el uso de estas herramientas debe realizarse de forma ética y responsable.	NO	Me parece muy interesante, pero requiere de una preparación y planificación cuidadosa para asegurar que el juego complementa el aprendizaje.	Mejor motivación para el curso	Si	Profundizar no sólo en conocer los recursos sino en la manera de usarlos para que si sea eficiente y cumpla con el objetivo de motivar al estudiante y facilitar su aprendizaje	Capacitaciones	Fortalecer el uso del aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje por problemas, estudios de caso, fomentando el trabajo colaborativo y el aprendizaje mediante el error; Desarrollar actividades que relacionen los contenidos con contextos de la vida real para que se comprenda su utilidad, y se fortalezca el pensamiento crítico.
Actividades en las que a través de ejercicios prácticos y concretos se facilite la comprensión de los temas por parte del estudiante	Recursos como Matlab, Geogebra, Symbolab	Facilita al docente la explicación de conceptos abstractos y al estudiante su comprensión al poder visualizarlos.	Si, principalmente con grupos de estudiantes de grado décimo y once	Facilitan el aprendizaje	Si se preparan adecuadamente, motivan al estudiante y facilitan el aprendizaje	Si	Formación para el desarrollo de habilidades que permitan usar de una manera efectiva las metodologías activas como la gamificación	Capacitación continua, uso de recursos tecnológicos y trabajo colaborativo entre docentes que fortalezca las habilidades	Que facilite el uso de herramientas tecnológicas para la visualización y el cálculo. Que se conecten los conceptos con actividades prácticas que

								de cada uno.	ayuden a la retroalimentación y en las que también se fomente el aprendizaje autónomo y responsable del estudiante
--	--	--	--	--	--	--	--	--------------	--